

**Министерство природных ресурсов и экологии  
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственный природный заповедник «Большая Кокшага»**

«Утверждаю»

Директор заповедника

\_\_\_\_\_ к.б.н. М.Г. Сафин

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Тема: ИЗУЧЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОДА ПРОЦЕССОВ,  
ПРОТЕКАЮЩИХ В ПРИРОДЕ, И ВЫЯВЛЕНИЕ  
ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ОТДЕЛЬНЫМИ ЧАСТЯМИ  
ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА**

# **Летопись природы**

**Книга 23  
2016 год**

**Йошкар-Ола,  
2017**

© ФГБУ «Государственный заповедник «Большая Кокшага», 2017.

© Департамент государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды, 2017.

## Список исполнителей

### Работники заповедника

Богданов Г.А., старший научный сотрудник	Раздел 5.1. Общая метеорологическая характеристика Раздел 5.2. Метеорологическая характеристика каждого месяца Раздел 7.1. Флора и ее изменения Раздел 7.2.2.6. Структура и продуктивность луговых фитоценозов заповедника Раздел 7.2.3.1. Анализ флоры заповедника Раздел 7.2.2.8. Урожайность грибов Раздел 7.2.4. Растительные ассоциации Раздел 8.3.3. Видовой состав и численность птиц в долинных лесах заповедника
Богданова Л.Г., инженер мониторинга	Раздел 7.2.1. Сезонная динамика растительных сообществ Раздел 7.2.2.4. Количественная оценка урожайности ягод клюквы Раздел 7.2.2.5. Количественная оценка урожайности ягод черники Раздел 9. Календарь природы
Грудцына О.В., зам. директора по экологическому просвещению	Раздел 14. Эколого-просветительская деятельность
Демаков Ю.П., главный научный сотрудник	Раздел 4.1. Роль лесной подстилки и информативность ее параметров в борах Марийского Заволжья Раздел 4.2. Характер изменения параметров микроклимата почв в лесных биогеоценозах Республики Марий Эл Раздел 4.3. Возможности использования рентгено-флуоресцентного анализа для оценки содержания химических элементов в почве лесных биогеоценозов Раздел 4.4. Экогеохимия почв прирусловой части поймы, развивающихся в условиях свободного меандрирования Раздел 4.5. Изменение параметров луговой аллювиальной почвы под влиянием лесной растительности 7.2.3.3. Динамика состояния сосновых древостоев на постоянных пробных площадях
Дьячкова Н.Ю., главный бухгалтер	Редакция Раздел 1.2. Финансирование и создание материально-технической базы Раздел 1.4. Контроль деятельности заповедника
Исаев А.В., зам. директора по научной работе	Раздел 2. Пробные и учетные площади, постоянные маршруты Раздел 3.1. Динамика изменения береговой линии реки Большая Кокшага Раздел 4.2. Характер изменения параметров микроклимата почв в лесных биогеоценозах Республики Марий Эл Раздел 4.3. Экогеохимия почв прирусловой части поймы, развивающихся в условиях меандрирования Раздел 5.3. Результаты снегомерной съемки в зимний период 2016-2017 годов Раздел 6. Воды Раздел 7.2.2.2. Количественная оценка урожайности желудей дуба черешчатого Раздел 7.2.3.2. Динамика развития фитоценозов на постоянных пробных площадях Раздел 7.2.3.3. Динамика состояния сосновых древостоев на постоянных пробных площадях

Князев М.Н., старший научный сотрудник	Раздел 11. Научные исследования
Рыжков А.А., зам. директора в области охраны окружающей среды	Раздел 12. Охранная зона Верстка, компьютерное макетирование
Рыжова Л.В., старший научный сотрудник	Раздел 8.2.1. Численность крупных млекопитающих Раздел 8.2.2. Численность птиц
Сафина Н.М., инспектор по кадрам	Раздел 10. Состояние заповедного режима и влияние антропогенных факторов на природу заповедника
Сафин М.Г., директор	Раздел 7.2.2.7. Динамика повреждений парциальных кустов брусники на учетных площадках Раздел 7.2.2.8. Онтогенетические пути развития парциальных кустов брусники ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) на учетных площадках Раздел 1.3. Коллектив заповедника Раздел 1.1. Территория заповедника

### Другие исполнители

Беляков В.В., КЮБЗ	Раздел 8.3.4. Структура синичьих стай в период предзимья
Бродников С.Н., магистрант ПГТУ	Раздел 4.2. Характер изменения параметров микроклимата почв в лесных биогеоценозах Республики Марий Эл
Дробот В.И., доц. МарГУ	Раздел 8.3.1. Фауна и население птиц на постоянных маршрутах
Дубровский В.Ю., КЮБЗ	Раздел 13.1. Орнитофауна южной части заповедника в период предзимья Раздел 13.2. Структура населения грызунов и насекомоядных заповедника в период предзимья
Краснов В.Г., к.б.н. ПГТУ	Раздел 4.2. Характер изменения параметров микроклимата почв в лесных биогеоценозах Республики Марий Эл
Митякова И.И., к.б.н., доц. ПГТУ	Раздел 4.3. Экогеохимия почв прирусловой части поймы, развивающихся в условиях свободного меандрирования Раздел 4.4. Изменение параметров луговой аллювиальной почвы под влиянием лесной растительности
Щорс Е.С., студент МГУ	Раздел 8.3.6. Результаты учетов птиц в зимний сезон 2015/2016 г.
Рубинштейн И.Д., КЮБЗ	Раздел 8.3.5. Распределение дятлов по биотопам в заповеднике
Таланцев В.И., ст. лаборант каф. химии ПГТУ	Раздел 4.4. Изменение параметров луговой аллювиальной почвы под влиянием лесной растительности
Файзрахманова З.З., студентка МарГУ	Раздел 7.2.2.7. Динамика повреждений парциальных кустов брусники на учетных площадках
Шальнова М., Докторова С., КЮБЗ	Раздел 8.3.2. Орнитофауна заповедника в период предзимья
Шарафутдинов Р.Н., к.б.н., доц. Набережночелнинского института-филиала Федерального Приволжского (Казанского) университета	Раздел 4.1. Роль лесной подстилки и информативность ее параметров в борах Марийского Заволжья
Климова С., Шавырина Д., Гварамадзе А., КЮБЗ	Раздел 8.3.7. Распределение бобров по рекам заповедника

## Реферат

Объем: 322 страницы, 223 таблицы, 112 рисунков, 9 приложений, 366 наименований библиографии.

*Заповедник, история развития, рельеф, погода, флора, фауна, календарь природы, научные исследования, заповедный режим, просветительская деятельность.*

В двадцать третью книгу «Летописи природы» включены материалы, все-сторонне отражающие хозяйственную, научную, природоохранную и эколого-просветительскую деятельность заповедника в 2016 году, сведения об изменениях его территории, рельефа, климата, почв, растительного и животного мира.

Основной целью научно-исследовательских работ, выполненных на территории заповедника и его охранной зоны сотрудниками заповедника, а также учеными различных научных организаций, студентами и школьниками, работавших в заповеднике по договорам, являлась инвентаризация флоры и фауны, ведение мониторинга за изменением биотических и абиотических компонентов природы и выявление взаимосвязей между отдельными частями природных комплексов.

## Содержание

<b>1. История развития заповедника .....</b>	<b>8</b>
1.1. Территория заповедника.....	8
1.2. Финансирование и создание материально-технической базы .....	8
1.3. Коллектив заповедника.....	8
1.4. Контроль деятельности заповедника.....	10
<b>2. Пробные и учетные площади, постоянные маршруты.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Рельеф.....</b>	<b>13</b>
3.1. Динамика изменения береговой линии реки Большая Кокшага.....	13
<b>4. Почвы и круговорот веществ в наземных экосистемах .....</b>	<b>14</b>
4.1. Роль лесной подстилки и информативность ее параметров в борах Марийского Заволжья...14	14
4.2. Характер изменения параметров микроклимата почв в лесных биогеоценозах Республики Марий Эл .....	36
4.3. Возможности использования рентгенофлуоресцентного анализа для оценки содержания химических элементов в почве лесных биогеоценозов.....	47
4.4. Экогеохимия почв прирусловой части поймы, развивающихся в условиях меандрирования	67
4.5. Изменение параметров луговой аллювиальной почвы под влиянием лесной растительности	94
<b>5. Погода .....</b>	<b>122</b>
5.1. Общая метеорологическая характеристика года.....	122
5.2. Метеорологическая характеристика каждого месяца.....	129
5.3. Результаты снегомерной съемки в зимний период 2016-2017 годов .....	149
<b>6. Воды .....</b>	<b>151</b>
6.1. Мониторинг уровня воды на реке Большая Кокшага .....	151
<b>7. Флора и растительность .....</b>	<b>153</b>
7.1. Флора и ее изменения .....	153
7.1.1. Дополнения к списку флоры заповедника .....	153
7.1.1.1. Сосудистые растения .....	153
7.1.1.2. Моховидные.....	153
7.1.1.3. Лишайники.....	153
7.1.1.4. Грибы.....	153
7.1.1.5. Водоросли .....	153
7.1.2. Редкие виды. Новые места обитания.....	153
7.2. Растительность и её изменения.....	153
7.2.1. Сезонная динамика растительных сообществ .....	153
7.2.1.1. Фенология сообществ .....	153
7.2.1.2. Флуктуации растительных сообществ .....	155
7.2.1.2.1. Глазомерная оценка плодоношения деревьев, кустарников и ягодников .....	155
7.2.1.2.2. Количественная оценка урожайности желудей дуба черешчатого .....	156
7.2.1.2.3. Количественная оценка урожайности ягод клюквы .....	156
7.2.1.2.4. Количественная оценка урожайности ягод черники.....	157
7.2.1.2.5. Урожайность грибов .....	159
7.2.1.2.6. Структура и продуктивность луговых фитоценозов заповедника .....	162
7.2.1.2.7. Динамика повреждений парциальных кустов брусники на учетных площадках .....	163
7.2.1.2.8. Онтогенетические пути развития парциальных кустов брусники ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) на учетных площадках .....	175
7.2.3. Сукцессионные процессы.....	185
7.2.3.1. Анализ флоры заповедника .....	185
7.2.3.2. Динамика развития пойменных фитоценозов на постоянных пробных площадях .....	192
7.2.3.3. Динамика состояния сосновых древостоев на постоянных пробных площадях .....	194
7.2.4. Растительные ассоциации.....	240
<b>8. Фауна и животное население .....</b>	<b>247</b>
8.1. Видовой состав фауны.....	247
8.1.1. Дополнения к списку фауны заповедника .....	247
8.1.1.1. Млекопитающие .....	247
8.1.1.2. Птицы .....	247
8.1.1.3. Земноводные и пресмыкающиеся.....	247
8.1.1.4. Рыбы .....	247

8.1.1.5. Беспозвоночные .....	247
8.2. Численность видов фауны.....	247
8.2.1. Численность крупных млекопитающих .....	247
8.2.2. Численность птиц .....	248
8.2.2.1. Результаты учета тетеревиных птиц .....	248
8.2.2.2. Численность тетеревиных птиц на весенних токах .....	248
8.3. Экологические обзоры по отдельным группам животных .....	249
8.3.1. Фауна и население птиц на постоянных маршрутах.....	249
8.3.2. Орнитофауна заповедника в период предзимья .....	251
8.3.3. Видовой состав и численность птиц в долинных лесах заповедника.....	254
8.3.4. Структура синичьих стай в период предзимья .....	257
8.3.5. Распределение дятлов по биотопам в заповеднике .....	259
8.3.6. Результаты учетов птиц в зимний сезон 2015/2016 г.....	260
8.3.7. Распределение бобров по рекам заповедника.....	262
<b>9. Календарь природы .....</b>	<b>265</b>
9.1. Феноклиматическая периодизация года .....	265
<b>10. Состояние заповедного режима и влияние антропогенных факторов на природу заповедника .....</b>	<b>279</b>
10.1. Частичное пользование природными ресурсами .....	279
10.2. Заповедно-режимные и лесохозяйственные мероприятия.....	280
10.2.1. Заповедно-режимные мероприятия .....	280
10.2.2. Лесохозяйственные мероприятия.....	280
10.2.3. Прочие воздействия на природу заповедника.....	280
10.3. Прямые и косвенные внешние воздействия .....	281
10.3.1. Изменения гидрологического режима .....	281
10.3.2. Промышленные и сельскохозяйственные загрязнения.....	281
10.3.3. Воздействие сельского, лесного и охотничьего хозяйства .....	281
10.3.4. Нарушения режима заповедника.....	282
10.3.5. Последствия интродукции и акклиматизации растений и животных.....	282
10.3.6. Одичавшие домашние животные и волко-собачьи гибриды.....	282
10.3.7. Пожары и другие стихийные воздействия .....	282
10.4. Антропогенное воздействие на природные комплексы охранной зоны заповедника.....	283
10.4.1. Лесохозяйственные мероприятия.....	283
10.4.2. Пожары и противопожарная профилактика.....	286
10.4.3. Побочное пользование .....	286
10.4.4. Регуляционные мероприятия.....	286
10.4.5. Ремонтные и строительные работы .....	286
10.4.6. Использование авиации .....	286
10.4.7. Нарушения режима охранной зоны .....	286
<b>11. Научные исследования.....</b>	<b>287</b>
11.1. Ведение картотек .....	287
11.2. Исследования, проведенные заповедником.....	288
11.3. Исследования, проведенные другими организациями и учеными.....	290
11.4. Инвентаризация биоты .....	290
<b>12. Охранная зона.....</b>	<b>291</b>
<b>13. Многолетние исследования.....</b>	<b>292</b>
13.1. Орнитофауна южной части заповедника в период предзимья .....	292
13.2. Структура населения грызунов и насекомоядных заповедника в период предзимья .....	300
<b>14. Эколого-просветительская деятельность.....</b>	<b>306</b>
14.1. Работа со средствами массовой информации.....	306
14.2. Издательская деятельность .....	306
14.3. Работа с дошкольниками, школьниками, студентами и учительским корпусом.....	307
14.4. Массовые природоохранные акции. Марш парков.....	308
14.5. Экологический туризм.....	311
<b>П Р И Л О Ж Е Н И Я .....</b>	<b>313</b>

## 1. История развития заповедника

### 1.1. Территория заповедника

В 2016 году изменений в составе территории заповедника и его границ не было.

### 1.2. Финансирование и создание материально-технической базы

В 2016 г. заповеднику утверждено государственное задание на оказание государственных услуг. На выполнение госзадания выделены субсидии из федерального бюджета в сумме 12551,7 тыс. рублей (табл. 1.1). На приобретение основных средств утверждены субсидии на иные цели в сумме 45,0 тыс. рублей. На проведение природоохранных мероприятий в текущем году денежные средства не выделялись. За счет остатков средств целевой субсидии, выделенных заповеднику в 2015 г. на проведение капитального ремонта зданий и сооружений и разрешенных к использованию в 2016 г. проведен капитальный ремонт крыши офиса в г. Йошкар-Ола, крыши здания базового кордона службы охраны в п. Старожильск Медведевского района, заменены окна в здании офиса. Всего на сумму 2229,778 тыс. рублей.

Таблица 1.1

#### Объемы финансирования заповедника из федерального бюджета, тыс. руб.

Статья расхода	Утверждено	Профинансировано	В % от заявки
Зарплата с начислениями	8034,7	8034,7	100,0
Материальные затраты	4517,0	4517,0	100,0
Природоохранные мероприятия	0,0	0,0	0,0
Капитальные вложения	45,0	45,0	100,0
ВСЕГО	12596,7	12596,7	100,0

Средства от приносящей доход деятельности (собственные средства) составили в сумме 343,84 тыс. рублей и сложились из поступлений:

- от эколого-просветительской деятельности – 343,35 тыс. руб.;
- от сдачи макулатуры – 490,50 руб.

### 1.3. Коллектив заповедника

В 2016 г. произошли незначительные кадровые изменения коллектива заповедника. В отделе экологического просвещения был уволен временно работающий методист и принят временно другой, вместо находящегося методиста в отпуске по уходу за ребенком до достижения им возраста 3 лет, в августе из отпуска по уходу за ребенком до достижения им возраста 3-х лет вышла заместитель директора по экологическому просвещению Грудцына О.В. В отдел охраны заповедной территории были приняты 2 государственных инспектора в области охраны окружающей среды; увольнений в отделе за 2016 год не было. В отделе обес-

печения основной деятельности был принят инспектор по кадрам, был уволен и принят тракторист-чокеровщик. В отделах бухгалтерского учета, экономического анализа и планирования, в научном и руководстве кадровых изменений не происходило. Сведения о приеме и увольнении работников представлены в табл. 1.2. Всего в 2016 году было уволено 2 человека «по инициативе работника», а принято 5 человек.

Таблица 1.2

**Сведения о приеме и увольнении работников заповедника в 2016 году**

Должность	Принято	Уволено
Методист по экологическому просвещению	1	1
Государственный инспектор в области охраны окружающей среды	2	0
Инспектор по кадрам	1	0
Тракторист - чокеровщик	1	1

В 2016 г. страхование жизни государственных инспекторов не проводилось. Сведения о командировках работников заповедника приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

**Основные командировки работников заповедника в 2016 году**

Ф. И. О.	Должность	Пункт	Цель командировки	Сроки
Сафин Масхут Гумарович	Директор	Жигулевский государственный природный заповедник имени И.И. Спрыгина; Самарская область, г. Жигулевск, с. Бахилова поляна	Участие в заседании Совета Ассоциации Национальных парков и заповедников Приволжского Федерального округа	30.03.16-01.04.16
		Национальный парк «Хвалынский» Саратовская область.	Участие круглом столе «Развитие экологического туризма в регионах ПФО	20.05.16-22.05.16
		ФГБУ «Государственный заповедник «Вишерский» Пермский край, г. Красновишерск	Для участия в программе развития познавательного туризма на ООПТ в направлении «экологического просвещение населения»	22.08.16-29.08.16
		ФГБУ «Национальный парк «Нижняя Кама» Республика Татарстан	Для участия в заседании Ассоциации национальных парков и заповедников ПФО и в круглом столе с участием специалистов отдела природопользования на тему: «Взаимодействие с хозяйствующими субъектами на территории ООПТ, (в т.ч. в рамках развития рекреационной и эколого-просветительской деятельности)».	12.10.16-15.10.16
Демаков Юрий Петрович.	Главный научный сотрудник	Жигулевский государственный природный заповедник имени И.И. Спрыгина; Самарская область, г. Жигулевск, с. Бахилова поляна	Участие в заседании Совета Ассоциации Национальных парков и заповедников Приволжского Федерального округа	30.03.16-01.04.16
Голомидова Галина Федоровна	Методист по экологическому просвещению	Мордовский заповедник Республика Мордовия, город Саранск	Участие в фестивале особо охраняемый природных территорий «Пятнистый фест»	21.05.16-24.05.16

Ф. И. О.	Должность	Пункт	Цель командировки	Сроки
Кошкина Екатерина Николаевна	Методист по экологическому просвещению	Мордовский заповедник Республика Мордовия, город Саранск	Участие в фестивале особо охраняемый природных территорий «Пятнистый фест»	21.05.16- 24.05.16
Мосунов Григорий Александрович	Заместитель директора по общим вопросам	Жигулевский государственный природный заповедник имени И.И. Спрыгина; Самарская область, г. Жигулевск, с. Бахилова поляна	Участие в заседании Совета Ассоциации Национальных парков и заповедников Приволжского Федерального округа	30.03.16- 01.04.16
		Мордовский заповедник Республика Мордовия, город Саранск	Участие в фестивале особо охраняемый природных территорий «Пятнистый фест»	21.05.16- 24.05.16
		ФГБУ «Государственный заповедник «Вишерский» Пермский край, г. Красновишерск	Для участия в программе развития познавательного туризма на ООПТ в направлении «экологического просвещения населения»	22.08.16- 29.08.16
		ФГБУ «Национальный парк «Нижняя Кама» Республика Татарстан	Для участия в заседании Ассоциации национальных парков и заповедников ПФО и в круглом столе с участием специалистов отдела природопользования на тему: «Взаимодействие с хозяйствующими субъектами на территории ООПТ, (в т.ч. в рамках развития рекреационной и экологопросветительской деятельности)».	12.10.16- 15.10.16
Игнатенко Олег Борисович	Старший государственный инспектор в области охраны окружающей среды	Мордовский заповедник Республика Мордовия, город Саранск	Участие в фестивале особо охраняемый природных территорий «Пятнистый фест»	21.05.16- 24.05.16
Исаев Александр Викторович	Заместитель директора по научной работе	Жигулевский государственный природный заповедник имени И.И. Спрыгина; Самарская область, г. Жигулевск, с. Бахилова поляна	Участие в заседании Совета Ассоциации Национальных парков и заповедников Приволжского Федерального округа	30.03.16- 01.04.16
		ФГБУ «Государственный заповедник «Вишерский» Пермский край, г. Красновишерск	Для участия в программе развития познавательного туризма на ООПТ в направлении «экологического просвещения населения»	22.08.16- 29.08.16
Рыжков Андрей Анатольевич	Заместитель директора в области охраны окружающей среды	Национальный парк «Хвалынский» Саратовская область.	Участия круглом столе «Развитие экологического туризма в регионах ПФО	20.05.16- 22.05.16
		ФГБУ «Государственный заповедник «Вишерский» Пермский край, г. Красновишерск	Для участия в программе развития познавательного туризма на ООПТ в направлении «экологического просвещения населения»	22.08.16- 29.08.16

#### 1.4. Контроль деятельности заповедника

В период с 15.02.2016 по 19.02.2016 г. на основании распоряжения от 21.12.2015 г. № 17/12 зам. начальника Межрегионального управления госавтодорнадзора по Кировской области и Республике Марий Эл Наумова В.А. ведущим специалистом – экспертом Р.Я. Камалиевой проводилась плановая выездная проверка по предупреждению, выявлению и пресечению нарушений требований, установленных федеральными законами и принимаемыми в

соответствии с ними иными нормативными правовыми актами РФ в сфере автомобильного транспорта. Выдано предписание. Замечания устранены.

На основании ст. 24 Федерального закона «О прокуратуре Российской Федерации» 26 января 2016 г. была проведена проверка Марийской межрайонной природоохранной прокуратурой с целью исполнения законодательства об особо охраняемых природных территориях. Выдано предписание. Все замечания устранены.

На основании распоряжения руководителя Государственной инспекции по труду в Республике Марий Эл от 15 марта 2016 г. № 50-21/2016/1 с 15.03.2016 по 11.04.2016 г. проводилась внеплановая документарная проверка с целью восстановления прав работников при осуществлении федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативно-правовых актов, содержащих нормы трудового права, в том числе связанных с обращениями № Ч-166 от 14.03.2016 г.

В период с 29.11.2016 по 02.12.2016 г. на основании решения и. о. заместителя управляющего ГУ – регионального отделения Фонда социального страхования РФ по РМЭ Д.Р. Кашаповой от 29.11.2016 г. № 1536 осс/р проводилась выездная проверка правильности расходования средств на выплату страхового обеспечения по обязательному социальному страхованию на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством.

На основании распоряжения Руководителя Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Республике Марий Эл Э.А. Щекурина от 11.03.2016 г. № 73-р (г к) с 16.03.2016 г. по 12.04.2016 г. была проведена внеплановая, выездная проверка по установлению степени готовности заповедника к пожароопасному периоду 2016 года, в целях надзора за соблюдением требований Правил пожарной безопасности в лесах и пресечения их нарушений. Нарушений не выявлено.

## **2. Пробные и учетные площади, постоянные маршруты**

В 2016 году новых пробных площадей и постоянных маршрутов не закладывали.

### 3. Рельеф

#### 3.1. Динамика изменения береговой линии реки Большая Кокшага

В 2016 году были продолжены наблюдения за динамикой обрушением береговой линии р. Большая Кокшага в районе кордона Красная Горка. Повторный учет был проведен в середине первой декады июня, данные представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Изменение границы береговой линии с 1995 по 2016 гг.

Дата	Расстояние от пикета до береговой линии, м														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16
28.09.95	16,69	13,54	11,96	10,35	10,48	9,40	11,85	14,52	17,24	20,91	29,44	19,64	17,29	16,48	-
26.09.96	16,63	13,46	11,96	9,88	10,12	8,70	11,55	14,52	16,98	20,91	22,09	19,36	17,26	16,15	-
20.05.97	16,63	13,40	11,96	9,81	10,12	8,70	11,15	14,50	16,98	20,91	22,09	19,24	17,26	16,15	-
14.10.97	16,60	13,34	11,96	9,80	10,09	8,70	10,96	14,34	16,76	20,91	22,09	19,15	17,26	16,15	-
24.05.98	16,60	13,29	11,96	9,80	8,01	8,29	8,15	12,08	16,76	20,90	22,09	15,77	14,84	16,15	-
28.10.98	16,60	13,28	11,96	9,78	7,59	7,94	8,15	11,88	16,46	20,55	21,90	15,77	17,84	16,00	-
02.06.99	16,60	13,21	11,96	9,78	7,59	7,65	8,15	11,52	16,08	20,50	21,82	15,77	14,84	16,00	-
07.10.99	16,60	13,15	11,96	9,78	7,44	7,65	8,01	11,21	15,70	20,50	21,82	15,77	14,80	16,00	-
18.05.00	16,60	13,14	11,96	9,78	7,24	7,65	7,82	11,14	15,16	20,50	21,72	15,73	14,73	15,64	-
14.10.00	16,60	13,14	11,96	9,78	7,24	7,65	7,82	11,10	15,16	20,50	21,72	15,73	14,74	15,64	-
25.05.01	16,60	13,14	11,96	9,78	7,20	7,50	7,80	10,75	13,40	20,25	18,72	12,78	13,00	14,60	-
28.10.01	16,60	13,12	11,92	9,78	7,20	7,26	7,73	10,74	13,19	20,22	18,72	12,78	12,99	14,48	-
23.05.02	16,59	13,11	11,89	9,78	7,20	7,26	7,73	10,53	12,90	19,22	18,63	12,78	12,80	14,30	-
28.10.02	16,59	13,10	11,88	9,78	7,12	7,22	7,70	10,33	12,60	17,65	18,11	12,78	12,71	14,15	-
21.05.03	16,59	13,03	11,88	9,78	7,12	7,15	7,53	10,26	12,50	17,64	18,05	12,77	12,45	12,94	-
05.06.12	16,59	12,95	11,65	9,05	4,90	4,20	2,90	4,53	8,30	10,70	11,50	9,00	4,55	6,55	7,95
06.06.13	16,59	12,90	11,65	7,80	4,70	4,10	2,90	4,20	5,80	10,10	11,50	7,20	3,50	5,50	7,20
01.07.14	16,59	12,90	11,65	7,20	4,00	3,30	2,60	4,00	5,30	9,70	11,30	6,30	4,00	5,40	7,00
05.06.15	16,59	12,90	11,65	6,90	3,86	2,95	2,37	3,25	4,85	6,16	8,60	5,00	4,00	3,90	6,60
29.06.16	16,59	12,8	11,65	6,90	3,80	2,80	1,60	2,30	4,20	6,10	4,00	3,90	1,50	3,20	3,80

## 4. Почвы и круговорот веществ в наземных экосистемах

### 4.1. Роль лесной подстилки и информативность ее параметров в борах Марийского Заволжья

**Введение.** Лесная подстилка, которую применительно к соснякам, произрастающим на песчаных почвах, правильнее называть напочвенным покровом, поскольку она состоит из трудноразделимой смеси отмершего органического вещества, минеральных частиц, а также живых стеблей мхов, слоевищ лишайников и корней растений, является важнейшим компонентом, продуктом жизнедеятельности и чутким индикатором состояния биогеоценозов [5, 9, 35, 37, 40, 41]. Она, вместе с тем, выполняет важные экологические функции, определяя гидротермический режим почв, являясь регулятором протекания в них биоценологических и биохимических процессов [21]. Удаление подстилки приводит к иссушению почвы на довольно значительную глубину, уменьшению подвижных форм фосфора, калия и обменных оснований [8], а искусственное ворошение способствует ускорению её разложения, усилению развития ассимиляционного аппарата деревьев и скорости их роста [43]. От мощности, структуры и характера разложения подстилки зависит возобновление леса и продуктивность древостоя [30, 48, 50], поэтому не случайно, что одной из важнейших задач биогеоценологии является всестороннее изучение её свойств и уточнение роли в функционировании лесных экосистем [6].

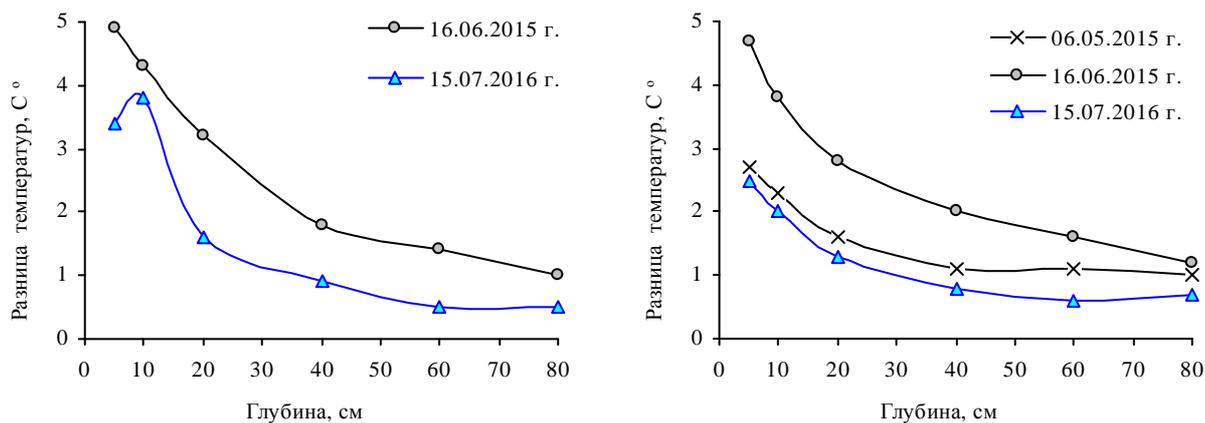
**Цель исследования.** Выявить пределы и факторы variability физических и химических параметров лесной подстилки в борах Марийского Заволжья и оценить её роль в функционировании биогеоценозов.

**Объекты и методика исследований.** Исследования проведены нами на 45 пробных площадях, заложенных в древостоях разного возраста и состава, произрастающих на песчаных почвах в разных типах леса заповедника «Большая Кокшага», граничащего с ним Старожильского лесничества и национального парка «Марий Чодра». На каждой пробной площади проведено подробное описание фитоценозов и почв на основе разрезов и прикопок, проведены замеры толщины подстилки и взяты образцы для проведения стандартных лабораторных анализов физико-химических показателей. Для оценки влияния подстилки на микроклимат почв на двух постоянных пробных площадях в сосняке лишайниковом и лишайниково-мшистом, находящихся на территории заповедника, заложили по пять площадок размером 3×3 м, очистив их поверхность до минерального слоя от мхов, лишайников и опада. На каждой из этих площадок три раза за сезон проводили замеры на разной глубине температуры почвы электронным термометром и брали образцы для оценки её влажности весовым методом. Подобные замеры проводили также рядом с этими площадками, где напочвенный по-

кров не был нарушен. Обработку цифрового экспериментального материала провели на ПК стандартными методами математической статистики.

**Результаты и обсуждение.** Одним из основных параметров лесной подстилки является её толщина, зависящая от состава и продуктивности фитоценоза, а также скорости разложения опада. Среднее значение этого параметра в лесных биогеоценозах на песчаных почвах в пределах исследованной территории составляет  $3,7 \pm 0,3$  см, варьируя от 1 до 15 см. Очень значительно изменяется и абсолютно сухая масса напочвенного покрова (от 16,2 до 80,7 т/га), из которой в среднем 52 % составляет зола, 25 % – углерод, 23 % – азот, кислород и водород. Величина этих параметров не выходит за пределы диапазона значений, выявленных другими исследователями в сосновых биогеоценозах [41], но значительно превышает показатели в лиственных лесах Поволжья [37, 49]. Толщина и масса напочвенного покрова значительно варьируют также в пределах каждого биогеоценоза ( $V = 22-43$  %), что связано с мозаичностью развития растительности и рельефом участка. Связь между этими параметрами, как было показано нами ранее [12], довольно тесная, но сугубо специфичная для каждого биотопа, что связано с различиями состава подстилки, степени ее развития и скорости разложения. Наименее развит напочвенный покров в сосняках липняковых, где он быстро разлагается под действием разнообразной биоты, достигающей здесь наибольшего обилия. Очень мощный напочвенный покров отмечается в сосняках брусничниковых, где подстилка представляет собой сухой торф, густо пронизанный корнями растений. Значения этих показателей в целом возрастают по мере увеличения увлажнения почв, достигая максимума в заболоченных экотопах, где подстилка по сути превращается в мощную залежь торфа, и снижаются по мере увеличения их трофности. Влияние возраста и полноты на мощность напочвенного покрова практически не проявляется, поскольку ее величина зависит от всего предшествующего развития биогеоценоза, а также частоты повторения лесных пожаров.

Исследования показали, что напочвенный покров обладает высокими термоизоляционными свойствами, препятствующими прогреву почвы в летний период и способствующими сохранению в ней тепла зимой. В сосняках лишайниково-мшистых температура почвы в течение всего вегетационного периода ниже, чем в сосняке лишайниковом, где его мощность почти в два раза меньше. Различия между этими экотопами четко проявляются до глубины 80 см, достигая в верхних слоях почвы в июне-июле  $2,5-3,1^{\circ}\text{C}$  [15]. На глубине 20 см различия составляют  $1,9^{\circ}\text{C}$ , а на глубине 40 см –  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Удаление напочвенного покрова приводит к значительному увеличению температуры верхних слоев почвы (рис. 4.1). С возрастанием глубины разница температуры почвы между вариантами опыта экспоненциально снижается, составляя на глубине 60-80 см  $0,5-1,5^{\circ}\text{C}$ .



**Рис. 4.1.** Разница температуры почвы на разной глубине между вариантами опыта, проведенного в сосняке лишайниковом (слева) и лишайниково-мшистом в 2015-2016 годах.

Напочвенный покров, как показали исследования, обладает большой влагоемкостью, особенно высокой в сосняках лишайниково-мшистых, благодаря чему он после сильной засухи способен поглотить до 22 мм осадков (табл. 4.1), перехватив их у деревьев, в которой они в это время особенно остро нуждаются. Перехватывает он, как можно предположить, также и определенную часть поступающих с осадками питательных веществ, оказывая негативное воздействие на состояние древостоя и играя отрицательную роль в функционировании лесных экосистем, замедляя течение в них биологического круговорота. Подтвердить это положение или опровергнуть его смогут специальные исследования.

*Таблица 4.1*

**Влагоемкость лесной подстилки в сосняках заповедника и возможный перехват ею осадков**

Биотоп	Запас, т/га	Влагоемкость, %	Возможный перехват осадков	
			т/га	мм
Сосняк лишайниковый	45,8±5,2	424±20	194,1±30,5	19,4±3,0
Сосняк лишайниково-мшистый	50,1±2,6	445±20	222,9±27,9	22,3±2,8
Сосняк брусничниковый	80,7±7,8	229±24	184,8±31,1	18,5±3,1

Результаты оценки влияния подстилки на влажность почвы в экотопах оказались не столь однозначными как по влиянию на ее температуру и не позволили выявить существенных различий между вариантами опыта, что связано, вероятно, с характером распространения и степени активности корней деревьев, а также с большой пространственной вариабельностью данного показателя. Они показали, что в сосняке лишайниковом влажность разных слоев почвы изменялись в течение вегетационного периода от 2,02 до 5,86 %, а сосняке лишайниково-мшистом – от 2,00 до 5,62 % (табл. 4.2), где она во все сроки учета оказалась в среднем более высокой. На площадках с удалением напочвенного покрова в сосняке лишайниковом она была в среднем выше, чем на площадках без его удаления, а в сосняке же лишайниково-мшистом с более мощным и влагоемким напочвенным покровом картина была

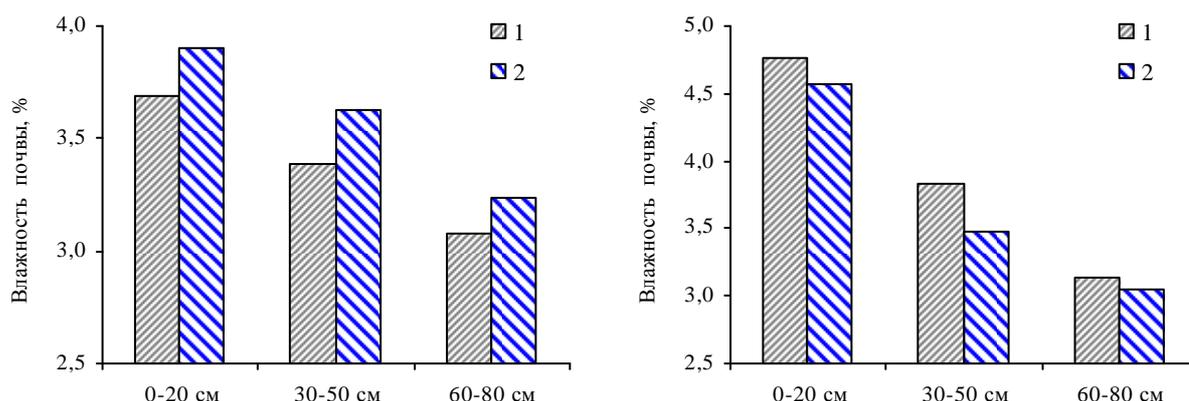
противоположной (рис. 4.2). Получается, таким образом, что моховой покров способствует сохранению влаги в почве, а лишайниковый, наоборот, испаряет ее больше, чем открытая почва.

Попытаемся проанализировать эту ситуацию и найти объяснение существующим противоречиям. Весной, по сравнению с осенью предшествующего года, влажность почвы, особенно в верхних слоях, должна теоретически увеличиваться за счет поступления влаги от таяния снега, к середине лета снижаться, а к осени опять возрастать.

Таблица 4.2

**Динамика влажности почвы в 80-летних сосняках заповедника «Большая Кокшага»**

Дата учета	Влажность различных слоев почвы в экотопах, %					
	Сосняк лишайниковый			Сосняк лишайниково-мшистый		
	0-20 см	30-50 см	60-80 см	0-20 см	30-50 см	60-80 см
На площадках с ненарушенным напочвенным покровом						
16.06. 2015 г.	2,02	2,83	2,16	4,07	3,11	3,41
23.09. 2015 г.	4,14	4,02	3,37	5,48	4,76	3,13
12.05. 2016 г.	4,78	3,68	3,41	5,02	4,25	3,95
15.07. 2016 г.	3,37	2,40	2,22	3,80	2,25	2,00
14.09. 2016 г.	4,14	4,02	3,70	5,48	4,76	3,95
На площадках с удаленным напочвенным покровом						
16.06. 2015 г.	2,88	3,27	2,83	3,36	2,51	2,50
23.09. 2015 г.	3,52	4,02	3,81	5,62	4,14	2,56
12.05. 2016 г.	5,86	3,78	3,25	4,25	4,53	3,97
15.07. 2016 г.	3,73	3,06	2,50	4,02	2,03	2,42
14.09. 2016 г.	3,52	4,02	3,91	5,62	4,14	3,35



**Рис. 4.2. Средняя влажность разных слоев почвы на площадках с ненарушенным (1) и удаленным (2) напочвенным покровом в сосняках лишайниковом (слева) и лишайниково-мшистом.**

Эти умозрительные выкладки, однако, далеко не во всех случаях совпали с фактически-ми данными. Так, к примеру, в сосняке лишайниковом влажность верхнего 20-см слоя почвы весной 2016 года по сравнению с осенью предшествующего увеличилась на площадках с

удалением напочвенного покрова на 2,33 %, а на площадках без его удаления только на 0,64 %, составив в первом случае 5,86 %, а во втором 4,78 %. Исходная гипотеза, таким образом, нашла здесь полное подтверждение. В сосняке же лишайниково-мшистом, где масса и влагоемкость подстилки выше, влажность почвы за этот период времени, наоборот, уменьшилась в первом случае на 1,47 %, а во втором на 0,45 %. С мая по июль 2016 года влажность этого слоя почвы в обоих экотопах в целом снизилась, однако характер изменений в каждом из них был иной: в сосняке лишайниковом наибольшие потери произошли на площадках с удалением подстилки, а в сосняке лишайниково-мшистом, наоборот, без ее нарушения. В сентябре дождливого 2015 года влажность почвы в обоих экотопах повысилась по сравнению с июнем, однако в сосняке лишайниковом наибольшая прибавка (2,12 %) произошла на площадках с удалением покрова, а в лишайниково-мшистом, наоборот, без его нарушения (2,26 %). В сухом 2016 году картина существенно изменилась: в сосняке лишайниковом на площадках с удалением покрова влажность этого слоя почвы снизилась на 0,20 %, а на площадках без его нарушения увеличилась на 0,77 %. В сосняке же лишайниково-мшистом ее значения в обоих вариантах опыта увеличились примерно на одну и ту же величину (1,60-1,68 %).

Влажность слоя почвы 30-50 см на площадках с ненарушенным напочвенным покровом в сосняке лишайниковом весной 2016 года уменьшилась по сравнению с осенью предшествующего на 0,34 %, а с удаленным – на 0,24 %. Во втором экотопе снижение влажности на площадках с ненарушенным напочвенным покровом было более значительным, составив 0,51 %. На площадках же с удаленным покровом она, наоборот, увеличилась на 0,39 %. С мая по июль 2016 года влажность этого слоя почвы в обоих экотопах в целом снизилась, однако в сосняке лишайниковом наибольшие потери произошли на площадках с ненарушенным покровом (1,28 %), а в сосняке лишайниково-мшистом, наоборот, с его удалением (2,50 %). В сентябре дождливого 2015 года влажность почвы в обоих экотопах повысилась по сравнению с июнем, однако в сосняке лишайниковом наибольшая прибавка произошла на площадках с ненарушенным покровом (1,19 %). Во втором экотопе в обоих вариантах опыта ее значения увеличились примерно на одну и ту же величину (1,63-1,65 %). В 2016 году в сосняке лишайниковом на площадках с удалением покрова влажность этого слоя почвы увеличилась на 0,96 %, а на площадках без его нарушения на 1,62 %. В сосняке лишайниково-мшистом ее значения в первом случае увеличились на 2,11 %, а во втором на 2,51 %.

Характер изменения влажности слоя почвы 60-80 см был несколько иным. В сентябре дождливого 2015 года наибольшее увеличение влажности почвы произошло в сосняке лишайниковом на площадках с ненарушенным напочвенным покровом (1,21 %). В сосняке же лишайниково-мшистом в этом варианте опыта ее величина снизилась на 0,28 %, а на площадках с ненарушенным покровом практически не изменилась. Весной 2016 года, по срав-

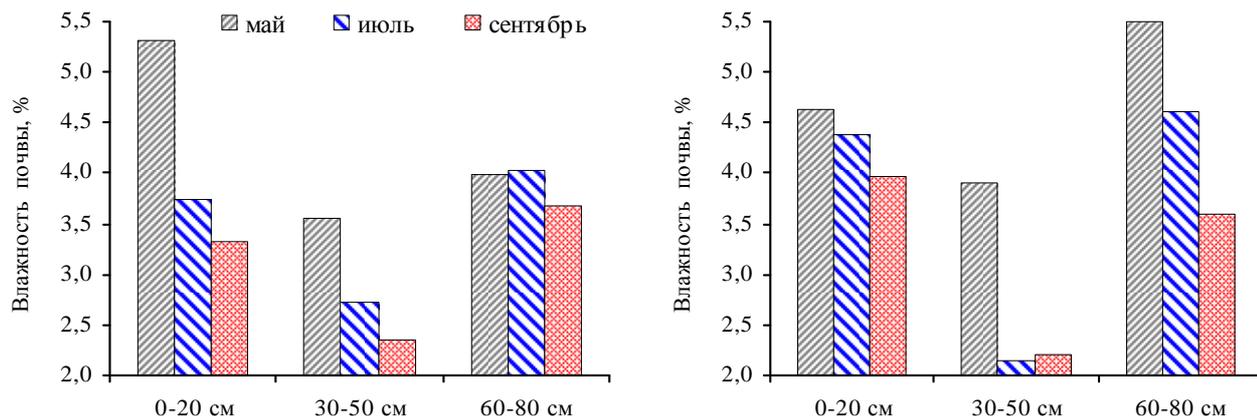
нению с осенью предшествующего, ее значения в сосняке лишайниковом на площадках с ненарушенным покровом практически не изменились, а с удаленным снизились на 0,56 %. В сосняке же лишайниково-мшистом влажность этого слоя почвы увеличилась на 0,82 и 1,41 % соответственно. С мая по июль 2016 года влажность этого слоя почвы во всех вариантах опыта обоих экотопов в целом снизилась, однако наибольшие потери произошли в сосняке лишайниково-мшистом, особенно на площадках с ненарушенным покровом (1,90 %). В засушливом и жарком 2016 году влажность почвы увеличилась за счет обильных осадков, прошедших в конце августа и начале сентября, в сосняке лишайниковом на площадках с ненарушенным покровом на 1,33 %, а с его удалением на 1,86 %. Во втором же экотопе влажность этого слоя почвы на площадках с ненарушенным покровом увеличилась на 1,38 %, а на площадках с его удалением уменьшилась на 0,25 %.

Важную информацию о влиянии подстилки и полога древостоя на интенсивность круговорота воды в лесных экосистемах можно получить на основе анализа динамики ее запасов в верхнем 80-см слое почвы, где расположена основная масса корней деревьев. Расчеты показали, что в дождливом 2015 году запасы воды в почве сосняка лишайникового от лета к осени увеличились меньше, чем сосняка лишайниково-мшистого (табл. 4.3). От осени 2015 к весне 2016 года в обоих экотопах, как это не парадоксально, запасы воды в почве практически не изменились, хотя должны были пополниться за счет снеготаяния. Этот факт связан, на наш взгляд, с поглощением влаги древостоем в период сокодвигения и насыщением водопроводящей системы деревьев. От мая к июлю 2016 года запасы воды в почве продолжали снижаться, что обусловлено испарением её древостоем и напочвенным покровом. Особенно значительные потери произошли в сосняке лишайниково-мшистом, где древостой и напочвенный покров более развиты. К середине сентября в потери влаги обоих экотопах практически полностью компенсировались за счет выпавших осадков и их запас вновь возвратился к весенней отметке. Влажность почвы на глубине 30-50 см, где располагается основная масса сосущих корней деревьев, во все сроки учета, особенно летом и осенью, была гораздо меньше, чем в выше и ниже расположенных слоях (рис. 4.3), что связано с большим потреблением воды древостоем для поддержания своей жизнедеятельности. Этот факт свидетельствует о высоком информативном значении влажности данного слоя почвы для оценки динамики влагообеспеченности древостоя.

Таблица 4.3

**Динамика запасов воды в верхнем 80-см слое почвы разных экотопов**

Экотоп	Запас воды в разные сроки учета (перед чертой) и его изменение (за чертой), т/га				
	16.06.2015 г.	23.09.2015 г.	12.05.2016 г.	15.07.2016 г.	14.09.2016 г.
СЛШ	349,8	449,6 / 99,8	453,0 / 3,4	314,7 / -138,3	449,6 / 134,9
СЛШМ	351,5	487,5 / 136,0	487,2 / -0,3	312,7 / -174,5	487,5 / 174,8



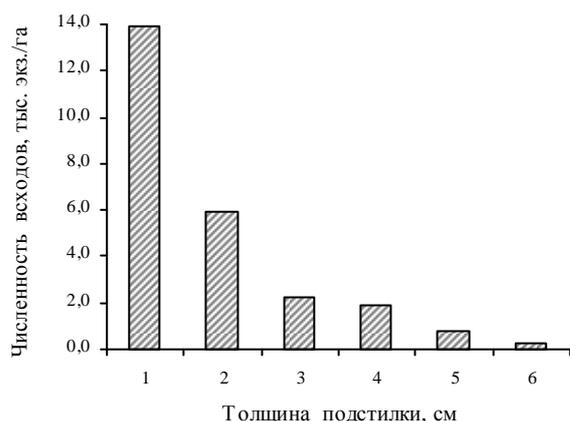
**Рис. 4.3.** Сезонная динамика влажности разных слоев почвы в сосняке лишайниковом (слева) и лишайниково-мшистом.

Роль напочвенного покрова в лесных биогеоценозах, таким образом, далеко не однозначна. Он, с одной стороны, задерживает поступление в почву осадков и испаряет их в процессе своей жизнедеятельности, а с другой – способствует сохранению влаги в ней во время жары. От его мощности, которая является интегральным показателем скорости биологического круговорота в лесных экосистемах (табл. 4.4), во многом зависит, как было установлено [30, 48], возобновление леса (рис. 4.4) и пожароопасность насаждений. Напочвенный покров способствует увеличению кислотности почвы [21], которая в сосняках мшистых в пределах всего почвенного профиля значительно выше, чем в сосняках лишайниковых (рис. 4.5), что влияет, естественно, на почвенную биоту, ферментативную активность почв, подвижность химических элементов и их доступность растениям [3, 18, 33, 45]. Выявленные нами различия сезонной динамики влажности почвы в разных экотопах связаны, вероятно, с особенностями потребления влаги напочвенным покровом и древостоем, а также перемещения ее в почве (жидкость, как известно, движется в направлении более высокой концентрации солей). Для их объяснения необходимо проведение дальнейших исследований, их углубление и расширение.

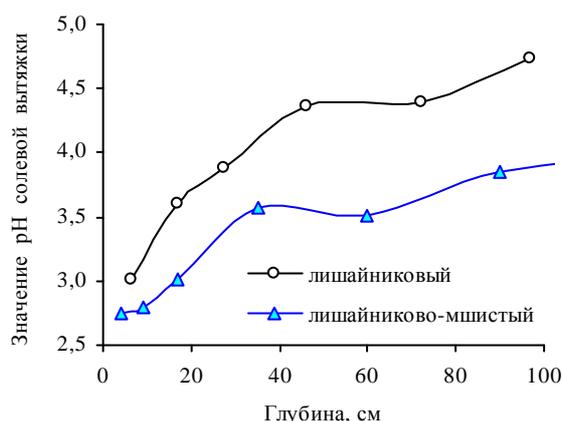
Таблица 4.4

**Шкала для оценки скорости биологического круговорота в биогеоценозах по мощности подстилки**

Параметр подстилки	Значения параметров, соответствующие разной скорости биологического круговорота				
	Очень высокая	Высокая	Средняя	Низкая	Очень низкая
Толщина, см	< 1	1-3	3-8	8-15	> 15
Запас, т/га	< 5	5-15	15-45	45-90	> 90



**Рис. 4.4.** Влияние толщины лесной подстилки на численность в биогеоценозе всходов сосны.



**Рис. 4.5.** Изменение значений pH почвы в сосняках заповедника по градиенту ее глубины.

Важную информацию о состоянии лесных экосистем и протекании в них биологического круговорота могут нести и другие параметры напочвенного покрова, на расшифровку значений которых направлены сейчас усилия исследователей. Анализ полученного материала показал, что наибольшей вариабельностью, а, следовательно, и информативностью, обладает показатель содержания в подстилке обменного магния (табл. 4.5). Несколько в меньшей степени варьируют в выборке значения гидролитической кислотности, обменного кальция, суммы обменных оснований, отношения значений кальция к магнию, а также подвижного калия к фосфору. Меньше же всего изменяются значения актуальной и обменной кислотности, а также их отношения между собой. Коэффициент вариации значений остальных параметров подстилки изменяется в пределах от 26,5 до 55,3 %.

Таблица 4.5

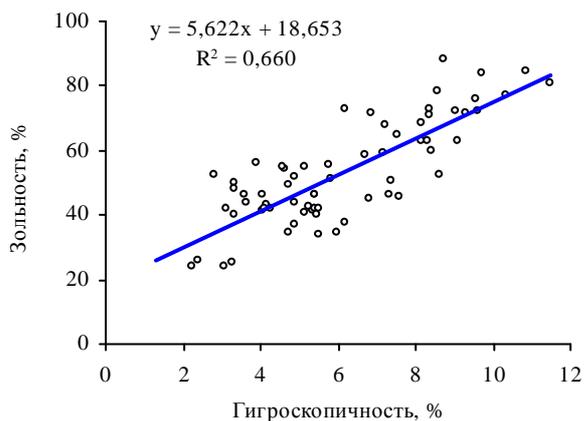
**Статистические показатели параметров напочвенного покрова в сосновых биогеоценозах**

Параметр	Значения статистических показателей					
	$M_x \pm m_x$	min	max	$S_x$	V, %	p, %
Гигроскопичность, %	$5,9 \pm 0,9$	1,3	11,5	2,4	40,1	4,8
Зольность, %	$52,3 \pm 1,9$	15,6	88,4	16,6	31,7	3,6
Актуальная кислотность (pH <sub>вод.</sub> )	$5,14 \pm 0,06$	3,66	6,12	0,48	9,4	1,1
Обменная кислотность (pH <sub>KCl</sub> )	$4,24 \pm 0,08$	3,10	5,85	0,66	15,5	1,9
Отношение pH <sub>вод.</sub> / pH <sub>KCl</sub>	$1,23 \pm 0,02$	1,00	1,72	0,13	10,3	1,2
Гидролитическая кислотность	$42,1 \pm 3,8$	9,6	149,9	33,5	79,5	8,9
Содержание обменного Ca <sup>2+</sup>	$20,8 \pm 1,5$	6,4	68,0	12,5	60,3	7,2
Содержание обменного Mg <sup>2+</sup>	$13,4 \pm 1,8$	1,4	86,5	14,9	111,4	13,3
Отношение Ca/Mg	$2,5 \pm 0,2$	0,4	9,7	1,7	68,0	8,1
Сумма Ca <sup>2+</sup> и Mg <sup>2+</sup>	$35,6 \pm 2,8$	9,4	120,5	24,8	69,7	7,8
Степень насыщенности основаниями, %	$47,3 \pm 1,4$	18,4	75,9	12,5	26,5	3,0
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$19,9 \pm 1,1$	5,5	52,3	9,4	47,5	5,7
Содержание K <sub>2</sub> O	$110,2 \pm 7,3$	11,8	268,2	60,9	55,3	6,6
Отношение K <sub>2</sub> O / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$6,6 \pm 0,6$	2,1	24,9	5,0	75,5	9,0

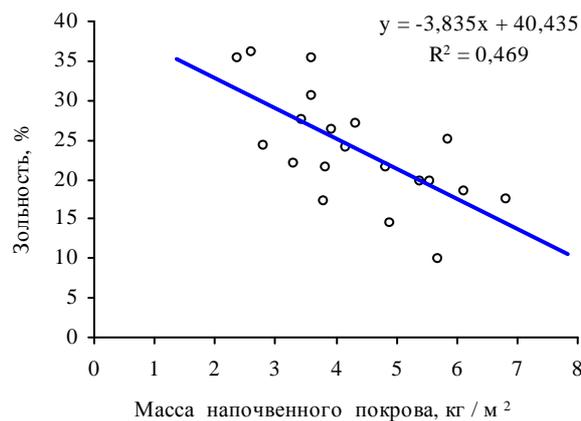
**Примечание:** величины гидролитической кислотности, суммы обменных оснований, подвижного фосфора и калия выражены мг-экв. на 100 г массы образца;  $M_x$  – среднее арифметическое значение показателя;  $m_x$  – ошибка среднего арифметического; min, max – минимальное и максимальное значения;  $S_x$  – среднее квадратическое (стандартное) отклонение показателя; V – коэффициент вариации, %; p – ошибка опыта, %.

Значения некоторых параметров довольно сильно коррелируют между собой, что свидетельствует об их одинаковой информационной значимости при анализе процессов формирования подстилки. Так, к примеру, тесная положительная корреляционная связь существует между гигроскопичностью и зольностью подстилки (рис. 4.6), указывающая на то, что влагу притягивают к себе, как это следует из законов физики, в основном соли минералов. Наличие этой связи позволяет отказаться в ряде случаев от довольно трудоемкой процедуры отжига подстилки и оценивать ее зольность по величине гигроскопичности, используя соответствующее уравнение регрессии. Исследования показали также [12], что зольность подстилки обратно пропорциональна ее толщине (рис. 4.7), причиной чего является большое присутствие в ней минеральных компонентов, выбиваемых каплями дождя из почвы: чем меньше толщина напочвенного покрова, тем выше за счет этих компонентов зольность подстилки. Зависимость зольности подстилки от ее толщины и гигроскопичности будет, на наш взгляд, сугубо специфичной для каждого типа леса в зависимости от флористического состава растительности и гранулометрического состава почв. Подтвердить или опровергнуть эту гипотезу помогут дальнейшие целенаправленные исследования. Особенно тесно связаны между собой значения актуальной, обменной и гидролитической кислотности (рис. 4.8 и 4.9). Довольно тесная связь отмечается также между гидролитической кислотностью подстилки, которая характеризует суммарное содержание всех кислотных ее компонентов [7, 16, 33], и содержанием в ней обменных оснований (рис. 4.10), а также подвижного калия (рис. 4.11), что полностью подтверждает результаты других исследователей [17]. Связь же между зольностью подстилки и ее гидролитической кислотностью, на высокую тесноту которой указывают они, в нашей выборке наоборот очень слабая ( $r = -0,32$ ). Причиной этого является, на наш взгляд, большое присутствие в подстилке песчинок, выбиваемых каплями дождя из почвы, которые искажают характер этой связи. Значения остальных параметров подстилки слабо связаны между собой, что свидетельствует об их самостоятельной информативной значимости. Наиболее информативными показателями состояния подстилки, характеризующими скорость биологического круговорота в лесных экосистемах, являются, исходя из результатов анализа полученного нами материала, являются ее запас, гигроскопичность, зольность и гидролитическая кислотность. Остальные показатели имеют вспомогательное информативное значение.

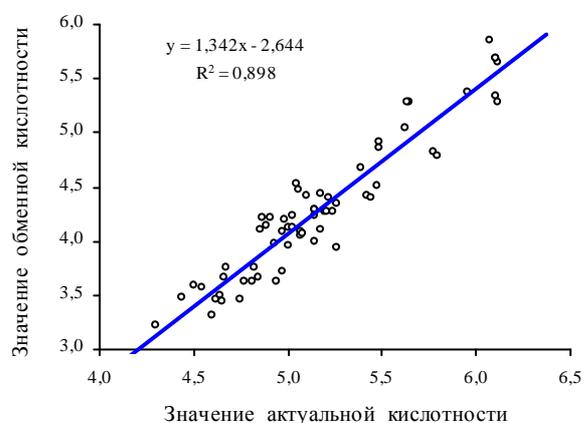
Собранный нами материал, а также анализ литературных источников [9, 37] позволили разбить значения параметров подстилки на различные градации и разработать шкалу для оценки скорости биологического круговорота в лесных экосистемах Среднего Поволжья (табл. 4.6). Так, к примеру, низкие значения гигроскопичности, зольности и обменной кислотности подстилки соответствуют ее слабому разложению и заторможенности биологического круговорота. Об этом же свидетельствуют высокие значения показателей гидролитической



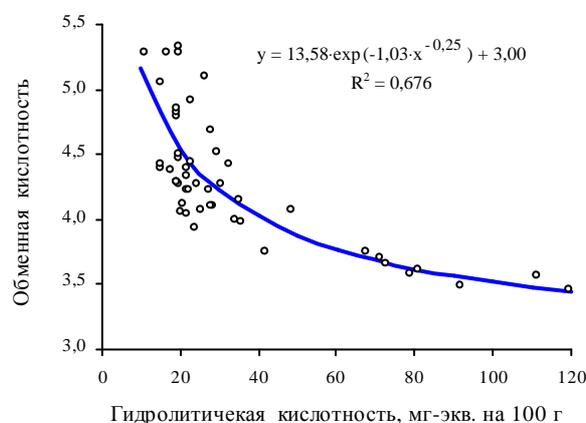
**Рис. 4.6.** Характер связи между зо́льностью и гигроскопичностью лесной подстилки.



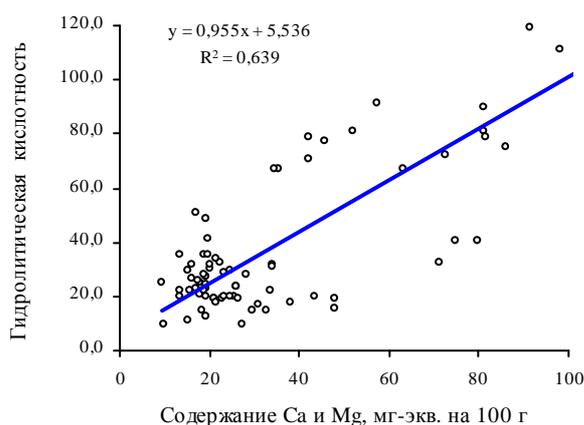
**Рис. 4.7.** Зависимость зо́льности напочвенного покрова от его абсолютно сухой массы.



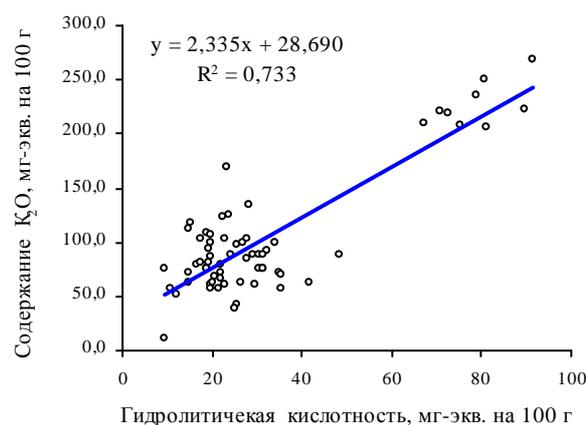
**Рис. 4.8.** Характер связи между значениями актуальной и обменной кислотности подстилок лесных биогеоценозов на песчаных почвах.



**Рис. 4.9.** Характер связи между обменной и гидролитической кислотностью подстилок лесных биогеоценозов на песчаных почвах.



**Рис. 4.10.** Отношение между содержанием в подстилках обменных оснований и значениями их гидролитической кислотности.



**Рис. 4.11.** Характер связи между содержанием в лесной подстилке боров подвижных соединений калия и гидролитической кислотностью.

кислотности подстилки и содержания в ней суммы обменных оснований, а также подвижных соединений фосфора и калия, которые слабо усваиваются растениями в условиях кислой

среды [3, 18, 21, 33, 45]. В щелочной среде, соответствующей значениям обменной кислотности > 6,5 единиц и гидролитической кислотности менее 10 мг-экв. на 100 г почвы, подвижность многих элементов вновь уменьшается, что приводит к снижению скорости биологического круговорота в экосистемах. Каждому виду растения для его успешного развития присущ свой оптимум кислотности почв.

Таблица 4.6

**Шкала оценки скорости биологического круговорота в лесных экосистемах по значениям физико-химических параметров их подстилки**

Параметр подстилки	Значения параметров подстилки, соответствующие разной скорости круговорота				
	Очень низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
Гигроскопичность, %	< 1,5	1,5-4,5	4,5-7,5	7,5-10,5	> 10,5
Зольность, %	< 15	15-35	35-55	55-75	> 75
Значение pH <sub>KCl</sub>	< 3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	> 5,0
H, мг-экв. на 100 г	> 120	120-90	90-60	60-30	< 30
COO, мг-экв. на 100 г	> 100	100-80	80-50	50-20	< 20
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	> 70	70-50	50-30	30-10	< 10
Содержание K <sub>2</sub> O	> 180	180-130	130-80	80-30	< 30

**Примечание:** H – гидролитическая кислотность, COO – сумма обменных оснований, CNO – степень насыщенности основаниями; содержание подвижного фосфора и калия выражены мг-экв. на 100 г массы подстилки.

Вариабельность параметров подстилки связана, как отмечают исследователи [4, 17, 21, 34], с различиями флористического состава подпологовой растительности, зависящей, в свою очередь, от трофности и влажности почв, что полностью подтвердили результаты анализа, проведенного нами на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 400 [11, 12]. Наиболее сильно варьирует между разными видами растений содержание в них калия и железа (табл. 4.7). Несколько слабее изменяется содержание свинца и никеля (V = 101 %). Меньше же всего варьирует зольность растений и содержание в них меди (V = 42-46 %). Содержание золы, наиболее велико в листьях ракитника, кальция – листьях брусники, калия – стеблях толокнянки, марганца – листьях и стеблях брусники, стеблях черники, листьях и стеблях багульника, железа – в сфагнуме, листьях ракитника, а также в зеленых мхах. Цинка больше всего содержится в стеблях толокнянки, меди – в листьях и стеблях ракитника, а также в стеблях брусники, хрома – в листьях брусники и мирта болотного, свинца в сфагнуме и кукушкином льне. По содержанию хрома хвоя сосны занимает первый из 16 рангов, кобальта – второй, свинца, никеля и цинка – третий, калия – восьмой, железа – девятый, кальция – 10, марганца и кадмия – 11, золы – 12, меди – 15. В тканях *Pleurozium schreberi* содержание золы и зольных элементов гораздо выше, чем в тканях *Cladonia silvatica*. Особенно велики различия между ними по никелю (в 10,4 раза) и марганцу (в 5,3 раза). Ткани мха, по сравнению с остальными компонентами напочвенного покрова, содержат гораздо больше железа, кобальта, никеля и кадмия. Наиболее же мала концентрация кальция, калия, цинка, меди и никеля в тканях лишайника.

Таблица 4.7

## Содержание золы и зольных элементов в различных компонентах живого напочвенного покрова сосновых лесов Марийского Заволжья

Растения и параметры	Содержание золы (%) и химических элементов (мг/кг абсолютно сухой массы образца)											
	Зола	Ca	K	Mn	Fe	Zn	Cu	Cr	Pb	Ni	Co	Cd
<i>Cladonia silvatica</i>	1,77	726,6	1839,6	98,7	264,6	15,6	1,62	0,68	0,53	0,15	0,26	0,12
<i>Pleurozium schreberi</i>	4,82	2583,6	2992,4	581,7	473,6	29,9	5,75	1,15	0,46	1,16	1,53	0,40
<i>Polytrichum commune</i>	2,64	3965,4	4892,3	171,5	391,3	30,3	5,24	5,79	2,68	3,01	0,76	0,29
<i>Sphagnum sp.</i>	2,94	1757,0	2068,2	49,1	642,4	18,2	3,20	2,38	3,63	1,53	0,58	0,29
Ракитник – листья	6,23	12836,2	6685,7	682,4	52,0	45,3	9,34	1,67	1,76	0,23	1,14	0,32
Ракитник – стебли	1,68	1877,1	2754,8	94,9	32,7	19,6	7,26	0,71	0,87	0,91	0,83	0,13
Толокнянка – листья	2,64	7366,9	2917,2	13,4	27,5	20,0	2,66	0,71	0,99	0,13	0,90	0,11
Толокнянка – стебли	2,65	7303,8	2578,0	40,2	84,1	80,3	3,89	0,94	0,14	0,38	0,26	0,14
Брусника – листья	3,40	14211,0	3236,1	940,0	31,3	21,1	5,11	6,15	0,74	0,89	0,55	0,53
Брусника – стебли	2,62	12365,9	2411,9	754,9	56,7	30,8	8,52	1,78	0,43	0,56	0,38	0,63
Черника – стебли	3,62	13394,4	3727,3	905,9	16,3	22,8	4,93	1,35	0,44	0,04	0,41	0,25
Мирт болотный – листья	3,04	10876,4	3105,2	777,3	36,7	21,6	4,37	6,04	0,76	0,33	0,46	0,42
Мирт болотный – стебли	1,18	1904,4	1929,6	584,6	36,9	20,1	4,80	1,27	0,20	0,55	0,17	0,28
Багульник – листья	3,00	8739,6	3161,2	823,8	58,3	24,6	4,21	4,22	0,29	0,35	0,51	0,33
Багульник – стебли	1,99	8519,1	1917,1	867,7	30,7	17,5	3,74	2,11	0,10	0,36	0,27	0,17
Сосна – хвоя	2,33	5657,0	3024,7	123,7	53,9	38,5	1,71	-	2,27	1,34	1,36	0,17
<b>Среднее по всем видам</b>	<b>2,91</b>	<b>7130,3</b>	<b>4527,7</b>	<b>469,4</b>	<b>172,3</b>	<b>28,5</b>	<b>4,77</b>	<b>2,46</b>	<b>1,02</b>	<b>0,74</b>	<b>0,65</b>	<b>0,29</b>
Стандартное отклонение	1,23	4659,2	5798,4	365,0	212,7	16,00	2,18	2,03	1,03	0,75	0,41	0,15
Коэффициент вариации	42,3	65,3	128,1	77,8	123,5	56,1	45,6	82,5	101,2	101,1	63,1	52,6

Это далеко не полный перечень химических элементов, содержащихся в растениях. Исследования, проведенные в лаборатории Казанского (Приволжского) федерального университета на рентгенофлуоресцентном волнодисперсионном спектрометре S8 Tiger (Bruker, Германия), который позволяет определять элементный состав твердых, порошкообразных и жидких образцов в диапазоне от В до U, показали, что в золе подстилки сосняков лишайниково-мшистых и брусничниковых содержится не менее 24 элементов. Наиболее массовым из них являются кислород (52,8 %), образующий со всеми остальными элементами оксиды, и кремний (41,1 %), за которым в порядке убывания за ними следуют алюминий (2,20 %), железо (1,133 %) и кальций (0,842 %). Далее располагаются калий (0,627 %), натрий (0,336 %), магний (0,254 %) и фосфор (0,245 %). Значительно меньше в зольном остатке подстилки содержится фосфора (0,245 %), серы (0,152 %), марганца (0,123 %), и титана (0,118 %), за которыми следуют никель (0,028 %), барий (0,019 %), хлор (0,018 %), цинк (0,012 %) и цирконий (0,010 % = 100 мг/кг золы). Замыкают ранговый ряд элементов хром (78 мг/кг), медь (53 мг/кг), свинец (47 мг/кг), стронций (45 мг/кг), рутений (40 мг/кг), рубидий (22 мг/кг) и мышьяк (1 мг/кг).

Растения воздействуют на подстилку и почву не только своим опадом, но и прижизненными выделениями [13, 14]. Проведенный нами химический анализ водных экстрактов растений показал, что содержание ионов металлов изменяется в них в очень больших пределах (табл. 4.8). Это связано, вероятно, как с составом клеточного сока растений, так и с проницае-

Таблица 4.8

**Реакция среды и содержание химических элементов в водных экстрактах различных растений**

Растение	рН	Содержание элементов в растворе, мг/л							К/Са
		Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	
Сосна	6,66	420,7	4393,0	0,00	12,2	1,05	0,09	0,70	10,4
Ель	6,46	71,9	508,3	0,00	21,1	1,27	0,10	0,00	7,1
Можжевельник	7,27	66,7	466,7	0,36	4,18	0,00	0,00	0,00	7,0
Береза	6,77	245,0	1358,0	0,00	102,0	6,79	0,00	0,00	5,5
Осина	7,04	532,1	5556,0	3,79	130,9	33,1	10,5	1,74	10,4
Липа	7,11	2519,0	4350,0	3,93	75,2	1,67	1,33	0,65	1,7
Дуб	6,61	438,0	2794,0	1,72	67,7	0,61	0,06	1,08	6,4
Орляк	6,53	206,3	5188,0	0,00	7,79	0,49	0,08	0,00	25,2
Ландыш	6,80	1,17	0,638	0,64	39,1	0,00	1,17	0,40	0,5
Мох Шребера	6,32	31,8	287,9	2,18	6,58	1,42	0,97	0,38	9,1
Сфагнум	6,00	56,0	1919,0	2,89	1,31	0,33	0,52	0,38	34,2
Кладония	6,30	31,9	247,5	1,34	1,82	0,09	0,09	0,00	7,8

мостью кутикулы их листьев. Лидером по содержанию всех элементов, кроме кальция и железа, являлись листья осины. Концентрация же кальция и железа наиболее высока в экстрактах листьев липы. Меньше всего этих элементов содержится в вытяжках из листьев ландыша, а марганца – из стеблей сфагнума. Ионов железа не обнаружено в растворах, в которых

замачивали листья березы, орляка, сосны и ели, цинка – ландыша и можжевельника, меди – березы и можжевельника. Никель не обнаружен в экстрактах пяти видов растений: ели, можжевельника, березы, орляка и кладонии. Довольно значительно изменялись также значение рН экстрактов, хотя реакция всех их была близка к нейтральной или слабощелочной. Наиболее высокое значение рН имели вытяжки из хвои можжевельника, а наиболее низкое – из стеблей сфагнома. Очень сильно варьирует в вытяжках отношение содержания калия к кальцию. Высокие значения этой величины имеют вытяжки из сфагнома, в которых калия в 34,2 раза больше, чем кальция, и из орляка (25,2). В вытяжках же из листьев ландыша и липы отношения содержания калия к кальцию самые низкие (0,5-1,7). Эти данные дополняют сведения других исследователей о различии состава водной вытяжки растений и влиянии ее на химизм лесной подстилки [21].

От величины рН вытяжек в определенной мере зависит, как было установлено, концентрация в них кальция и марганца (табл. 4.9). На концентрацию остальных элементов величина рН воздействие оказывает очень слабое, а на концентрацию железа вообще не влияет. Очень тесно связана между собой концентрация в растворах ионов цинка и меди ( $r = 0,96$ ). Тесная связь отмечается между содержанием в вытяжках меди и никеля ( $r = 0,78$ ), цинка и марганца ( $r = 0,75$ ), цинка и никеля ( $r = 0,72$ ), а умеренная – между концентрацией в них марганца и меди, марганца и никеля, железа и никеля. Коррелятивная связь между концентрацией ионов остальных элементов умеренная или очень слабая.

Исследования показали, что экстракты растений по-разному влияют на содержание подвижных форм зольных элементов в почве (табл. 4.10). Так, после ее обработки экстрактами из листьев липы содержание в растворах ионов кальция увеличилось более чем в 30 раз, калия в 16 раз, а марганца в 35 раз по сравнению с растворами, приготовленными на основе дистиллированной воды. Содержание подвижных ионов цинка больше всего увеличилось после обработки почвы водными настояками из хвои сосны, стеблей сфагнома и мха Шребера, меди – из листьев ландыша, никеля – из листьев дуба. Увеличение подвижных форм калия и цинка после обработки экстрактами многих растений было более значительным, чем после обработки почвы аммонийно-ацетатным буфером. После обработки почвы экстрактами из листьев липы и осины содержание ионов кальция в растворе было таким же, как после обработки почвы смесью кислот. Концентрация же подвижных ионов железа, наоборот, снизилась, что обусловлено связыванием их, как отмечено исследователями [43, 47], полифенолами, танинами и фосфорной кислотой, содержащихся в вытяжках. Особенно сильное влияние на снижение содержания ионов железа оказали экстракты из хвои можжевельника (в 11,7 раза) и ели (в 5,9 раза), воздействие которых на концентрацию ионов кальция и калия было минимальным. Экстракты из мхов Шребера и сфагнома, наоборот, привели к увеличению содержания подвижной формы железа в почве. Отношение содержания калия к кальцию в

вытяжках почвы стало намного меньшим, чем в вытяжках растений и приблизилось по величине к отношению этих элементов в водной вытяжке почвы.

Таблица 4.9

**Матрица коэффициентов корреляции между концентрацией элементов в экстрактах растений**

Элемент	Значения коэффициента корреляции между концентрацией элементов в вытяжке							
	pH	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
pH	1,00							
Ca <sup>2+</sup>	0,46	1,00						
K <sup>+</sup>	0,26	0,51	1,00					
Fe <sup>3+</sup>	0,06	0,57	0,34	1,00				
Mn <sup>2+</sup>	0,51	0,42	0,42	0,41	1,00			
Zn <sup>2+</sup>	0,35	0,09	0,48	0,46	0,75	1,00		
Cu <sup>2+</sup>	0,34	0,15	0,48	0,59	0,66	0,96	1,00	
Ni <sup>2+</sup>	0,27	0,32	0,59	0,65	0,64	0,72	0,78	1,00

Таблица 4.10

**Химический состав образцов почвы, обработанной экстрактами различных растений**

Экстракты растений	Содержание элементов в растворе, мг/л						
	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
Сосны	402,5	135,1	28,41	29,52	15,1	0,19	0,00
Ели	284,3	93,36	10,18	22,05	0,33	0,00	0,00
Можжевельника	233,6	103,3	5,141	14,95	0,00	0,11	0,00
Березы	450,6	301,8	47,89	46,40	0,98	0,24	0,46
Осины	1394,0	806,7	53,00	133,1	3,94	0,20	0,88
Липы	1402,0	896,0	24,60	63,47	3,90	0,34	0,76
Дуба	559,1	378,3	54,93	62,97	7,92	0,42	0,94
Орляка	604,2	656,5	42,61	70,98	0,32	0,10	0,34
Ландыша	783,9	774,0	36,87	78,77	3,23	0,63	0,29
Мха Шребера	586,1	479,0	70,79	70,63	8,20	0,38	0,00
Сфагнома	354,0	427,9	125,7	44,09	8,94	0,41	0,00
Кладонии	218,0	93,90	10,16	14,52	0,26	0,23	0,54
Чистая вода	44,77	55,66	60,30	3,752	0,00	0,11	0,00
ААБ*	6238,0	267,5	121,1	495,0	5,22	0,43	3,70
Смесь азотной и соляной кислот	1156,0	2418,0	19536,0	1278,0	63,0	8,78	45,9

**Примечание:** \* ААБ – аммонийно-ацетатный буфер.

Изменение содержания подвижных ионов металлов в вытяжках почвы происходит не в результате различия концентрации их в экстрактах-реагентах, а под действием присутствующих в них органических кислот и ферментов, сугубо специфичных для каждого вида растения [10, 19, 28, 38]. Слабое влияние концентрации подвижных форм химических элементов в экстрактах растений или полное его отсутствие на их содержание в водных вытяжках почвы подтвердил проведенный нами регрессионный анализ (табл. 4.11). Содержание кальция, железа и марганца в вытяжках почвы, как показали расчеты, определяет в основном величина pH экстракта растений. Причем связь ее с содержанием кальция прямая, а с желе-

зом и марганцем – обратная. Содержание остальных элементов в вытяжках почвы практически не зависит от величины рН экстракта растений. Большое влияние на подвижность в почве элементов оказывает не только кислотность подстилки, но и водорастворимые компоненты органического вещества, которые обладают хорошо выраженной способностью восстанавливать  $Fe^{3+}$  до  $Fe^{2+}$  и образовывать с железом комплексные соединения, легко мигрирующие в почве [21].

Таблица 4.11

**Параметры уравнений регрессии зависимости содержания подвижных ионов металлов в вытяжках почвы от величины рН экстрактов растений и концентрации в них тех же элементов**

Параметр уравнения	Значения параметров уравнения $Y = a + b \cdot X + c \cdot Z$ для различных элементов*						
	$Ca^{2+}$	$K^+$	$Fe^{3+}$	$Mn^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Cu^{2+}$	$Ni^{2+}$
a	-1178,1	-687,8	370,0	114,3	31,6	0,80	-1,13
b	246,2	147,8	-51,6	-13,1	-4,02	-0,08	0,19
c	0,357	0,056	10,78	0,607	0,008	0,000	0,397
$R^2$	0,545	0,217	0,525	0,529	0,101	0,029	0,417
$F_{факт.}$	<b>3,97</b>	0,92	<b>3,67</b>	<b>3,73</b>	0,37	0,10	<b>2,37</b>

**Примечание:** Y – содержание подвижных ионов металлов в вытяжках почвы, мг/л; X – значение рН экстрактов растений; Z – содержание подвижных ионов металлов в экстрактах растений, мг/л;  $R^2$  - коэффициент детерминации уравнения;  $F_{факт.}$  – фактическое значение критерия Фишера ( $F_{0,05} = 2,15$ ).

Большое влияние на разложение лесной подстилки и вымывание из нее химических элементов оказывают атмосферные осадки, которые, проходя сквозь полог древостоя, насыщаются экзометаболитами растений, обладающих высокой способностью к преобразованию отмершего органического вещества [2, 20, 23, 25, 27, 29, 31, 36, 42, 44, 46]. Специально поставленный нами опыт [13] показал, что атмосферные осадки приводили к существенному снижению содержания в хлопчатобумажной ткани, которой мы обвязывали стволы различных деревьев, некоторых зольных элементов, особенно кальция и сопутствующего ему стронция, потери которых относительно контрольного образца достигали иногда более 90 % (табл. 4.12). Снижение содержания этих элементов в образцах ткани происходило не в результате обычного выноса их атмосферными осадками, а представляло собой сложный процесс их отщепления от целлюлозы, связанный с разрывом атомно-молекулярных связей, для чего требуется значительное воздействие достаточно мощных реагентов, в качестве которых вероятнее всего выступают определенные ферменты деревьев. Состав этих ферментов нам пока неизвестен, но факт их наличия не вызывает у сомнений. Одним из аргументов в пользу этого высказывания являются различия в интенсивности вымывания кальция и стронция в различных биотопах. Особенно значительные потери происходили в березняках, следом за которыми с небольшим отставанием следовали сосняки. Меньше всего этих элементов было вымыто из образцов ткани в пойменном биотопе, а также на безлесном участке, хотя их потери здесь тоже были довольно значительными.

Таблица 4.12

## Относительное содержание зольных элементов в повязках хлопчатобумажной ткани из разных биотопов

Биотоп	Содержание элементов в ткани по отношению их к контрольному образцу, доля единицы									
	Зола	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>
<i>Результаты опыта, проведенного в 2012 году</i>										
Березняк черничниковый	0,60	0,06	2,16	0,71	15,30	0,36	0,24	0,25	0,36	0,04
Сосняк лишайниково-мшистый	0,65	0,14	1,66	0,86	2,28	0,32	0,46	0,61	0,35	0,06
Сосняк брусничниковый	0,72	0,12	1,46	0,87	2,62	0,28	0,37	0,36	0,39	0,05
Пойменный древостой (липа)	0,90	0,64	4,86	0,66	1,58	0,41	0,38	0,38	0,43	0,61
<b>НСР<sub>0,05</sub></b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>1,24</b>	<b>0,10</b>	<b>3,36</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>	<b>0,12</b>
<i>Результаты опыта, проведенного в 2013 году</i>										
Березняк черничниковый	0,47	0,04	2,97	1,43	6,87	2,00	0,50	0,56	1,15	<0,01
Сосняк лишайниково-мшистый	0,56	0,08	1,28	1,53	1,38	1,28	0,71	0,82	1,03	<0,01
Сосняк (горизонталь)*	1,47	0,14	3,43	4,62	5,74	10,22	0,77	2,20	4,58	<0,01
Пойменный древостой (липа)**	0,70	0,33	4,54	1,13	1,14	1,07	0,56	0,94	0,82	0,73
Пойменный древостой (дуб)**	0,71	0,22	6,09	1,45	1,95	1,25	0,74	2,33	0,88	0,34
Пойменный древостой (ель)**	0,61	0,20	5,29	1,46	1,07	1,82	0,68	0,96	1,42	0,35
Пойменный луг	0,64	0,23	2,18	1,65	2,75	1,53	0,60	2,14	1,26	0,14
<b>НСР<sub>0,05</sub></b>	<b>0,16</b>	<b>0,05</b>	<b>1,65</b>	<b>0,25</b>	<b>1,08</b>	<b>0,48</b>	<b>0,16</b>	<b>1,06</b>	<b>0,40</b>	<b>0,24</b>
<i>Результаты опыта, проведенного в 2014 году</i>										
Сосняк лишайниковый	1,23	0,25	3,50	2,11	11,02	4,25	0,96	2,12	-	0,41
Сосняк лишайниково-мшистый	2,61	0,19	3,22	1,89	23,43	3,08	1,34	1,32	-	0,35
Сосняк черничниковый	1,83	0,32	3,28	1,70	18,10	2,77	0,87	4,24	-	0,31
Сосняк сфагновый	1,54	0,43	2,76	2,01	6,16	3,44	0,48	1,54	-	0,30
Сосняк липняковый	2,13	0,22	2,62	2,22	21,96	5,82	1,12	1,77	-	0,42
<b>НСР<sub>0,05</sub></b>	<b>0,51</b>	<b>0,09</b>	<b>0,54</b>	<b>0,37</b>	<b>6,64</b>	<b>0,61</b>	<b>0,31</b>	<b>1,26</b>	<b>-</b>	<b>0,03</b>

**Примечание:** НСР<sub>0,05</sub> – наименьшая существенная разность на 5 %-ном уровне значимости; \* – образцы ткани, установленные горизонтально на колышках в сосняке лишайниково-мшистом; \*\* – образцы ткани, которыми были обвязаны стволы деревьев в пойменном биогеоценозе.

На интенсивность вымывания кальция из хлопчатобумажной ткани оказывает влияние не только состав древостоя, но также тип условий его произрастания и погодные условия. Так, в 2014 году, вегетационный период которого отличался от предшествующих лет меньшим количеством выпавших осадков, потери кальция из образцов ткани были менее значительными. Наиболее сильное вымывание из ткани кальция произошло в сосняке лишайниково-мшистом (81 %), а самое слабое – в сосняке сфагновом (57 %). В 2012 году из образцов произошло также вымывание других зольных элементов: никеля (39-75 %), цинка (59-72 %), свинца (57-65 %), меди (26-62 %) и железа (14-34%). В 2013 году отмечалось вымывание, кроме кальция и стронция, только меди (23-50 %). В 2014 году значительное вымывание ионов меди произошло только в сосняке сфагновом (52 %). В остальных же биотопах их содержание либо незначительно возрастало, либо существенно не изменялось по сравнению с контрольным образцом.

В образцах ткани происходило и повышение содержания ряда металлов, главным образом калия и марганца, которые находятся в клетках растений в свободной ионной форме и легко вымываются из крон деревьев атмосферными осадками. Калия больше всего накапливалось в образцах, помещенных пойменном биотопе, особенно на деревьях дуба. Меньше всего его содержание увеличивалось в сосняках, однако в 2014 году оно было в них значительно больше, чем в предшествующих 2012 и 2013 годах. Очень сильно варьировало в образцах ткани содержание марганца: в 2012 и 2013 годах оно было наиболее высоким в березняке, а в 2014 году резко возросло в сосняках, особенно в лишайниково-мшистом и липняковом (в 22-23 раза выше, чем в контрольном образце!). Причину такого изменения мы объяснить пока не можем.

Проведенные нами опыты, таким образом, не только подтвердили имеющиеся факты о значительной трансформации атмосферных осадков, проходящих сквозь полог леса, но также позволили впервые выявить вымывание ими ряда зольных элементов из отмершего органического волокна. Имеющиеся факты позволяют высказать предположение о том, что деревья сами регулируют процесс своего минерального питания, выделяя через поверхность листьев, ветвей и ствола необходимые экзометаболиты, состав и концентрация которых зависит не только от вида древесного растения, но и от условий среды. Активность экзометаболитов деревьев наиболее велика, по нашему мнению, в тех древостоях, где имеется острый дефицит элементов питания.

Исследования показали, что лесная подстилка в каждом типе леса имеет сугубо специфические значения параметров (табл. 4.13), обусловленные особенностями состава подпологовой растительности и микроклимата. Наиболее высокие значения обменной и гидролитической кислотности подстилки отмечаются в сосняках сфагновых, где она имеет самую низкую зольность и менее всего насыщена обменными основаниями. Наименьшую же кислотность и са-

мую высокую насыщенность основаниями имеет подстилка в сосняках липняковых. По значениям остальных параметров подстилки в этих насаждениях практически не различаются между собой. Скорость биологического круговорота почти во всех типах сосняков, оцененная по значениям обменной кислотности подстилки, ее зольности, а также содержанию подвижного фосфора и калия, низкая или очень низкая. Лишь в сосняке липняковом её можно оценить как среднюю. По значениям же гидролитической кислотности подстилки, которая более адекватно отображает её состояние, скорость круговорота можно охарактеризовать как среднюю. В 25-летних культурах сосны, созданных в условиях свежего бора, подстилка имеет более высокие значения обменной и гидролитической кислотности, чем в однотипных культурах березы повислой (табл. 4.14). Параметры подстилки, особенно её кислотность, изменяются не только в градиенте типов леса, но и в различных парцеллах внутри одного экотопа (табл. 4.15).

Таблица 4.13

#### Параметры подстилки в различных типах сосновых лесов заповедника

Тип леса	Значение параметров			Содержание в подстилке				
	pH <sub>KCl</sub>	Н	СНО, %	Золы, %	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
					мг-экв. / 100 г подстилки			
С. лишайниковый	3,30	81,8	21,5	16,3	12,0	10,4	14,5	65,0
С. лиш.-мшистый	3,10	64,4	39,1	14,1	8,8	4,8	15,3	81,6
С. брусничниковый	3,02	81,8	38,9	9,7	19,2	32,8	20,3	75,7
С. липняковый	4,15	72,5	49,7	12,2	22,8	8,6	19,4	89,6
С. черничниковый	3,47	86,9	25,6	11,9	20,4	23,9	56,6	100,5
С. сфагновый	2,68	133,9	16,2	4,3	9,3	14,7	21,5	175,5

**Примечание:** Н – гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100 г массы подстилки; СНО – степень насыщенности основаниями.

Таблица 4.14

#### Параметры подстилки в смешанных культурах в кулисах под разными породами деревьев

Древесная порода	Значение параметров			Содержание в подстилке				
	pH <sub>KCl</sub>	Н	СНО, %	Золы, %	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
					мг-экв. / 100 г подстилки			
Сосна	4,25	32,2	39,6	59,3	14,6	5,76	14,3	77,0
Береза	4,43	22,6	45,2	57,2	12,9	5,94	18,0	77,2

Таблица 4.15

#### Параметры подстилки в различных парцеллах типах сосновых лесов заповедника

Тип леса	Парцелла	Значение параметров				Содержание в подстилке				
		Запас, т/га	pH <sub>KCl</sub>	Н	СНО, %	Золы, %	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
							мг-экв. / 100 г подстилки			
СЛМШ-1	ЛМШ	33,8	3,48	133,6	50,3	33,1	34,0	84,6	12,7	218,2
	МШ-ОР	33,3	3,34	129,1	30,7	36,2	40,2	24,3	14,3	238,8
СЛМШ-2	ЛШ	17,5	4,30	74,0	49,4	46,2	34,7	49,8	10,3	197,9
	МШ-ОР	14,9	3,94	88,4	45,2	46,8	37,4	40,7	48,4	213,8
СЛМШ-3	ЛШ	17,9	3,74	66,9	39,7	53,2	33,7	29,8	8,1	204,1
	МШ-ОР	20,3	3,58	78,7	48,7	46,6	41,3	40,2	15,0	234,8
ББР	МШ-БР	59,9	3,52	90,4	37,5	41,2	27,5	32,0	53,3	272,8
	МШ-ОР	58,2	3,72	70,9	37,8	41,6	30,1	14,8	23,5	227,2

**Примечание:** СЛМШ – сосняк лишайниково-мшистый, ББР – березняк брусничниковый, ЛМШ – лишайниково-мшистая, ЛШ – лишайниковая, МШ-ОР – мшисто-орляковая, ЛШ-БР – лишайниково-брусничниковая, МШ-БР – мшисто-брусничниковая.

Полученные материалы свидетельствуют, таким образом, о том, что свойства подстилки четко связаны с древостоем и напочвенным растительным покровом, производительность и состав которых зависят от типа лесорастительных условий, определяемых трофностью и влажностью почв. Параметры подстилки, зависящие от температуры и влажности среды, изменяются циклически, что связано с сезонной и многолетней динамикой климата. Те же параметры, которые определяются биотой, имеют четкую связь с динамикой их активности и циклами развития [21]. Растительные остатки, различающиеся по содержанию химических элементов, создают в подстилке в тех или иных условиях увлажнения определенную кислотную среду, влияющую на химические и микробиологические процессы. Большую роль при этом играет температура подпологовой среды [1, 15, 22, 24, 26, 32], с увеличением которой усиливаются процессы окисления отмершего органического вещества, ускоряется движение воды в почве, возрастает концентрация растворимых солей и скорость многих химических реакций [21]. Всё это прямым образом отражается на скорости биологического круговорота в экосистемах и производительности растений, которые именно поэтому наиболее высоки на бедных питательными элементами почвах влажных тропиков, чем на богатых ими почвах лесной и лесостепной зон. А раз свойства подстилок четко связаны с типами лесорастительных условий, то и классифицировать их нужно на этой основе, не отрывая от типов леса и не создавая искусственных типологических схем.

**Заключение.** Исследования показали, таким образом, что лесная подстилка, которую в сосняках на песчаных почвах правильнее называть напочвенным покровом, состоящим из трудноразделимой смеси отмершего органического вещества, минеральных частиц, а также живых стеблей мхов, слоевищ лишайников и корней растений, в каждом типе леса имеет глубоко специфические значения параметров, обусловленные особенностями состава подпологовой растительности и микроклимата. Наиболее высокие значения обменной и гидролитической кислотности подстилки отмечаются в сосняках сфагновых, где она имеет самую низкую зольность и менее всего насыщена обменными основаниями. Наименьшую же кислотность и самую высокую насыщенность основаниями имеет подстилка в сосняках липняковых. По значениям остальных параметров подстилки насаждений практически не различаются между собой. Параметры подстилки, особенно её кислотность, изменяются не только в градиенте типов леса, но и в различных парцеллах внутри одного экотопа. Наиболее информативными показателями напочвенного покрова в сосновых биогеоценозах на песчаных почвах, характеризующими скорость биологического круговорота в лесных экосистемах, являются его мощность, зольность и гидролитическая кислотность. Остальные показатели имеют вспомогательное информативное значение.

Напочвенный покров, как показали исследования, обладает высокими термоизоляционными свойствами, препятствуя в летний период прогреву почвы вплоть до глубины 80 см, а

также большой влагоемкостью, особенно высокой в сосняках лишайниково-мшистых, благодаря чему он после сильной засухи способен поглотить до 22 мм осадков, перехватив их у деревьев, в которой они в это время особенно остро нуждаются. Перехватывает он, как можно предположить, и определенную часть поступающих с осадками питательных веществ, оказывая негативное воздействие на состояние древостоя и играя отрицательную роль в функционировании лесных экосистем, замедляя течение в них биологического круговорота. Моховой покров, по сравнению с лишайниковым, приводит к значительному увеличению кислотности почвы в пределах всего профиля и оказывающей влияние на ферментативную активность почв, подвижность в ней химических элементов и их доступность растениям, а также развитие почвенной биоты.

Роль напочвенного покрова в сосновых биогеоценозах на песчаных почвах, таким образом, далеко не однозначна. Он, с одной стороны, задерживает поступление в почву осадков и испаряет их в процессе своей жизнедеятельности, а с другой – способствует сохранению влаги в ней во время жары. От его мощности во многом зависит возобновление леса и пожароопасность насаждений. Для успешного развития биогеоценозов в лишайниковых и лишайниково-мшистых типах леса напочвенный покров необходимо периодически либо выжигать, либо с помощью специальных механизмов ворошить, смешивая с минеральным слоем почвы. Это мероприятие, по нашему мнению, будет способствовать ускорению биологического круговорота и улучшению роста деревьев.

Лесная подстилка представляет собой продукт жизнедеятельности всей экосистемы, отражая своим составом и параметрами её текущее состояние, историю развития и специфические черты, в том числе скорость протекания биологического круговорота. Опад растений, видовой состав которых определяется типом леса и существенно различен по химизму, создает в подстилке в тех или иных условиях увлажнения определенную кислотную среду, влияющую на активность почвенных организмов и биохимические процессы. Большую роль при этом играет температура подпологовой среды, с увеличением которой усиливаются процессы окисления отмершего органического вещества, ускоряется движение воды в почве, возрастает концентрация растворимых солей и скорость многих химических реакций. Растения воздействуют на подстилку и почву не только своим опадом, но и прижизненными выделениями (экзометаболитами), которыми насыщаются атмосферные осадки, проходя сквозь полог леса. Классифицировать подстилки, в связи с этим, нужно на основе лесной типологии, так как их состояние и свойства четко связаны с влажностью и трофностью почв, а также текущего состояния биогеоценозов.

### *Библиографический список*

1. Архангельская, Т. А. Закономерности пространственного распределения температуры почв в комплексном почвенном покрове / Т.А. Архангельская: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2008. – 50 с.
2. Арчегова, И. Б. Влияние древесных растений на химический состав атмосферных осадков в процессе восстановления среднетаежных лесов / И.Б. Арчегова, Е.Г. Кузнецова // Лесоведение. – 2011. – № 3. – С. 34-43.
3. Барбер, С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве / С.А. Барбер. – М.: Агропромиздат, 1988. – 376 с.
4. Бганцова, В. А. (1991) Влияние травянистых растений на свойства почвы в лесном БГЦ / В.А. Бганцова // Почвоведение. – 1991. – № 10. – С. 131-143.
5. Богатырев, Л. Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах / Л.Г. Богатырев // Почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 501-511.
6. Богатырев, Л. Г. О некоторых теоретических аспектах исследования лесных подстилок / Л.Г. Богатырев, И.И. Демин, Г.В. Матышак, В.А. Сапожникова // Лесоведение. – 2004. – № 4. – С. 17–30.
7. Воробьева, Л. А. Потенциальная кислотность. Понятия и показатели / Л.А. Воробьева, А.А. Авдонькин // Почвоведение. – 2006. – № 4: – С. 421–431.
8. Габдрахимов, К. М. Роль лесной подстилки в повышении плодородия почв / К.М. Габдрахимов // Проблемы использования, воспроизводства и охраны лесных ресурсов. Кн. 1. – Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1989. С. 38-39.
9. Газизуллин, А. Х. Почвенно-экологические условия формирования лесов Среднего Поволжья. Т. 1: Почвы лесов Среднего Поволжья, их генезис, систематика и лесорастительные свойства / А.Х. Газизуллин. – Казань, РИЦ Школа, 2005. – 496 с.
10. Гродзинский, А. М. Экспериментальная аллелопатия / А.М. Гродзинский, Э.А. Головкин, С.А. Горобец и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – 236 с.
11. Демаков, Ю. П. Сосняки сфагновые Марийского Полесья: структура, рост и продуктивность / Ю.П. Демаков, М.Г. Сафин, С.М. Швецов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2012. – 276 с.
12. Демаков, Ю. П. Содержание органики и зольных элементов в напочвенном покрове и почве сосняков лишайниковых и мшистых / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, В.И. Таланцев // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 6. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. С. 56-76.
13. Демаков, Ю. П. Влияние аэриального поступления веществ на их круговорот в лесных экосистемах / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 1 (26). – С. 66-86.
14. Демаков Ю. П. Химическая и биологическая активность водных экстрактов лесных растений / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 2 (26). – С. 57-76.
15. Демаков Ю. П. Характер изменения микроклимата почв в лесных биогеоценозах Республики Марий Эл / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, С.Н. Бродников, В.Г. Краснов // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг [Электронный ресурс]. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016, С. 6-19.
16. Ефремова, Т. Т. О сопряженности морфогенетических типов подстилок с их свойствами в болотных березняках / Т.Т. Ефремова, С.П. Ефремов, А.Ф. Аврова // Почвоведение. – 2010. – № 8. – С. 920-928.
17. Ефремова Т. Т. Природа кислотных свойств подстилки болотных березняков / Т.Т. Ефремова, С.П. Ефремов // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2013. – № 6. – С. 205-219.
18. Завалин, А. А. Управление азотным питанием растений в почве / А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская, Л.С. Смирнова, Н.Я. Шмырева // Агрехимический вестник. – 2012. – № 4. – С. 38-40.
19. Иванов, В. П. Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов / В.П. Иванов. – М.: Наука, 1973. – 296 с.
20. Карпачевский, Л. О. Воздействие полога ельника сложного на химический состав осадков / Л.О. Карпачевский, Т.А. Зубкова, Т. Пройслер и др. // Лесоведение. – 1998. – № 1. – С. 50-59.
21. Карпачевский, Л. О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский. – М.: ГЕОС, 2005. – 336 с.
22. Клинецов, А. П. Температурный режим почвы каменно-березовых лесов Центрального Сахалина / А.П. Клинецов // Лесоведение. – 1988. – № 6. – С. 11-17.
23. Колодяжная, А. А. Режим химического состава атмосферных осадков и их метаморфизация в зоне аэрации / А.А. Колодяжная. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – 164 с.
24. Коротаев, А. А. Влияние температуры и влажности почвы на рост корней в культурах хвойных пород / А.А. Коротаев // Лесоведение. – 1987. – № 2. – С. 50-58.
25. Кулагина, М. Л. Химизм дождевых осадков, проникающих под полог леса в Красноярской лесостепи / М.Л. Кулагина // Гидроклиматические исследования в лесах Сибири. – М.: Наука, 1967. С. 56-64.
26. Литвак, П. В. Многолетние наблюдения за температурой почвы в сосновых насаждениях Полесья УССР / П.В. Литвак // Лесоведение. – 1970. – № 6. – С. 63-69.
27. Марунич, С. В. Трансформация химического состава атмосферных осадков пологом древостоя южно-таежных лесов / С.В. Марунич, А.С. Буров, Ю.Н. Кузнецова, И.В. Недогарко // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. – № 4. – С. 52-57.
28. Матвеев, Н. М. Аллелопатия как фактор экологической среды / Н.М. Матвеев.– Самара, 1994.– 206 с.

29. Мина, В. Н. Выщелачивание некоторых веществ атмосферными осадками из древесных растений и его значение в биологическом круговороте / В.Н. Мина // Почвоведение. – 1965. – № 6. – С. 7-17.
30. Молчанов, А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах / А.А. Молчанов. – М.: АН СССР, 1952. – 487 с.
31. Никонов, В. В. Влияние ели и сосны на кислотность и состав атмосферных выпадений в северо-таежных лесах индустриально-развитого района / В.В. Никонов, Н.В. Лукина // Экология. – 2000. – № 2. – С. 97-105.
32. Орлов, А. Я. Температура почвы и производительность почвы / А.Я. Орлов // Доклады АН СССР. – 1953. – Т. 12, № 4. – С. 957-960.
33. Орлов, Д. С. Химия почв / Д.С.Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 576 с.
34. Орлова, М.А. Элементарная единица лесного биогеоценотического покрова для оценки экосистемных функций лесов / М.А. Орлова // Труды Карельского научного центра РАН. – 2013. – № 6. – С. 126-132.
35. Попова, Э. П. Особенности формирования и свойства подстилок лесных биогеоценозов Среднего Приангарья. / Э.П. Попова, В.Н. Горбачев // Почвоведение. – 1988. – № 1. – С. 109-116.
36. Пристова, Т. А. Влияние древесного полога лиственно-хвойного насаждения на химический состав осадков / Т.А. Пристова // Лесоведение. – 2005. – № 5. – С. 49-55.
37. Пуряев, А. С. Защитные лесные насаждения Республики Татарстан и почвенно-экологические условия их произрастания / А.С. Пуряев, А.Х. Газизуллин. – Казань: КГУ, 2011. – 176 с.
38. Райс, Э. Аллелопатия / Э. Райс. – М.: Мир, 1978. – 389 с.
39. Ревут, И. Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1964. – 320 с.
40. Роде, А. А. Почвоведение / А.А. Роде, В.Н. Смирнов. – М.: Высшая школа, 1972. – 480 с.
41. Сабиров, А. Т. Характеристика подстилки лесных биогеоценозов Среднего Поволжья / А.Т. Сабиров // Лесное хозяйство Поволжья. Вып. 2. – Саратов: Саратовская государственная сельскохозяйственная академия, 1996. С. 111-115.
42. Свиридова, И. К. Результаты изучения вымывания азота и зольных элементов дождевыми осадками из крон древесных пород / И.К. Свиридова // Доклады АН СССР. – 1960. – Т. 133, № 3. С. 706-708.
43. Смольянинов, И. И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов / И.И. Смольянинов. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 192 с.
44. Соколов, А. А. Химический состав атмосферных осадков, прошедших сквозь полог елового и березового древостоя / А.А. Соколов // Лесоведение. – 1972. – № 3. – С. 103-106.
45. Соколов, О. А. Эколого-физиологическая оценка минерального питания растений / О.А. Соколов, В.А. Черников, И.Я. Шмырева // Известия Тимирязевской с.-х. академии. – 2016. – № 3. – С. 5-17.
46. Сысуев, В. В. О механизме изменения химического состава атмосферных вод под пологом леса / В.В. Сысуев // Вестник МГУ. Сер. География. – 1975. – № 5. С. 107-110.
47. Тиньков, А. А. Сравнительный анализ влияния растений семейства Подорожниковые на рост *E. coli in vitro* / А.А. Тиньков, Е.Р. Гагиатуллина, О.Н. Немерешина и др. // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН (электронный журнал). – 2014. – № 2. – С. 1-16.
48. Хильми, Г. Ф. Теоретическая биофизика леса / Г.Ф. Хильми. – М.: АН СССР, 1957. – 206 с.
49. Шакиров, К. Ш. Изучение размеров поступления, химического состава и свойств опада в различных насаждениях в целях рационального использования плодородия лесных почв / К.Ш. Шакиров // Взаимоотношения леса с почвой. – Казань: КГУ, 1964. С. 83-118.
50. Яруткин, И. А. Влияние состава опада, подстилки и почвы на всхожесть семян и рост сеянцев ели / И.А. Яруткин // Лесоведение. – 1974. – № 2. – С. 50-56.

## **4.2. Характер изменения параметров микроклимата почв в лесных биогеоценозах Республики Марий Эл**

Почва, являющаяся важнейшим компонентом лесных экосистем, определяющим структуру и продуктивность древостоев, находится под мощным влиянием природных и антропогенных факторов, обуславливающих её текущее состояние и дальнейшее развитие. Решающее значение на естественную динамику почв оказывал и продолжает оказывать климат, влияющий прямо или косвенно на их тепловой, водный и воздушный режимы. Прямое влияние климата проявляется в непосредственном воздействии его на увлажнение-иссушение почвы, в результате которого изменяется не только её объем (при увлажнении происходит увеличение объема почвы, а при иссушении, наоборот, усадка), но и другие параметры. Этот

процесс имеет циклический характер, который проявляется в суточной, сезонной и многолетней динамике температуры и влажности почвы, что отражается на состоянии и продуктивности фитоценозов, а также других компонентов экосистем [11, 15, 16]. Установлено, к примеру, что при усадке почвы из содержащихся в ней песчаных и пылеватых частиц образуются глыбистые агрегаты, имеющие жесткий каркас, препятствующий крошению почвенной массы [5, 17], что, в свою очередь, приводит к снижению плотности сложения почвы и улучшению её лесорастительных свойств. Образование глыбистых агрегатов в легкосуглинистых почвах возрастает по мере снижения влажности, а при уменьшении количества гумуса в почве способность к глыбообразованию растёт. Существенное влияние на микроклимат почв оказывает и лесной полог, так как он ограничивает поступление солнечной энергии и атмосферных осадков, дольше сохраняет снеговой покров в лесу, изменяет излучение подстилающей поверхности и нивелирует температурный режим приземного воздуха. В настоящее время температурный и влажностный режим лесных почв рассматривается в качестве одного из важнейших факторов, влияющих на углеродный цикл наземных экосистем. Поэтому не случайно, что многие исследователи [1-18] уделяют большое внимание изучению микроклимата почв наземных экосистем, развивающихся в различных природных зонах и экотопах. Многолетние наблюдения за ним, проводимые на стационарных объектах, могут дать полезную информацию об особенностях сезонной и многолетней динамики состояния биогеоценозов, а также о влиянии на них колебаний климата, являясь важным дополнением к временным рядам метеорологических данных.

**Цель работы** заключалась в выявлении закономерностей изменчивости температуры и влажности почв в различных лесных биогеоценозах Республики Марий Эл, а также отработке методики проведения измерений этих параметров.

**Объекты и методика исследования.** В качестве объектов исследования служили постоянные пробные площади (ППП), заложенные в различных экотопах заповедника «Большая Кокшага», лесопарка «Дубовая роща» и Ботанического сада-института ПГТУ. Замеры температуры выполняли на глубине 5, 10, 20, 40, 60 и 80 см электронным термометром «Мини-щуп» с погрешностью  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ , а оценку влажности почв проводили весовым методом с отбором образцов специальным буром. Полученный цифровой материал обработан на компьютере с использованием стандартных методов математической статистики и прикладных программ Excel и Statistika.

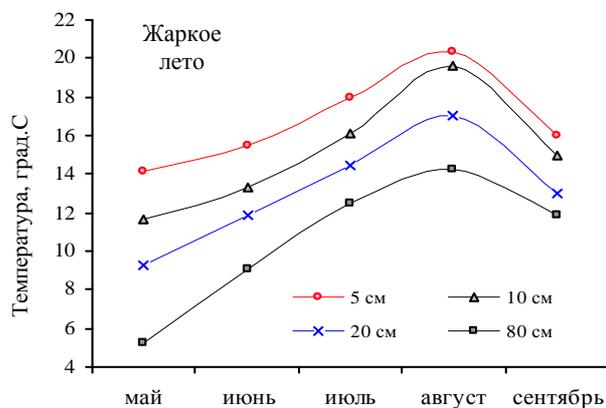
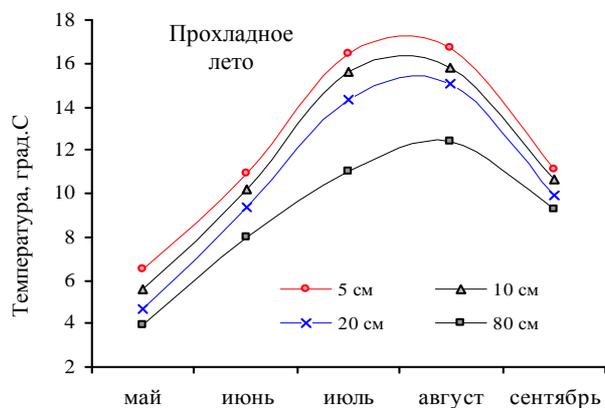
**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ полученных данных показал, что температура разных слоев почвы изменялась на объектах исследования в течение вегетационного периода в довольно больших пределах, определяемых как погодными условиями того или иного года, так и особенностями экотопов (полноты и состава древостоев, типа почв, глубины залегания грунтовых вод и т.п.). Так, к примеру, в середине мая температура почвы

на глубине 5 см варьировала от 6,5 до 14,1°C, на глубине 10 см – от 5,6 до 11,7°C, а на глубине 20 см – от 4,7 до 6,6°C (табл. 4.16). С увеличением глубины измеряемого слоя почвы предел изменений температуры постепенно уменьшался. В течение вегетационного периода размах значений рассматриваемого показателя в самых верхних слоях почвы составил 13,8-14,0°C, а в нижних – 10,3-11,5°C. В годы с прохладной и дождливой погодой вегетационного периода максимум температуры всех слоев почвы отмечался обычно в конце июля - начале августа, а с жаркой и засушливой погодой – во второй половине августа (рис. 4.12). Наиболее активное накопление суточных активных температур почвы выше 5°C происходило обычно в августе, а наименьшее – в мае, когда в отдельные годы их сумма приближалась к нулевой отметке (рис. 4.13), при которой активного роста корней не происходит. С увеличением глубины суммарное накопление тепла в почве, как свидетельствуют приведенные данные, постепенно уменьшалось.

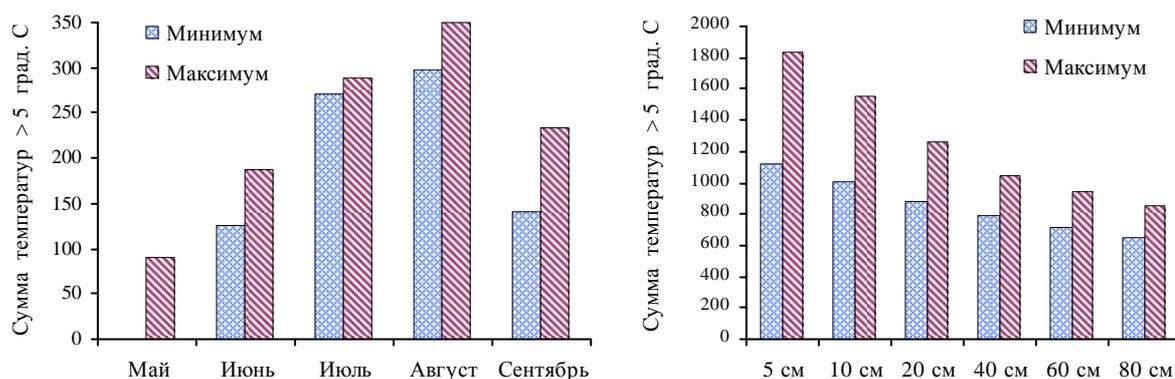
Таблица 16

**Пределы изменения температуры почвы на объектах исследования в 2010-2016 годах**

Дата	Температура почвы в изученных экотопах на разной глубине, °C (min-max)					
	5 см	10 см	20 см	40 см	60 см	80 см
15.05	6,5-14,1	5,6-11,7	4,7-9,3	4,3-6,6	4,1-5,8	3,9-5,2
15.06	10,9-15,5	10,2-13,3	9,4-11,9	9,0-10,6	8,8-9,8	8,6-9,1
15.07	16,4-18,8	15,6-16,1	14,3-15,1	13,1-13,5	12,0-13,0	11,0-12,5
15.08	16,7-20,3	15,8-19,6	15,1-17,0	14,1-15,8	13,1-15,1	12,4-14,2
15.09	11,1-16,0	10,6-15,0	9,9-13,0	9,5-12,5	9,4-12,0	9,3-11,9
В целом за сезон	<b>6,5-20,3</b>	<b>5,6-19,6</b>	<b>4,7-17,0</b>	<b>4,3-15,8</b>	<b>4,1-15,1</b>	<b>3,9-14,2</b>
Размах	<b>13,8</b>	<b>14,0</b>	<b>12,3</b>	<b>11,5</b>	<b>11,0</b>	<b>10,3</b>

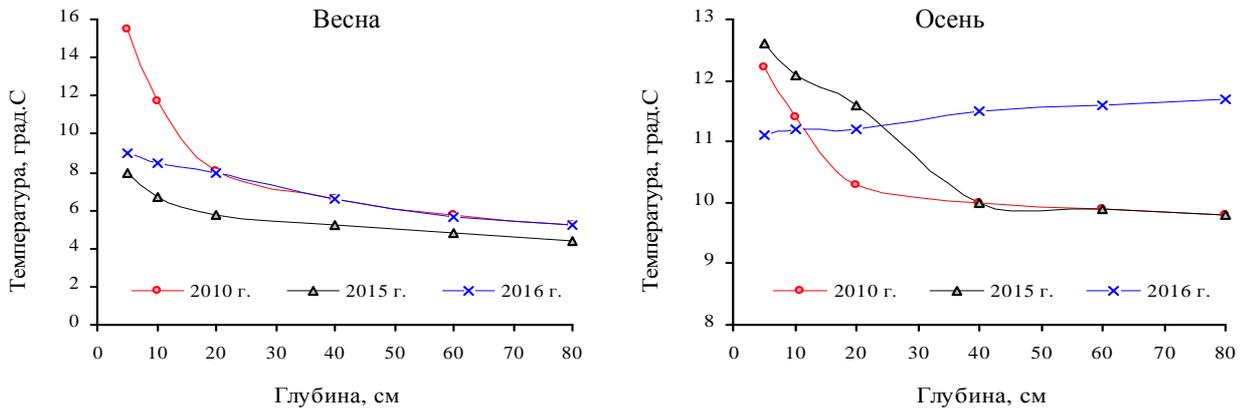


**Рис. 4.12. Возможные варианты сезонной динамики температуры разных слоев почвы в лесах Республики Марий Эл.**

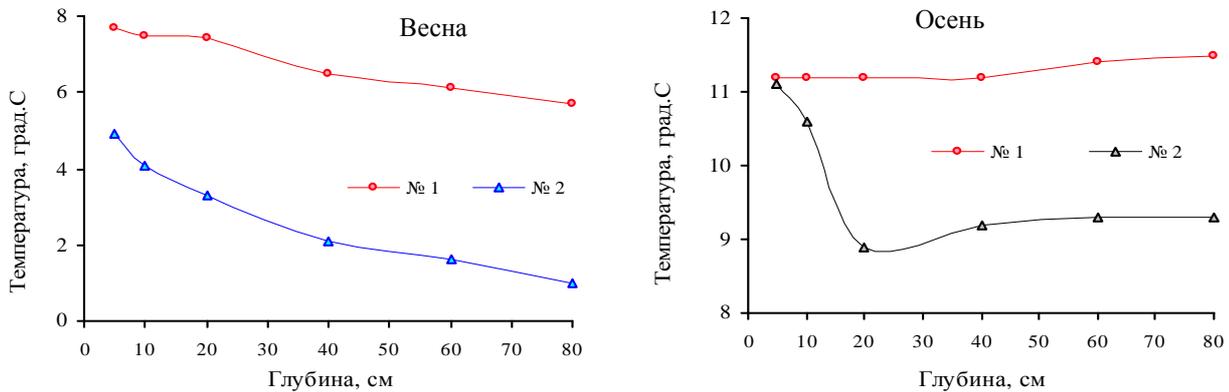


**Рис. 4.13.** Возможные варианты сезонной динамики суммы суточных активных температур почвы на глубине 20-40 см (слева) и суммы тепла, полученного разными слоя почвы в лесах Республики Марий Эл.

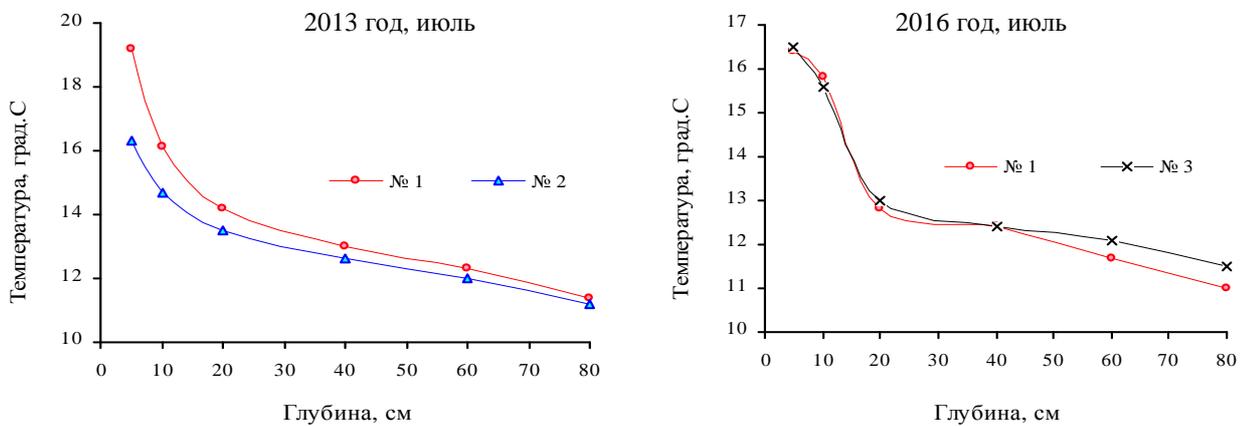
Характер изменения температуры почвы по градиенту её глубины в пределах одного и того же экотопа во многом зависел от погодных условий конкретного года (рис. 4.14), а в пределах одного года – от особенностей конкретных экотопов (рис. 4.15), влияние которых сглаживалось в середине лета (рис. 4.16). Так, к примеру, 11 мая 2010 года в сосняке лишайниково-мшистом температура почвы на глубине 5 см составляла в среднем  $15,5^{\circ}\text{C}$ , а в пойменном экотопе на  $5,8^{\circ}\text{C}$  меньше (табл. 4.17). На глубине 10 см разница составляла уже  $3,2^{\circ}\text{C}$ , а на глубине от 20 до 40 см – всего  $0,4^{\circ}\text{C}$ . На глубине 60 см разница температуры была наименьшей ( $0,2^{\circ}\text{C}$ ). На глубине 80 см она увеличилась до  $1,6^{\circ}\text{C}$ . На верховых болотах в августе этого очень засушливого и жаркого года температура почвы на глубине 5 и 10 см была на  $1,3-1,5^{\circ}\text{C}$  ниже в древостое с более высокой полнотой. На глубине 20 см разница температуры снизилась до  $0,5^{\circ}\text{C}$ , на глубине от 40 до 60 см – до  $0,2^{\circ}\text{C}$ , а на глубине 80 см – уже всего до  $0,1^{\circ}\text{C}$ . В пойменных экотопах лесопарка «Дубовая роща» температура верхних слоев почвы в июне 2014 года была наиболее высокой на лугу, прогреваемом лучами солнца почти весь день, а самой низкой – под пологом сомкнутого дубово-липового древостоя (табл. 4.18). Влияние степени сомкнутости древесного полога на температуру почвы четко прослеживается в 40-летних культурах сосны разной исходной густоты вплоть до глубины 80 см даже в начале осени (табл. 4.19). Исследования показали, что в сосняках лишайниково-мшистых очень большое влияние на температуру почвы оказывает напочвенный покров (табл. 4.20), который в этих экотопах развит очень сильно. Температура почвы в различных её слоях изменялась в пространстве экотопов не синхронно, что в равной степени проявляется как весной, так и осенью (рис. 4.17). Наиболее сильно отличалась от остальных пространственная картина температурного фона верхних слоев почвы в экотопах, где происходили наибольшие изменения.



**Рис. 4.14.** Изменение температуры почвы по градиенту профиля в сосняке лишайниково-мшистом весной и осенью разных по погодным условиям вегетационных периодов.



**Рис. 4.15.** Изменение температуры почвы по градиенту профиля весной и осенью 2016 года в различных экотопах: № 1 – сосняк лишайниковый, № 2 – липняк нагорный.



**Рис. 4.16.** Изменение температуры почвы по профилю в июле 2013 и 2016 гг. в различных экотопах: № 1 – сосняк лишайниково-мшистый, № 2 – пойменный лес, № 3 – липняк нагорный.

Таблица 4.17

**Значения показателей температуры почвы на объектах исследования в 2010 году**

Дата	Экотоп*	Температура почвы на разной глубине, °С					
		5 см	10 см	20 см	40 см	60 см	80 см
12.05	1	15,5	11,7	8,1	6,6	5,8	5,2
12.05	2	9,7	8,5	7,7	6,2	5,0	3,6
11.08	3	25,0	21,8	16,1	13,3	11,5	10,0
11.08	4	23,7	20,3	15,6	13,1	11,3	9,9

**Примечание:** 1 – 80-летний сосняк лишайниково-мшистый, 2 – 120-летний дубняк с липой и елью пойменный, 3 – низкополнотный климаксовый сосняк сфагновый на верховом болоте, 4 – 180-летний высокополнотный сосняк сфагновый на верховом болоте.

Таблица 4.18

## Температура почвы в пойменных экотопах лесопарка «Дубовая роща» 05.06.2014 года

Глубина, см	Средняя температура почвы в различных экотопах, °С				
	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5
10	16,8	15,1	14,0	14,1	14,0
20	13,7	13,4	12,8	12,8	12,1
Разность	3,1	1,7	1,2	1,3	1,9

**Примечание:** ПП 1 – дуг, ПП 2 – 55-летние сомкнутые культуры лиственницы, ПП 3 – 63-летние сомкнутые культуры тополя, ПП 4 – 65-летний осинник, ПП 5 – сомкнутый спелый дубово-липовый древостой.

Таблица 4.19

## Температура почвы 05.09 2016 года на опытном объекте в культурах сосны разной исходной густоты

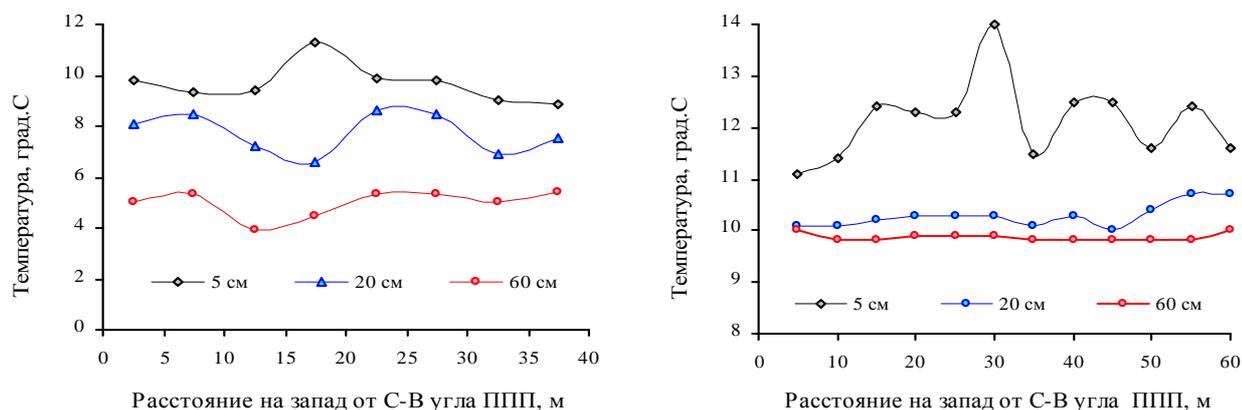
Исходная густота, экз./га	Температура почвы на разной глубине, °С					
	5 см	10 см	20 см	40 см	60 см	80 см
500	15,3 ± 0,13	14,6 ± 0,13	13,9 ± 0,07	12,1 ± 0,06	11,9 ± 0,09	11,9 ± 0,07
1 тыс.	15,6 ± 0,09	14,7 ± 0,07	13,8 ± 0,03	11,8 ± 0,10	11,7 ± 0,12	11,4 ± 0,10
3 тыс.	14,9 ± 0,18	14,3 ± 0,16	13,6 ± 0,09	11,4 ± 0,11	11,4 ± 0,15	11,1 ± 0,07
5 тыс.	15,1 ± 0,09	14,5 ± 0,13	13,6 ± 0,09	11,5 ± 0,06	11,5 ± 0,03	11,3 ± 0,05
10 тыс.	14,1 ± 0,17	13,3 ± 0,14	13,0 ± 0,09	11,4 ± 0,14	11,0 ± 0,10	10,9 ± 0,16

Таблица 4.20

## Влияние удаления напочвенного покрова на температурный режим почвы в сосняках заповедника

Дата	Вариант опыта*	Температура почвы на разной глубине, °С					
		5 см	10 см	20 см	40 см	60 см	80 см
80-летний сосняк лишайниковый							
16.06.2015 г.	1	16,6	15,5	14,2	11,6	10,4	9,4
	2	21,5	19,8	17,4	13,4	11,8	10,4
23.09.2015 г.	1	13,3	12,6	12,0	10,8	-	-
	2	15,3	14,1	12,7	10,9	-	-
12.05.2016 г.	1	7,7	7,5	7,4	6,5	6,1	5,7
	2	8,6	7,9	7,6	6,9	7,1	6,7
15.07.2016 г.	1	19,5	18,0	14,7	13,6	12,6	11,9
	2	22,9	21,8	16,3	14,5	13,1	12,4
14.09.2016 г.	1	11,2	11,2	11,2	11,2	11,4	11,5
	2	11,0	10,8	10,7	10,9	10,9	11,1
80-летний сосняк лишайниково-мшистый							
06.05.2015 г.	1	8,0	6,7	5,8	5,2	4,8	4,4
	2	10,7	9,0	7,5	6,2	5,9	5,4
16.06.2015 г.	1	14,1	13,3	12,7	10,8	9,8	9,1
	2	18,8	17,1	15,5	12,8	11,4	10,3
23.09.2015 г.	1	12,6	12,1	11,6	10,0	9,9	9,8
	2	14,5	13,6	12,4	10,5	10,1	10,0
12.05.2016 г.	1	9,0	8,5	7,9	6,6	5,6	5,2
	2	12,6	11,4	10,2	8,2	7,1	6,3
15.07.2016 г.	1	16,4	15,8	12,8	12,4	11,7	11,0
	2	18,9	17,8	14,1	13,2	12,3	11,7
14.09.2016 г.	1	11,1	11,2	11,2	11,5	11,6	11,7
	2	10,1	10,1	10,4	11,0	11,2	11,5

**Примечание:** 1 – площадки с напочвенным покровом, 2 – площадки с удаленным покровом.



**Рис. 4.17.** Изменение температуры почвы на разной глубине в пределах профилей, заложенных в пойменном липняке с дубом крапивным 12.05.2010 года (слева) и сосняке лишайниково-мшистом 11.09.2010 года.

Влажность почвы на объектах исследования изменялась в течение вегетационного периода также в очень больших пределах, обусловленных действием метеорологических и биоценологических факторов. Влажность суглинистых и глинистых почв изменялась от 11,5 до 62,0 %. Так, к примеру, влажность верхнего 10-см слоя почвы в пойменном дубово-елово-липовом древостое заповедника «Большая Кокшага» составляла 17.07.2013 года 26,6 %, 08.10.2013 г. – 62,0 %, а 28.05.2014 г. – 47 %. Влажность почвы на глубине 10-20 см составляла в последнем случае 29,7 %. Влажность почвы в пойменных экотопах лесопарка «Сосновая роща», оцененная весной 2016 года вскоре после схода половодья, варьировала от 8,6 до 24,1 % (табл. 4.21). Наиболее высока влажность верхнего и среднего слоев почвы была в смешанном лиственном лесу, а нижнего – на лугу. На песчаных почвах, которые обладают очень низкой влагоемкостью, её значения варьировали, в зависимости от глубины и времени взятия образца, а также условий экотопа, от 1,08 до 5,86 % по отношению к его воздушно-сухой массе.

Таблица 4.21

**Влажность почвы в различных экотопах лесопарка «Сосновая роща» 18.05. 2016 года**

Характеристика экотопа	Влажность различных слоев почвы, %		
	0-20 см	30-50 см	50-70 см
Пойменный луг на глинистой почве	17,2 ± 0,49	14,8 ± 0,49	17,7 ± 0,26
Смешанный лиственный лес на глинистой почве	24,1 ± 1,07	14,9 ± 0,94	17,0 ± 0,19
60-летние культуры сосны на супесчаной почве	19,1 ± 0,24	12,3 ± 0,14	8,6 ± 0,14

Характер изменения этого показателя по градиенту профиля почвы, имеющий в каждом экотопе свои особенности (рис. 4.18), коренным образом отличался от характера изменения её температуры, что обусловлено деятельностью корней растений, капиллярным подъемом грунтовых вод и инфильтрацией атмосферных осадков. Так, к примеру, влажность верхнего слоя глинистой почвы на глубине до 20 см в начале осени засушливого 2002 года на пойменных лугах была ниже, чем в лесных экотопах, особенно в 65-летнем осиннике. На глубине

20-30 см она оказалась наиболее сухой в 50-летних культурах тополя бальзамического, на глубине от 30 до 60 см – в 45-летних культурах лиственницы сибирской, а глубже – в 65-летнем осиннике. На лугах же в начале лета почва была суше, чем в лесу, а осенью после выпадения обильных осадков, наоборот, влажнее (табл. 4.22).

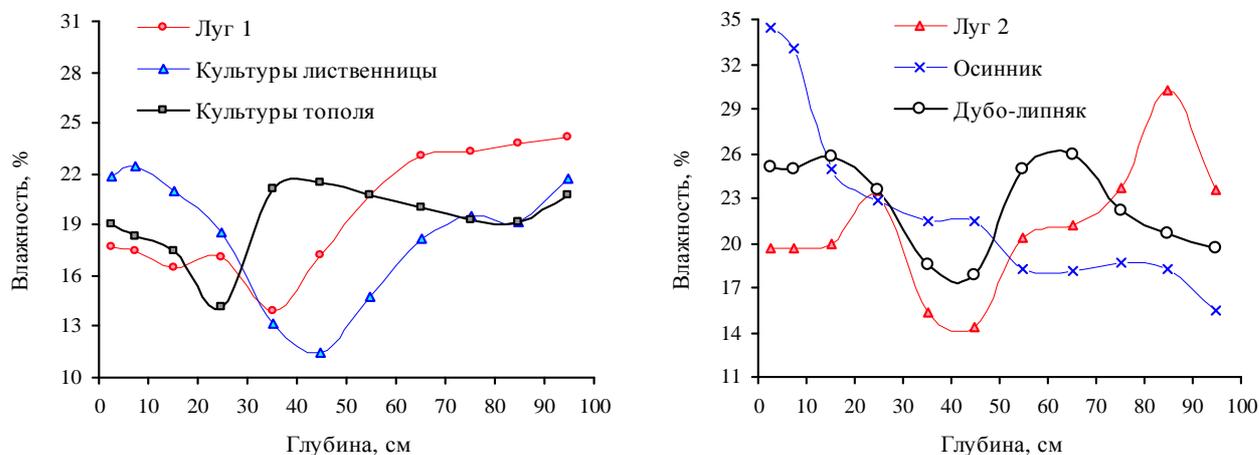


Рис. 4.18. Изменение влажности почвы по градиенту профиля 05.09.2002 года в различных экотопах лесопарка «Дубовая роща».

Таблица 4.22

Влажность почвы в различных экотопах лесопарка «Дубовая роща» в 2014 и 2016 годах

Слой почвы	Влажность почвы в различных экотопах, %				
	Луг	Культуры лиственницы	Культуры тополя	Осинник	Дубо-липняк
04.06.2014 года					
0-5 см	16,7	18,8	19,3	22,5	25,6
5-10 см	15,4	14,0	17,1	16,9	19,1
В среднем	16,0	16,4	18,2	19,7	22,4
27.09.2016 года					
0-20 см	35,2	не измеряли	не измеряли	28,9	30,2
30-50 см	17,4	не измеряли	не измеряли	12,3	14,3
50-70 см	16,5	не измеряли	не измеряли	11,5	13,1

В лесных экотопах Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета ранней весной вскоре после схода снега влажность верхнего слоя глинистой почвы изменялась от 35,5 до 39,7 %, слоя почвы 30-50 см – от 20,0 до 21,2 %, 50-70 см – от 19,1 до 20,2 % (табл. 4.23). К середине лета в березняке снытьево-пролесниковом она во всех слоях увеличилась за счет притока грунтовых вод на 0,5-2,2 %. В липняке же, где этот приток отсутствовал, влажность верхнего слоя практически не изменилась, а нижних уменьшилась на 4,6-4,7 %. К осени в верхнем слое она понизилась в обоих экотопах на 8,9-9,2 %, в нижних слоях под пологом липняка практически не изменилась, а под пологом березняка уменьшилась на 6,5-7,7 %.

**Сезонная динамика влажности почвы в различных экотопах  
Ботанического сада ПГТУ в 2016 году**

Экотоп	Дата учета	Влажность разных слоев почвы, %		
		0-20 см	30-50 см	50-70 см
80-летний липняк с елью снытьево-пролесниковый	21.04.2016 г.	35,5 ± 1,15	20,0 ± 0,42	19,1 ± 0,55
	06.07.2016 г.	35,1 ± 0,64	15,3 ± 0,43	14,4 ± 0,11
	23.09.2016 г.	26,2 ± 0,96	14,7 ± 0,53	14,1 ± 1,29
80-летний березняк с липой снытьево-пролесниковый	21.04.2016 г.	39,7 ± 1,72	21,2 ± 0,83	20,2 ± 0,55
	06.07.2016 г.	41,9 ± 3,32	22,2 ± 1,61	20,7 ± 0,84
	23.09.2016 г.	32,7 ± 1,62	14,5 ± 0,40	14,3 ± 0,42

Величина влажности почвы в определенной степени зависела, как показали исследования, от густоты древостоя, определяющего степень сомкнутости полога леса, который через задержание атмосферных осадков и транспирацию влаги определяет величину водного баланса в биогеоценозе. Так, на опытном объекте в 40-летних культурах сосны, заложенных в лишайниковом типе леса, наиболее влажным в начале осени верхний слой почвы был в варианте с самой низкой их исходной густотой, постепенно снижаясь по мере ее увеличения (табл. 4.24). С увеличением глубины почвы картина кардинально изменялась: влажность слоя почвы 30-50 см наивысшей была в варианте с исходной густотой 3 тыс. экз./га, а самой низкой – в варианте 5 тыс. экз./га, что связано с характером вертикального распределения корней деревьев и интенсивностью испарения влаги древостоем. Влажность слоя почвы 50-70 см наивысшей была в варианте с исходной густотой 10 тыс. экз./га, а самой низкой – в варианте 3 тыс. экз./га. Наибольшее снижение влажности между слоем почвы 0-20 см и 30-50 см произошло в самых редких культурах, а наименьшее – в варианте с густотой 5 тыс. экз./га.

Таблица 4.24

**Влажность почвы 05.09 2016 года на опытном объекте в культурах  
сосны разной исходной густоты**

Слой почвы	Влажность почвы в вариантах разной густоты, %				
	0,5 тыс. экз./га	1 тыс. экз./га	3 тыс. экз./га	5 тыс. экз./га	10 тыс. экз./га
0-20 см	5,11	3,83	3,67	2,01	2,79
30-50 см	1,32	1,39	1,70	1,13	1,35
50-70 см	1,39	1,21	1,08	1,20	1,54

В 80-летнем сосняке лишайниковом влажность разных слоев почвы изменялась в течение вегетационного периода от 2,02 до 5,86 %, а сосняке лишайниково-мшистом – от 2,00 до 5,62 % (табл. 4.25), составляя в среднем в первом экотопе 3,47 %, а во втором 3,81 %. Весной влажность верхнего слоя почвы за счет снеготаяния увеличивалась по сравнению с осенью в сосняке лишайниковом на 0,64 %, а в сосняке лишайниково-мшистом с более мощным напочвенным покровом она, наоборот, уменьшилась на 0,45 % за счет жизнедеятельности корней деревьев. На площадках с удаленным напочвенным покровом в первом экотопе она воз-

росла на 2,33 %, а во втором уменьшилась на 1,37 %. Влажность слоя почвы 30-50 см в первом экотопе уменьшилась по сравнению с осенью на площадках с ненарушенным напочвенным покровом на 0,34 %, а с удаленным на 0,24 %. Во втором экотопе снижение влажности на площадках с ненарушенным напочвенным покровом было более значительным, составив 0,51 %. На площадках же с удаленным покровом влажность почвы, наоборот, увеличилась на 0,39 %. Влажность слоя почвы 50-70 см в сосняке лишайниковом на площадках с ненарушенным покровом увеличилась на 0,04 %, а с удаленным снизилась на 0,56 %. В сосняке лишайниково-мшистом влажность этого слоя почвы увеличилась на 0,82 и 1,41 % соответственно. С мая по июль влажность почвы в обоих экотопах снижалась, что особенно четко проявилось в засушливом 2016 году. На площадках с ненарушенным напочвенным покровом в сосняке лишайниковом она снизилась на 1,41, 1,28 и 1,19 %, а с удаленным – на 2,13, 0,73 и 0,74 %. Во втором экотопе на площадках с ненарушенным напочвенным покровом снижение составило 1,23, 2,00 и 1,95 %, а с удаленным – 0,23, 2,50 и 1,55 %. С июня по сентябрь в прохладном и дождливом 2015 году влажность почвы в сосняке лишайниковом на площадках с ненарушенным напочвенным покровом увеличилась в среднем на 1,51 %, а в сосняке лишайниково-мшистом – только на 0,93 %. На площадках же с удаленным покровом она увеличилась на 0,79 и 1,32 % соответственно. В засушливом и жарком 2016 году влажность почвы увеличилась за счет обильных осадков, прошедших в конце августа и начале сентября, в первом случае на 1,28 и 2,05 %, а во втором – на 0,72 и 1,55 % соответственно. Роль лишайникового и мохового покрова в сосняках, таким образом, далеко не однозначна. Он, с одной стороны, задерживает поступление в почву осадков и испаряет их в процессе своей жизнедеятельности, а с другой – способствует сохранению влаги во время жары.

Таблица 4.25

**Динамика влажности почвы в 80-летних сосняках заповедника «Большая Кокшага»**

Дата учета	Влажность различных слоев почвы в экотопах, %					
	Сосняк лишайниковый			Сосняк лишайниково-мшистый		
	0-20 см	30-50 см	50-70 см	0-20 см	30-50 см	50-70 см
На площадках с ненарушенным напочвенным покровом						
16.06. 2015 г.	2,02	2,83	2,16	4,07	3,11	3,41
23.09. 2015 г.	4,14	4,02	3,37	5,48	4,76	3,13
12.05. 2016 г.	4,78	3,68	3,41	5,02	4,25	3,95
15.07. 2016 г.	3,37	2,40	2,22	3,80	2,25	2,00
14.09. 2016 г.	4,14	4,02	3,70	5,48	4,76	3,95
На площадках с удаленным напочвенным покровом						
16.06. 2015 г.	2,88	3,27	2,83	3,36	2,51	2,50
23.09. 2015 г.	3,52	4,02	3,81	5,62	4,14	2,56
12.05. 2016 г.	5,86	3,78	3,25	4,25	4,53	3,97
15.07. 2016 г.	3,73	3,06	2,50	4,02	2,03	2,42
14.09. 2016 г.	3,52	4,02	3,91	5,62	4,14	3,35

Важным этапом работы являлось изучение пространственной вариабельности температуры и влажности почвы для обоснования необходимого числа измерений, обеспечивающих

приемлемую точность их оценки. Исследования показали, что температурный фон почв в изученных экотопах довольно неоднороден. Так, в мае 2010 года температура почвы в сосняке лишайниково-мшистом изменялась под слоем подстилки на глубине 5 см от 11,6 до 20,5°C [7], что связано с неоднородностью полога древостоя, рельефа и напочвенного покрова. В пойменном же дубово-елово-липовом древостое значения показателя варьировали всего лишь в пределах от 8,9 до 11,3°C. Установлено, что максимальная величина коэффициента вариации температуры почвы не превышает во всех экотопах 15,8 %. В сосняках на песчаных и торфянистых почвах она быстро уменьшается по градиенту профиля, стабилизируясь уже с отметки 20-30 см. В пойменных же экотопах значения этого показателя с глубиной обычно увеличиваются, что связано с действием паводковых и грунтовых вод. Максимальная же величина коэффициента вариации влажности почвы в пределах всего вертикального градиента не превышает 14,7 %. На основе этих значений можно по формуле  $N = (V/p)^2$  определить число измерений, необходимое для достижения требуемой точности оценки среднего значения параметра. Расчеты показали, что для достижения  $\pm 10$  %-ной точности оценки с вероятностью 95 % необходимо провести не более 3 измерений, а  $\pm 5$  %-ной – не более 10.

**Заключение.** Проведенные нами исследования позволили в первом приближении определить пределы и закономерности пространственно-временной изменчивости температуры и влажности почвы в различных экотопах Республики Марий Эл. Установлено, что микроклимат почв зависит от их гранулометрического состава, характера и толщины напочвенного покрова, полноты и состава древостоя. Для глубокого понимания роли микроклимата почв в функционировании лесных биогеоценозов необходимо организовать во всех заповедниках, национальных парках и Ботанических садах регулярные наблюдения за температурой и влажностью почв, которые помогут оценить реакцию на них биоты и выявить существующие тенденции изменения климата. Эти наблюдения целесообразно проводить на стационарных объектах, резко различающихся между собой по экологическим условиям, проводя измерения данных параметров трижды за сезон (в середине мая, июля и сентября) на глубине 0-20, 30-50 и 50-70 см в 3-5 точках.

#### ***Библиографический список***

1. Архангельская, Т. А. Закономерности пространственного распределения температуры почв в комплексном почвенном покрове: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук / Т.А. Архангельская. – М., 2008. – 50 с.
2. Битюков, Н. А. Температурный режим бурых лесных почв под букняками / Н.А. Битюков // Известия Сочинского государственного университета. – 2012. – № 3 (21). – С. 219-223.
3. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 415 с.
4. Взнуздаев, Н. А. Температурный режим серых лесных почв предгорий Северо-Западного Кавказа / Н.А. Взнуздаев // Почвоведение. – 1967. – № 4. – С. 60-65.
5. Воронин, А. Д. Основы физики почв / А.Д. Воронин. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.
6. Галенко, Э. П. Формирование теплового режима почв хвойных экосистем бореальной зоны в зависимости от лесобразующей породы и типа леса / Э.П. Галенко // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2013. – Вып. 1 (13). – С. 32-37.

7. Демаков, Ю. П. Пространственное изменение температуры почвы в суходольных и пойменных биогеоценозах / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 6. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. С. 39-47.
8. Десяткин, Р. В. Температурный режим мерзлотно-таежных почв Центральной Якутии / Р.В. Десяткин, А.Р. Десяткин, П.П. Федоров // Криосфера Земли. – 2012. – Т. XVI, № 2. – С. 70-78.
9. Клинецов, А. П. Температурный режим почвы каменно-березовых лесов Центрального Сахалина / А.П. Клинецов // Лесоведение. – 1988. – № 6. – С. 11-17.
10. Кононенко, А. В. Гидротермический режим таежных и притундровых почв европейского Северо-Востока / А.В. Кононенко. – Л.: Наука, 1986. – 144 с.
11. Коротаев, А. А. Влияние температуры и влажности почвы на рост корней в культурах хвойных пород / А.А. Коротаев // Лесоведение. – 1987. – № 2. – С. 50-58.
12. Кулькова, Л. В. Сезонная динамика температуры почв лесных и открытых биотопов заповедника «Басеги» / Л.В. Кулькова, Н.Г. Шавалиева // Вестник Пермского университета. – 2011. – Вып. 3-4. – С. 45-49.
13. Литвак, П. В. Многолетние наблюдения за температурой почвы в сосновых насаждениях Полесья УССР / П.В. Литвак // Лесоведение. – 1970. – № 6. – С. 63-69.
14. Макарычев, С. В. Формирование гидротермического режима почвы под древесными породами в условиях дендрария / С.В. Макарычев, Л.В. Лебедева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – 5 (139). – С. 44-49.
15. Молчанов, А. А. Лес и климат / А.А. Молчанов. – М.: АН СССР, 1961. – 247 с.
16. Орлов, А. Я. Температура почвы и производительность почвы / А.Я. Орлов // Доклады АН СССР. – 1953. – Т. 12, № 4. – С. 957-960.
17. Татаринцев, Л. М. Природная динамика физических и теплофизических свойств почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (19). – С. 36-41.
18. Шульгин, А. М. Климат почвы и его регулирование / А.М. Шульгин. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 341 с.

#### **4.3. Возможности использования рентгенофлуоресцентного анализа для оценки содержания химических элементов в почве лесных биогеоценозов**

Изучение свойств и генезиса почв является одной из важнейших задач биогеоценологии, прогрессивное развитие которой, как и других научных дисциплин, во многом обеспечивается благодаря совершенствованию методик и появлению нового оборудования. В последнее время во многих отраслях промышленности и науки для оценки химического состава различных материалов и веществ стали широко использовать рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), который позволяет определить содержание в них широкого круга элементов (от бериллия до урана) с погрешностью  $10^{-6}$  %. Он относится к физическим методам и основан на возбуждении атомов элементов путем их рентгеновского излучения и последующем анализе спектра образцов, регистрируемого специальным детектором, с помощью компьютерной программы калибровки. РФА обладает рядом следующих существенных преимуществ по сравнению с другими методами определения элементного состава материалов и веществ:

1) возможность анализа твердых проб без перевода их в раствор, а также возможность анализа жидких проб без отделения органической составляющей (у сплавов затачивают или шлифуют поверхность образца; жидкие пробы наливают в кюветы и накрывают специальной пленкой, а порошковые пробы измельчают до необходимой крупности частиц и прессуют в таблетки);

2) простота и однозначность расшифровки рентгеновского спектра;

3) неразрушающее воздействие на образцы возбуждающего аналитического сигнала, позволяющее анализировать уникальные пробы, существующие в единичном экземпляре (например, археологические находки и предметы искусства);

4) широкие аналитические возможности, позволяющие оценивать за один прием содержание всех химических элементов при их концентрации в образце от 1 мг/кг до 100 %.

Точность РФА при оценке содержания элементов в порошковых пробах во многом зависит от однородности образца, повышение которой достигается за счет качества размола образцов, определяющего размер частиц в них. При определении тяжелых элементов достаточно измельчить пробу до крупности зерен порядка 70 мкм, а при определении легких элементов необходимо добиваться тем меньшего размера зерен, чем меньше атомный номер определяемого элемента. К эффектам неоднородности относится также обволакивание твердых частиц пробы более мягкими частицами. При измельчении пробы, состоящей из разных по твердости минералов, мягкие минералы быстро измельчаются и обволакивают частицы твердых минералов, которые не достигают той же степени измельчения, благодаря этому искажается зависимость измеряемого аналитического сигнала от содержания элемента. На результат анализа также оказывает влияние минеральный состав проб. В зависимости от того, в каком минерале содержится определяемый элемент, можно получать разную величину аналитического сигнала при одном содержании элемента. Некоторые минералы приобретают ориентацию при прессовании материала пробы в таблетку, что приводит к разной величине аналитического сигнала при разном положении образца относительно измерительного тракта. Принципиальное решение указанных проблем возможно только при переводе образцов в стекло путем сплавления их с боратным флюсом, однако при этом ухудшаются пределы количественного определения микроэлементов, так как проба разбавляется минимум в два раза.

РФА, таким образом, несмотря на относительно невысокую по современным меркам чувствительность, все шире внедряется в практику лабораторных исследований благодаря своей дешевизне, скорости получения результата и простоте пробоподготовки.

**Цель нашей работы** заключалась в определении возможных сфер использования РФА для оценки элементного состава почв лесных биогеоценозов заповедника и сопредельных территорий, а также выявлении региональных закономерностей изменчивости валового содержания в химических элементов в них.

**Материал и методика.** Исходным материалом для анализа, проведенного по договору в лаборатории института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) государственного университета, служили 98 образцов почвы разного гранулометрического состава, отобранных в 20 различных экотопах на территории заповедника и в лесопарке «Дубовая роща», расположенного в пойме р. Малая Кокшага. Каждый образец представлял со-

бой сводную пробу из пяти образцов, взятых в биогеоценозах специальным буром из определенных слоев почвы.

Перед проведением анализа каждый образец размалывали на вибрационной дисковой мельнице в течение 3-х минут для достижения необходимых размеров частиц. Затем брали навеску исследуемого образца массой 4 г и взвешивали на весах с точностью  $10^{-5}$  г. Далее образец смешивали с органическим воском и прессовали на подложку из борной кислоты с усилием в 300 кН. Полученную таблетку помещали в кюветное отделение рентгенофлуоресцентного волнодисперсионного спектрометра S8 Tiger (Bruker, Германия), оснащенного рентгеновской трубкой мощностью 4 кВт с родиевым анодом, и проводили анализ по стандартизированной методике фирмы Geoquant®. Полученный спектр обрабатывали на компьютере, выявляя наличие паразитных пиков и учитывая дифракционные явления, а также матричные эффекты. После этого брали навеску образца массой 0,5 г, помещали в керамический тигель и прокачивали при температуре 1100°C в течении 2-х часов. Окончательный результат в виде процентного и валового содержания элементов (оксидов элементов) в образце формировали с учетом потерь при прокаливании.

Данные, полученные с помощью РФА, были сопоставлены нами с данными, полученными ранее по образцам на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst в лаборатории Поволжского государственного технологического университета, а также с данными элементного состава трех образцов, полученными на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой iCAPQc (Thermo Fisher Scientific, Германия). Для этого навеску исследуемого образца массой 100 мг взвешивали в тefлоновом автоклаве на аналитических весах с точностью 0,1 мг. В автоклав дозаторами добавляли 2 мл концентрированной соляной (38 % ОСЧ HCl), 1 мл плавиковой (38 % ОСЧ HF) и 1 мл азотной кислоты (68 % ОСЧ HNO<sub>3</sub>). Перед использованием кислоты проходили дополнительную очистку автоклава. Для учета фона была подготовлена смесь кислот без образца. Герметично закрытые тefлоновые автоклавы помещали в печь микроволнового разложения Mars 6 (SEM Corporation, США), в которой образцы разогревали до 210°C в течение 30 минут и выдерживали при этой температуре еще 30 минут. После этого проводили добавление 10 мл 4,5 % раствора борной кислоты для комплексообразования с фторидами редкоземельных элементов, которые являются нерастворимыми в воде и выпадают в осадок. Далее автоклавы нагревали до 170°C в течение 30 минут и выдерживали при этой температуре еще 30 минут. После охлаждения автоклавов полученный раствор переносили в пробирку и доводили до 50 мл деионизированной водой. Далее отбирали из полученного раствора аликвоту 500 мкл и разбавляли деионизированной водой до 10 мл с добавлением внутреннего стандарта In с конечной концентрацией 5 ppb и добавлением соляной кислоты с конечным содержанием всех кислот в растворе равным 2 %. Полученный раствор анализировали на масс-спектрометре, предварительно откалиброванном с помощью

мультиэлементных стандартов с концентрацией в диапазоне от 1 до 100 ppb по каждому элементу. Полученные значения концентраций пересчитывали на исходную концентрацию с учетом пустого образца, навески и разбавления раствора. Полученный цифровой материал обрабатывали на ПК с использованием стандартных методов математической статистики.

**Результаты и обсуждение.** РФА позволил выявить содержание в почве лесных биогеоценозов 33 химических элементов, однако часть из которых была обнаружена далеко не во всех образцах. Так, кобальт присутствовал только в одном из 98 образцов, серебро и молибден – в трех, бром – четырех, церий – семи, палладий – 11, галлий и иттрий – 13, рутений – 15, ниобий – 18, ванадий – 24, мышьяк – 32, барий – 60, хлор – 72. Остальные 18 элементов встречались практически во всех образцах. На первом месте в ранговом ряду элементов по их валовому содержанию в почве находится кремний, за которым следуют алюминий и железо (табл. 4.26). За ними с большим отставанием идут калий, магний, кальций, натрий, титан, марганец и фосфор. На порядок меньше содержится в почве серы, циркония и хрома. Еще меньше в ней стронция, цинка, никеля, меди и рубидия. Содержание всех элементов, как свидетельствуют приведенные данные, очень сильно варьирует в исследованных образцах почвы. Наиболее велика вариабельность концентрации марганца, а также серы, фосфора, циркония, магния и кальция. Меньше всего изменяется в образцах почвы концентрация меди и особенно кремния.

Таблица 4.26

**Показатели изменчивости валового содержания химических элементов в почве изученных лесных биогеоценозов**

Элемент и единица измерения	Значения статистических показателей*						
	$M_x$	min	max	$S_x$	V	A	E
Si, %	37,8	19,1	45,4	7,55	20,0	-0,852	-0,670
Al, г/кг	32,8	3,85	86,2	26,3	80,2	0,685	-1,106
Fe, г/кг	25,6	5,85	96,1	22,4	87,5	1,425	1,244
K, г/кг	7,14	0,98	17,66	5,16	72,3	0,668	-1,022
Mg, г/кг	4,74	0,22	16,05	4,81	101,3	0,826	-0,870
Ca, г/кг	4,21	0,30	15,27	4,15	98,5	0,887	-0,441
Na, г/кг	4,00	0,63	10,70	2,59	64,9	0,632	-0,571
Ti, г/кг	1,92	0,16	5,26	1,74	90,7	0,751	-1,125
Mn, г/кг	1,09	0,05	12,21	2,09	191,2	3,397	12,759
P, г/кг	0,55	0,06	2,30	0,56	103,0	1,464	1,104
S, мг/кг	263,1	45,8	1830,3	298,1	113,3	2,581	8,298
Zr, мг/кг	208,9	15,0	1028,4	213,9	102,4	2,315	5,554
Cr, мг/кг	101,2	22,0	222,0	59,0	58,3	0,461	-1,265
Sc, мг/кг	68,5	7,0	172,0	54,9	80,2	0,508	-1,375
Zn, мг/кг	52,0	12,5	188,4	43,9	84,6	1,189	0,443
Ni, мг/кг	50,8	17,0	145,0	34,4	67,7	1,067	-0,225
Cu, мг/кг	45,6	23,8	84,0	15,2	33,4	0,839	-0,614
Rb, мг/кг	30,1	5,7	83,0	26,8	88,8	0,753	-1,109

**Примечание:**  $M_x$  – среднее арифметическое значение показателя;  $m_x$  – ошибка среднего арифметического; min, max – минимальное и максимальное значения;  $S_x$  – среднее квадратическое (стандартное) отклонение показателя; V – коэффициент вариации показателя, %; A, E – коэффициенты асимметрии и эксцесса.

Характер распределения содержания многих элементов в пределах анализируемой выборки значительно отличается от так называемого «нормального», описанного уравнением Гаусса (рис. 4.19), на что указывают значения коэффициентов асимметрии и эксцесса. Этот факт свидетельствует о неоднородности выборки, в которую вошли пробы, взятые не только в разных экотопах, но и типах почв, существенно различающихся между собой по элементному составу. Так, в глинистых почвах концентрация практически всех выявленных химических элементов, кроме кремния, значительно выше, чем в песчаных (табл. 4.27).

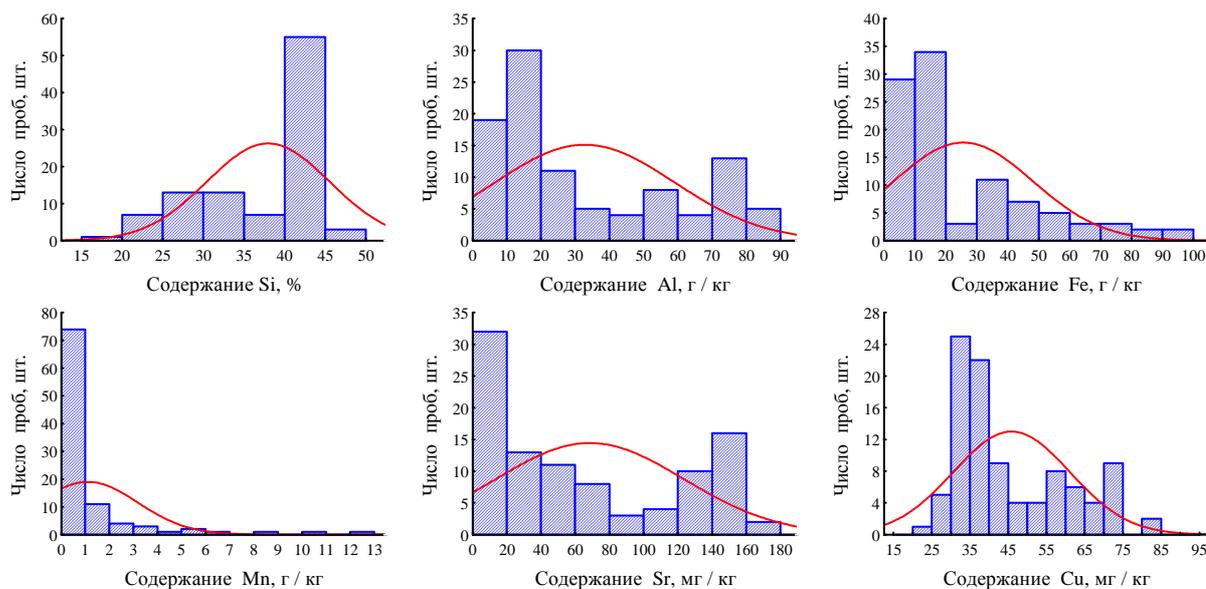


Рис. 4.19. Характер распределения проб по содержанию в них химических элементов.

Таблица 4.27

**Показатели изменчивости содержания химических элементов  
в почвах различного гранулометрического состава**

Элемент	Значения показателей в разных почвах					
	Песчаные почвы (n = 33)			Глинистые почвы (n = 31)		
	$M_x$	$m_x$	V	$M_x$	$m_x$	V
Si, %	43,9	0,18	2,3	29,6	1,17	22,0
Al, г/кг	10,8	0,74	39,4	61,8	3,83	34,5
Fe, г/кг	9,62	0,55	32,9	50,2	4,15	46,0
K, г/кг	2,73	0,16	33,7	12,1	0,81	37,3
Mg, г/кг	0,71	0,06	50,3	9,97	0,78	43,4
Ca, г/кг	0,65	0,06	49,7	8,21	0,64	43,3
Na, г/кг	1,56	0,08	31,0	5,85	0,44	42,1
Ti, г/кг	0,59	0,04	43,2	3,93	0,25	35,5
Mn, г/кг	0,13	0,00	79,0	2,67	0,56	117,5
P, г/кг	0,19	0,02	62,1	0,87	0,13	83,0
S, мг/кг	89,6	10,5	67,2	339,0	56,5	92,7
Zr, мг/кг	94,4	9,42	57,3	267,8	17,7	36,8
Cr, мг/кг	46,5	2,98	36,7	146,1	8,53	32,5
Sr, мг/кг	19,2	2,35	70,7	124,9	7,29	32,5
Zn, мг/кг	18,2	0,80	25,2	89,7	7,96	49,4
Ni, мг/кг	24,5	0,73	17,1	88,1	6,14	38,9
Cu, мг/кг	34,5	0,89	14,8	62,5	2,42	21,6
Rb, мг/кг	7,94	0,53	38,0	58,6	4,18	39,7

Элементный состав почв сходного гранулометрического состава неодинаков в бассейнах разных рек (табл. 4.28). В пределах бассейна одной реки не схож он у свежего и старого аллювия (табл. 4.29). Содержание некоторых химических элементов закономерно изменяется по градиенту глубины почвы (рис. 4.20 и 4.21). Элементный состав почвы в каждом экотопе сугубо специфичен, что связано с особенностями в них процесса почвообразования и воздействия антропогенных факторов. Результаты рентгено-флуоресцентного анализа представлены в табл. 4.30-4.42. Причины варибельности элементного состава почв требуют детального изучения и объяснения, на что в дальнейшем будут направлены наши усилия.

Таблица 4.28

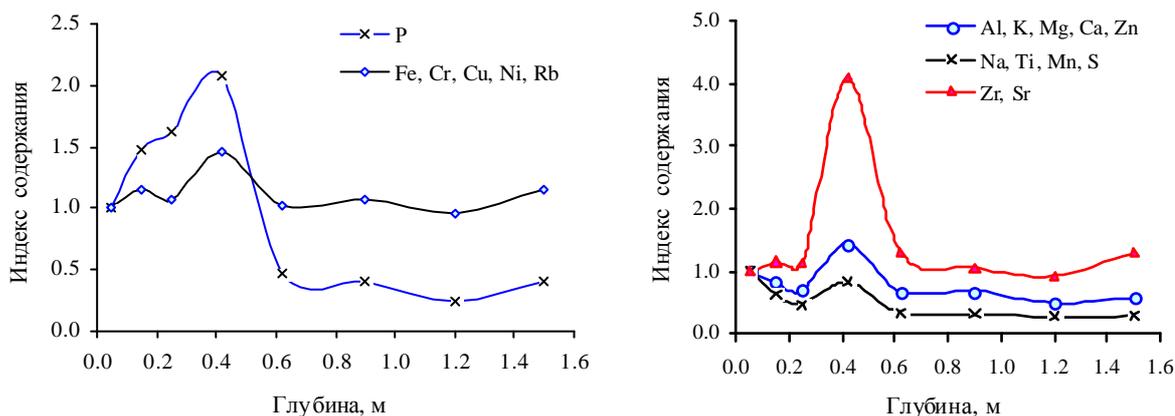
**Показатели изменчивости содержания химических элементов  
в глинистых почвах пойм разных речных бассейнов**

Элемент	Значения показателей в почвах разных бассейнов					
	Большая Кокшага (n = 20)			Малая Кокшага (n = 11)		
	M <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V	M <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V
Si, %	29,7	1,81	27,3	29,3	0,48	5,4
Al, г/кг	52,9	4,85	40,9	77,8	1,77	7,5
Fe, г/кг	52,8	6,32	53,5	45,3	1,86	13,6
K, г/кг	9,73	0,86	39,7	16,3	0,40	8,2
Mg, г/кг	8,21	0,97	53,1	13,2	0,48	12,1
Ca, г/кг	8,44	0,98	51,7	7,80	0,37	15,6
Na, г/кг	4,45	0,35	35,6	8,40	0,46	18,1
Ti, г/кг	3,37	0,33	43,3	4,94	0,06	4,0
Mn, г/кг	3,60	0,80	98,9	0,97	0,22	74,1
P, г/кг	1,12	0,17	68,3	0,40	0,07	62,1
S, мг/кг	418,5	78,2	81,4	201,6	63,7	104,8
Zr, мг/кг	224,7	21,2	42,3	346,2	11,7	11,2
Cr, мг/кг	122,6	9,35	34,1	188,9	5,47	9,6
Sr, мг/кг	110,7	9,95	40,2	150,7	2,24	4,9
Zn, мг/кг	92,4	12,3	59,6	84,8	3,09	12,1
Ni, мг/кг	82,8	9,18	49,6	97,8	3,70	12,5
Cu, мг/кг	58,5	3,32	25,4	69,8	1,80	8,5
Rb, мг/кг	50,5	5,81	51,4	72,5	1,30	6,0

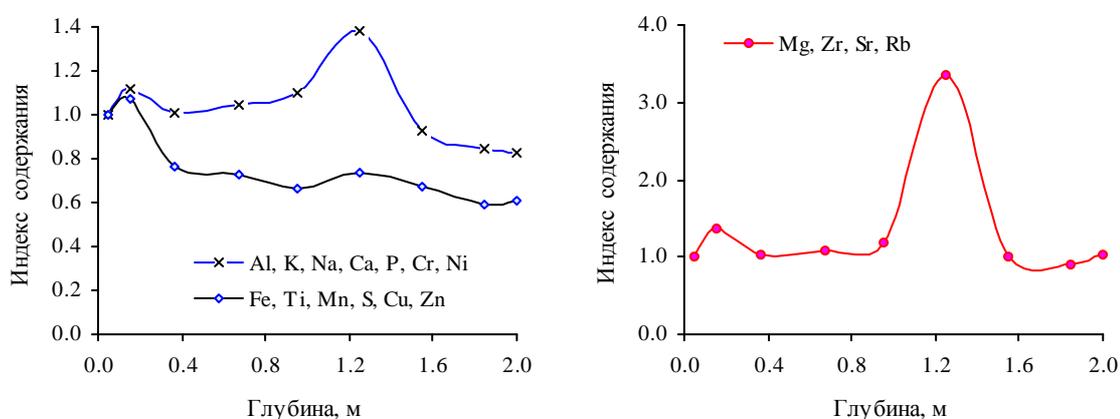
Таблица 4.29

**Элементный состав песчаных аллювиальных почв в пойме р. Большая Кокшага**

Элемент	Значения показателей в разных почвах					
	Старый аллювий (n = 31)			Свежий аллювий (n = 3)		
	M <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V	M <sub>x</sub>	min	max
Si, %	38,9	0,86	12,3	45,40	45,38	45,41
Al, г/кг	30,0	2,91	54,0	3,91	3,85	4,01
Fe, г/кг	19,8	1,94	54,5	8,86	8,64	9,21
K, г/кг	7,51	0,69	50,9	1,01	0,98	1,04
Mg, г/кг	4,22	0,49	64,9	0,40	0,38	0,41
Ca, г/кг	4,36	0,59	75,4	0,41	0,36	0,43
Na, г/кг	5,06	0,31	34,4	0,65	0,63	0,69
Ti, г/кг	1,52	0,20	73,5	0,16	0,16	0,17
Mn, мг/кг	624,3	105,8	94,4	234,3	225,0	243,0
P, мг/кг	647,9	82,9	71,2	72,3	59,0	79,0
S, мг/кг	377,7	64,8	95,5	140,0	89,0	181,0
Zr, мг/кг	290,4	58,6	112,4	17,0	15,0	20,0
Cr, мг/кг	113,2	9,83	46,7	н/о	н/о	н/о
Sr, мг/кг	70,28	7,15	56,6	8,67	7,00	11,0
Zn, мг/кг	49,17	6,49	73,5	17,0	15,0	19,0
Ni, мг/кг	42,94	2,92	37,2	24,7	21,0	30,0
Cu, мг/кг	41,25	1,67	22,5	38,7	37,0	40,0
Rb, мг/кг	23,18	2,91	67,6	н/о	н/о	н/о



**Рис. 4.20.** Закономерности изменения относительного содержания химических элементов по градиенту глубины почвы на ППП 66-01-95 в сосняке лишайниково-мшистом.



**Рис. 4.21.** Закономерности изменения относительного содержания химических элементов по градиенту глубины почвы на ППП 66-02-95 в сосняке лишайниковом.

Таблица 4.30

**Элементный состав почв на ППП 66-01-95 в сосняке брусничниковом**

Элемент	Содержание элементов на разной глубине, см							
	0-10	10-20	20-35	35-50	50-75	75-105	105-135	135-160
ЛФ*, %	2,71	1,07	1,34	1,58	0,88	0,57	0,31	0,71
Si, %	42,2	43,5	43,6	41,4	44,3	44,4	45,0	44,6
Al, г/кг	19,74	15,83	12,97	26,22	10,03	12,38	6,81	8,36
Fe, г/кг	10,42	9,80	11,77	17,17	9,50	6,80	8,62	8,32
K, г/кг	4,01	3,30	3,06	6,78	3,36	2,60	2,58	2,89
Mg, г/кг	1,32	1,03	0,73	1,93	0,67	1,12	0,50	0,68
Ca, г/кг	1,02	0,90	0,65	1,44	0,76	0,53	0,59	0,61
Na, г/кг	2,69	1,76	1,33	2,65	1,43	1,19	1,23	1,15
Ti, г/кг	1,26	0,78	0,87	1,50	0,50	0,37	0,34	0,36
Mn, мг/кг	592,0	240,3	211,5	157,6	100,3	85,7	71,2	74,3
P, мг/кг	283,5	419,1	459,8	585,7	133,2	115,6	68,8	116,9
S, мг/кг	209,8	178,3	74,6	186,6	45,8	82,0	46,4	68,8
Zr, мг/кг	80,9	95,8	87,2	300,3	102,5	109,4	63,5	135,3
Cr, мг/кг	46,1	75,9	54,5	49,0	43,5	71,9	43,2	81,6
Sr, мг/кг	16,1	18,1	18,7	71,5	21,3	12,4	16,8	14,8
Zn, мг/кг	27,3	23,3	22,2	35,7	21,1	20,4	13,9	18,2
Ni, мг/кг	23,6	25,1	27,7	38,6	31,8	30,4	25,6	29,1
Cu, мг/кг	33,5	40,6	32,9	39,0	36,1	31,1	39,0	35,8
Rb, мг/кг	7,8	7,5	6,8	14,0	6,9	7,1	6,3	7,1
Cl, мг/кг	126,4	н/о	75,9	122,9	71,0	142,0	77,9	н/о

**Примечание:** ЛФ – летучие фракции, соответствующие потерям при прокаливании.

Элементный состав почв на ППП 66-02-95 в сосняке лишайниково-мшистом

Элемент	Содержание элементов на разной глубине, см								
	0-10	10-20	20-55	55-80	80-110	110-140	140-170	170-200	200-220
ЛФ, %	3,47	2,20	1,13	1,15	0,75	0,66	0,67	0,53	0,50
Si, %	43,0	43,4	44,3	44,2	44,4	44,2	44,9	45,0	45,0
Al, г/кг	7,69	10,89	9,66	11,44	11,44	13,92	6,60	6,55	6,90
Fe, г/кг	14,86	12,08	9,49	7,48	6,23	5,85	8,50	7,96	7,53
K, г/кг	2,22	2,50	2,00	2,53	2,96	3,29	2,70	2,43	2,69
Mg, г/кг	0,43	0,71	0,58	0,76	0,82	1,35	0,39	0,43	0,44
Ca, г/кг	0,60	0,62	0,44	0,49	0,56	0,84	0,64	0,54	0,54
Na, г/кг	1,63	1,72	1,33	1,74	2,04	1,95	1,30	1,14	1,18
Ti, г/кг	0,62	0,74	0,50	0,48	0,47	0,55	0,35	0,25	0,32
Mn, мг/кг	129,2	207,3	134,6	88,9	66,1	60,3	74,2	64,5	69,1
P, мг/кг	143,5	201,1	245,1	199,1	132,2	156,2	61,1	62,9	79,3
S, мг/кг	90,6	95,0	51,1	68,8	72,6	76,3	64,6	52,9	64,4
Zr, мг/кг	93,3	102,4	64,8	58,3	61,3	273,3	64,8	41,5	63,3
Cr, мг/кг	48,8	40,0	34,6	23,3	47,7	69,8	57,4	44,9	28,8
Sr, мг/кг	16,5	18,1	13,8	13,4	15,3	68,2	21,1	14,7	19,6
Zn, мг/кг	19,4	19,0	14,2	18,1	17,8	17,0	16,2	14,4	12,5
Ni, мг/кг	23,6	23,9	22,6	22,6	18,9	29,8	22,7	23,9	21,4
Cu, мг/кг	41,0	31,5	31,8	30,9	23,8	40,6	30,9	32,2	31,0
Rb, мг/кг	5,7	9,3	7,2	6,3	7,1	21,5	6,2	7,4	7,1

Таблица 4.32

Элементный состав почв в сосняках лишайниковом и лишайниково-мшистом

Элемент	Содержание элементов в биотопах на разной глубине							
	ППП-9Л, сосняк лишайниковый				ППП 90-04-05, сосняк лишайниково-мшистый			
	0-20 см	20-40 см	50-70 см	70-90 см	0-20 см	20-40 см	50-70 см	70-90 см
ЛФ, %	2,11	1,28	1,17	0,76	2,46	1,79	1,42	1,37
Si, %	44,6	44,3	44,2	44,0	44,0	43,7	43,8	44,3
Al, г/кг	4,86	10,19	9,94	14,70	6,85	13,41	13,76	8,96
Fe, г/кг	6,96	8,14	10,13	8,71	8,94	7,70	7,75	9,04
K, г/кг	1,42	2,10	2,38	2,82	1,59	2,54	2,88	2,52
Mg, г/кг	0,22	0,59	0,62	1,17	0,32	0,80	0,81	0,55
Ca, г/кг	0,31	0,38	0,40	0,50	0,30	0,40	0,41	0,43
Na, г/кг	0,82	1,06	0,94	1,34	1,00	1,49	1,50	1,04
Ti, г/кг	0,47	0,60	0,50	0,50	0,61	0,73	0,61	0,46
Mn, мг/кг	69,0	74,8	127,1	125,8	76,6	73,2	72,4	80,1
P, мг/кг	90,6	198,8	150,2	251,2	163,9	316,7	231,2	132,8
S, мг/кг	86,4	54,2	67,3	116,6	84,8	103,3	78,3	50,9
Zr, мг/кг	83,4	59,7	65,0	59,3	81,8	69,7	60,2	57,7
Cr, мг/кг	22,0	28,7	36,1	98,1	30,4	47,1	42,8	45,0
Sr, мг/кг	11,1	10,1	13,7	12,6	11,2	11,9	13,2	12,9
Zn, мг/кг	19,0	18,7	18,2	17,3	15,0	18,7	15,5	14,0
Ni, мг/кг	25,1	24,9	22,6	20,1	23,1	25,1	19,6	25,8
Cu, мг/кг	32,8	31,6	34,6	37,9	33,1	32,5	28,3	36,5
Rb, мг/кг	7,1	7,1	6,8	7,7	7,1	7,1	7,1	7,1

Таблица 4.33

## Элементный состав почв в сосняках кислично-липовом и брусничниковом

Элемент	Содержание элементов в биотопах на разной глубине							
	ППП-17Л, сосняк кислично-липовый				ППП-16Л, сосняк брусничниковый			
	0-10 см	10-20 см	30-50 см	60-80 см	0-10 см	10-20 см	30-50 см	60-80 см
ЛФ, %	7,99	2,61	1,19	1,01	3,95	1,21	1,19	0,72
Si, %	40,3	43,7	44,2	44,3	42,8	44,8	44,2	44,3
Al, г/кг	10,81	7,91	10,60	10,87	6,49	6,65	10,41	11,14
Fe, г/кг	17,21	10,14	9,31	7,50	18,69	6,61	9,97	8,12
K, г/кг	2,78	2,15	2,47	2,56	1,83	1,83	2,50	3,72
Mg, г/кг	0,94	0,44	0,60	0,62	0,32	0,29	0,66	0,67
Ca, г/кг	1,86	0,93	0,72	0,76	0,46	0,32	0,56	0,81
Na, г/кг	1,91	1,82	2,23	2,38	1,13	1,47	1,79	1,97
Ti, г/кг	0,82	0,72	0,56	0,43	0,59	0,53	0,47	0,53
Mn, мг/кг	254,0	113,0	67,0	51,0	180,0	93,0	156,0	130,0
P, мг/кг	346,0	121,0	150,0	126,0	140,0	93,0	186,0	196,0
S, мг/кг	334,0	99,0	87,0	64,0	84,0	68,0	н/о	50,0
Zr, мг/кг	118,0	114,0	91,0	89,0	106,0	80,0	96,0	87,0
Cr, мг/кг	36,0	42,0	43,0	32,0	н/о	45,0	34,0	44,0
Sr, мг/кг	24,0	20,0	20,0	19,0	14,0	12,0	18,0	18,0
Zn, мг/кг	н/о	13,0	н/о	15,0	18,0	17,0	н/о	17,0
Ni, мг/кг	26,0	21,0	24,0	н/о	24,0	17,0	20,0	24,0
Cu, мг/кг	43,0	35,0	34,0	30,0	51,0	29,0	31,0	37,0
Rb, мг/кг	10,0	н/о	7,0	н/о	н/о	н/о	8,0	7,0

Таблица 4.34

## Элементный состав почв на пробных площадях в пойме р. Большая Кокшага

Элемент	Содержание элементов в биотопах на разной глубине							
	ППП-1				ППП-2			
	0-10 см	10-20 см	30-50 см	60-80 см	0-10 см	10-20 см	30-50 см	60-80 см
ЛФ, %	12,6	4,7	4,5	2,7	29,5	15,4	14,8	14,4
Si, %	34,9	38,4	37,9	40,8	20,5	25,0	24,9	25,0
Al, г/кг	33,3	27,7	41,5	28,3	58,9	71,4	73,5	72,8
Fe, г/кг	17,0	32,4	21,9	16,2	54,4	70,4	75,4	77,3
K, г/кг	7,41	6,02	7,03	5,45	12,2	11,8	10,5	11,0
Mg, г/кг	3,20	2,08	4,52	3,14	9,72	11,4	12,4	12,8
Ca, г/кг	6,30	3,34	4,01	2,74	15,3	10,7	9,48	11,1
Na, г/кг	6,76	7,65	5,69	4,32	3,73	4,93	3,80	3,34
Ti, г/кг	2,54	2,20	1,89	1,10	4,04	4,63	4,26	4,20
Mn, г/кг	0,49	0,76	0,20	0,13	2,32	3,72	5,85	4,55
P, г/кг	0,50	0,24	0,12	0,06	1,83	1,79	1,38	0,98
S, г/кг	0,50	0,22	0,08	0,08	1,08	0,49	0,17	0,19
Zr, мг/кг	265,0	283,0	252,0	174,0	176,0	273,0	176,0	181,0
Cr, мг/кг	110,0	103,0	96,0	67,0	114,0	133,0	141,0	139,0
Sr, мг/кг	87,0	75,0	73,0	53,0	139,0	145,0	117,0	132,0
Zn, мг/кг	24,0	16,0	35,0	21,0	132,0	122,0	127,0	109,0
Ni, мг/кг	33,0	32,0	37,0	32,0	86,0	108,0	106,0	122,0
Cu, мг/кг	41,0	47,0	42,0	35,0	65,0	61,0	64,0	75,0
Rb, мг/кг	19,0	13,0	21,0	18,0	76,0	58,0	57,0	65,0
Cl, мг/кг	н/о	91,0	н/о	88,0	211,0	266,0	119,0	н/о
Ba, мг/кг	324,0	253,0	293,0	161,0	754,0	884,0	997,0	1022,0
As, мг/кг	10,0	10,0	н/о	н/о	21,0	20,0	23,0	24,0
V, мг/кг	н/о	н/о	н/о	37,0	134,0	148,0	165,0	187,0

Элементный состав почв на пробных площадях в пойме р. Большая Кокшага

Элемент	Содержание элементов в биотопах на разной глубине							
	ППП-3				ППП-15			
	0-10 см	10-20 см	30-50 см	60-80 см	0-10 см	10-20 см	30-50 см	60-80 см
ЛФ, %	30,6	18,4	15,9	13,6	23,7	16,4	9,3	7,6
Si, %	19,1	21,9	22,7	24,3	22,2	23,9	28,1	30,1
Al, г/кг	60,6	70,4	71,8	71,3	62,5	69,1	71,9	70,3
Fe, г/кг	66,3	93,2	96,1	87,3	63,6	80,2	62,1	51,2
K, г/кг	11,6	10,8	11,0	12,6	13,9	13,4	15,0	15,3
Mg, г/кг	10,0	11,5	12,0	12,6	10,3	11,1	12,3	11,5
Ca, г/кг	13,6	9,18	9,45	11,8	14,4	11,3	8,65	8,28
Na, г/кг	2,93	3,91	3,52	3,61	3,86	4,44	6,81	7,05
Ti, г/кг	4,01	4,62	4,40	4,59	4,39	4,85	4,73	4,24
Mn, г/кг	3,70	10,2	12,2	8,85	2,57	5,08	6,04	2,78
P, г/кг	2,15	2,30	1,90	1,52	1,85	1,79	1,07	0,93
S, г/кг	1,06	0,46	0,23	0,28	0,94	0,56	0,18	0,17
Zr, мг/кг	157,0	209,0	208,0	242,0	244,0	304,0	361,0	373,0
Cr, мг/кг	124,0	128,0	139,0	165,0	164,0	153,0	187,0	188,0
Sr, мг/кг	132,0	126,0	124,0	172,0	157,0	157,0	159,0	149,0
Zn, мг/кг	155,0	150,0	146,0	135,0	145,0	167,0	117,0	95,0
Ni, мг/кг	105,0	145,0	119,0	132,0	109,0	118,0	120,0	88,0
Cu, мг/кг	59,0	67,0	75,0	84,0	70,0	59,0	69,0	74,0
Rb, мг/кг	83,0	61,0	64,0	71,0	83,0	77,0	68,0	60,0
Ba, мг/кг	863,0	1341,0	1663,0	1916,0	888,0	918,0	1164,0	782,0
As, мг/кг	16,0	11,0	30,0	26,0	22,0	27,0	22,0	15,0
V, мг/кг	148,0	195,0	214,0	189,0	135,0	188,0	155,0	153,0

Таблица 4.36

Элементный состав почв на пробных площадях в пойме р. Большая Кокшага

Элемент	Содержание элементов в биотопах на разной глубине							
	ППП-20				Свежий аллювий на песчаной косе			
	0-10 см	10-20 см	30-50 см	60-80 см	№ 1	№ 2	№ 3	
ЛФ, %	18,1	6,9	0,84	1,17	0,41	0,41	0,41	
Si, %	28,6	37,6	44,0	43,4	45,4	45,4	45,4	
Al, г/кг	48,4	33,2	9,53	12,8	3,85	4,01	3,86	
Fe, г/кг	37,9	22,8	13,8	17,0	9,21	8,72	8,64	
K, г/кг	9,6	4,82	2,88	2,50	1,00	1,04	0,98	
Mg, г/кг	7,27	4,01	0,84	1,40	0,41	0,38	0,40	
Ca, г/кг	12,4	4,19	1,31	1,30	0,36	0,42	0,43	
Na, г/кг	3,86	4,50	2,37	1,86	0,69	0,63	0,65	
Ti, г/кг	3,40	2,06	0,61	0,60	0,16	0,17	0,16	
Mn, г/кг	1,84	0,49	0,14	0,13	0,24	0,24	0,23	
P, г/кг	1,38	0,54	0,07	0,06	0,08	0,06	0,08	
S, мг/кг	908,0	281,0	76,0	н/о	89,0	150,0	181,0	
Zr, мг/кг	399,0	101,0	54,0	61,0	20,0	15,0	16,0	
Cr, мг/кг	141,0	65,0	45,0	50,0	н/о	н/о	н/о	
Sr, мг/кг	99,0	56,0	33,0	29,0	8,0	7,0	11,0	
Zn, мг/кг	74,0	33,0	19,0	25,0	19,0	15,0	н/о	
Ni, мг/кг	67,0	33,0	23,0	40,0	30,0	23,0	21,0	
Cu, мг/кг	60,0	35,0	36,0	52,0	39,0	40,0	37,0	
Rb, мг/кг	39,0	19,0	8,0	н/о	н/о	н/о	н/о	
Ba, мг/кг	420,0	244,0	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	

Таблица 4.37

## Элементный состав почв на первой песчаной гриве в левобережье р. Большая Кокшага

Элемент	Содержание элементов на разной глубине и в разных точках							
	0-10 см			10-20 см			40-60 см	60-80 см
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3		
ЛФ, %	3,05	2,69	2,73	1,87	1,60	0,99	1,49	0,98
Si, %	41,0	41,7	41,6	42,6	42,8	43,4	42,7	44,0
Al, г/кг	22,6	18,9	20,2	17,2	16,2	15,4	17,3	10,1
Fe, г/кг	15,3	14,9	14,0	11,5	12,1	9,6	11,9	11,2
K, г/кг	6,02	5,13	5,38	4,74	4,25	4,38	4,41	3,36
Mg, г/кг	2,66	2,31	2,49	1,89	1,85	1,72	2,11	1,06
Ca, г/кг	2,91	2,22	2,34	2,14	1,74	1,72	2,14	1,29
Na, г/кг	4,87	4,36	4,81	3,92	3,58	3,43	3,22	1,90
Ti, г/кг	0,98	0,77	0,80	0,66	0,59	0,52	0,71	0,47
Mn, г/кг	0,29	0,27	0,25	0,24	0,23	0,18	0,25	0,19
P, г/кг	0,39	0,34	0,39	0,29	0,24	0,21	0,43	0,17
S, мг/кг	246,1	164,7	195,6	195,4	113,5	97,9	191,9	99,9
Zr, мг/кг	140,7	117,9	127,1	123,8	59,7	74,9	88,9	57,1
Cr, мг/кг	123,2	49,7	83,9	87,1	66,8	59,8	76,7	67,1
Sr, мг/кг	59,2	48,2	52,6	43,2	38,7	33,5	34,5	26,1
Zn, мг/кг	32,4	27,8	26,7	19,8	24,6	18,4	24,7	19,6
Ni, мг/кг	32,2	30,5	35,2	29,0	32,4	33,1	24,6	26,6
Cu, мг/кг	33,2	37,3	42,7	33,9	28,3	35,9	29,1	37,1
Rb, мг/кг	16,0	13,8	14,5	12,4	7,6	7,9	11,7	8,7
Ba, мг/кг	205,8	172,3	188,4	н/о	147,2	179,1	183,6	н/о

Таблица 4.38

## Элементный состав почв на второй песчаной гриве в левобережье р. Большая Кокшага

Элемент	Содержание элементов на разной глубине и в разных точках							
	0-10 см			10-20 см			40-60 см	60-80 см
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3		
ЛФ, %	9,13	8,15	8,51	4,07	3,92	3,83	1,81	1,48
Si, %	33,8	34,0	32,7	39,1	38,5	38,8	42,1	42,8
Al, г/кг	45,3	47,0	51,7	30,3	35,6	33,3	20,8	17,1
Fe, г/кг	28,5	30,0	32,4	19,7	19,5	18,8	11,9	11,5
K, г/кг	11,5	11,9	13,0	7,77	8,88	8,22	5,24	4,09
Mg, г/кг	6,64	7,00	7,97	3,76	4,93	4,66	2,67	2,22
Ca, г/кг	8,01	7,48	8,95	4,20	4,45	4,27	2,23	1,85
Na, г/кг	6,96	7,30	8,03	6,51	6,47	6,83	4,60	3,38
Ti, г/кг	2,54	2,60	2,93	1,51	1,65	1,67	0,80	0,73
Mn, г/кг	1,18	1,07	1,40	0,53	0,55	0,55	0,16	0,14
P, г/кг	1,18	1,19	1,35	0,63	0,87	0,70	0,33	0,28
S, мг/кг	530,2	544,6	1830,3	208,1	247,9	647,6	405,3	321,9
Zr, мг/кг	327,3	322,9	950,2	245,2	273,4	230,5	104,7	104,5
Cr, мг/кг	171,7	187,8	183,6	113,8	135,6	155,1	77,0	82,6
Sr, мг/кг	115,5	112,4	120,3	77,8	81,0	75,8	42,5	31,5
Zn, мг/кг	69,1	64,7	188,4	40,4	41,3	72,8	43,6	31,6
Ni, мг/кг	59,8	54,8	60,6	39,4	45,1	43,5	н/о	27,7
Cu, мг/кг	46,5	49,7	57,9	38,6	38,6	37,5	33,3	35,0
Rb, мг/кг	36,6	34,6	44,0	24,4	23,9	20,3	9,6	8,8
Ba, мг/кг	494,5	429,1	555,2	332,7	306,5	316,3	238,6	н/о

## Элементный состав почв на третьей песчаной гриве в левобережье р. Большая Кокшага

Элемент	Содержание элементов на разной глубине и в разных точках						
	0-10 см		10-20 см			40-60 см	60-80 см
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 3		
ЛФ, %	7,48	5,26	1,75	3,00	2,28	1,07	1,20
Si, %	37,9	40,5	42,0	41,4	42,6	42,8	44,3
Al, г/кг	27,9	19,4	21,5	21,1	16,3	18,7	9,5
Fe, г/кг	17,7	12,4	13,4	13,4	11,4	11,8	8,4
K, г/кг	6,74	4,84	5,14	5,29	4,10	4,77	2,43
Mg, г/кг	4,02	2,72	2,96	2,56	2,08	2,41	1,12
Ca, г/кг	4,59	3,20	2,27	2,25	1,65	1,94	0,81
Na, г/кг	4,64	3,55	4,16	4,93	3,48	3,68	1,67
Ti, г/кг	1,35	0,79	0,82	0,82	0,58	0,70	0,33
Mn, мг/кг	551,5	357,3	198,1	254,9	210,5	176,3	131,1
P, мг/кг	772,6	479,2	401,8	344,3	263,9	314,7	181,2
S, мг/кг	672,4	373,2	260,4	201,3	171,8	169,0	77,4
Zr, мг/кг	116,3	101,8	77,2	102,8	65,0	62,1	31,5
Cr, мг/кг	85,6	72,3	66,6	80,5	53,0	71,6	н/о
Sr, мг/кг	60,5	45,5	38,2	47,4	35,3	38,8	18,2
Zn, мг/кг	51,8	30,8	34,4	27,5	22,6	23,5	20,3
Ni, мг/кг	45,4	38,7	31,1	30,5	24,4	38,3	27,4
Cu, мг/кг	39,7	38,6	42,2	35,8	32,9	40,2	30,8
Rb, мг/кг	22,9	15,6	9,4	14,2	10,6	11,0	н/о
Ba, мг/кг	281,8	244,2	290,0	203,4	145,1	234,3	н/о

Таблица 4.40

## Элементный состав почв на четвертой песчаной гриве в левобережье р. Большая Кокшага

Элемент	Содержание элементов на разной глубине и в разных точках							
	0-10 см			10-20 см			40-60 см	60-80 см
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3		
ЛФ, %	13,6	10,6	15,0	6,61	5,70	8,34	2,67	2,44
Si, %	29,0	30,2	28,2	34,3	34,4	32,6	40,7	42,5
Al, г/кг	58,5	59,0	57,7	50,1	53,3	54,2	26,6	16,0
Fe, г/кг	38,7	44,2	43,7	30,7	32,1	36,6	14,1	12,2
K, г/кг	14,01	14,48	13,94	12,21	12,69	13,06	6,71	4,26
Mg, г/кг	9,72	9,07	9,54	7,57	7,69	8,06	3,48	1,97
Ca, г/кг	12,70	9,70	11,70	7,18	6,62	8,18	2,75	1,66
Na, г/кг	5,77	6,58	6,05	7,36	7,99	7,11	6,02	3,84
Ti, г/кг	3,61	3,77	3,56	2,81	3,06	3,24	1,03	0,62
Mn, г/кг	1,94	1,69	2,03	1,37	1,03	1,48	0,27	0,18
P, г/кг	1,82	1,39	1,56	0,97	0,99	1,02	0,37	0,21
S, мг/кг	1061,8	695,2	794,4	377,3	308,6	342,2	95,1	67,0
Zr, мг/кг	897,6	1028,4	900,2	875,2	306,4	892,5	129,6	67,7
Cr, мг/кг	171,1	207,0	198,6	179,6	187,8	170,0	80,6	51,1
Sr, мг/кг	137,0	141,3	145,4	117,4	122,2	130,0	62,9	45,8
Zn, мг/кг	91,4	95,9	104,7	69,2	68,0	81,7	30,6	26,2
Ni, мг/кг	73,4	74,5	74,7	58,7	59,0	66,9	38,5	32,3
Cu, мг/кг	55,8	58,9	62,6	46,2	51,2	56,3	36,7	36,4
Rb, мг/кг	51,1	52,3	60,1	37,7	39,7	47,0	17,5	11,7
Ba, мг/кг	671,5	609,4	725,5	540,4	483,4	621,9	291,4	н/о
As, мг/кг	17,0	13,0	13,3	10,3	н/о	10,5	н/о	н/о

Таблица 4.41

## Элементный состав почв в различных пойменных биотопах лесопарка «Дубовая роща»

Элемент	Содержание элементов в разных экотопах и на разной глубине				
	Пойменный луг			Культуры лиственницы	
	0-20 см	30-50 см	50-70 см	30-50 см	50-70 см
ЛФ, %	15,2	7,8	9,2	9,1	9,8
Si, %	26,6	29,5	27,8	28,7	27,5
Al, г/кг	66,1	80,4	86,2	80,1	84,8
Fe, г/кг	55,6	44,9	50,6	46,9	52,2
K, г/кг	13,60	16,03	16,05	14,61	15,29
Mg, г/кг	10,42	13,89	16,05	13,64	15,23
Ca, г/кг	8,27	6,24	8,33	8,88	10,63
Na, г/кг	6,86	8,59	6,71	7,98	6,19
Ti, г/кг	4,78	5,02	4,75	5,26	4,84
Mn, г/кг	3,11	0,67	0,73	1,08	0,61
P, г/кг	1,12	0,30	0,27	0,33	0,29
S, мг/кг	837,0	157,0	134,0	172,0	145,0
Zr, мг/кг	281,0	346,0	311,0	349,0	325,0
Cr, мг/кг	151,0	181,0	175,0	188,0	202,0
Sr, мг/кг	139,0	149,0	167,0	150,0	149,0
Zn, мг/кг	108,0	80,0	93,0	88,0	90,0
Ni, мг/кг	95,0	88,0	113,0	99,0	124,0
Cu, мг/кг	81,0	73,0	71,0	71,0	73,0
Rb, мг/кг	68,0	71,0	75,0	66,0	73,0
Ba, мг/кг	543,0	431,0	547,0	320,0	603,0
As, мг/кг	22,0	15,0	17,0	н/о	15,0
V, мг/кг	155,0	172,0	156,0	161,0	155,0

Таблица 4.42

## Элементный состав почв в различных пойменных биотопах лесопарка «Дубовая роща»

Элемент	Содержание элементов в разных экотопах и на разной глубине					
	Культуры тополя		Осинник		Дубово-липовый лес	
	30-50 см	50-70 см	30-50 см	50-70 см	30-50 см	50-70 см
ЛФ, %	6,0	7,6	6,3	6,4	7,1	8,1
Si, %	31,6	29,5	31,1	30,9	30,4	29,0
Al, г/кг	72,3	79,7	74,1	74,8	75,5	81,3
Fe, г/кг	36,1	45,8	38,0	40,5	40,0	48,0
K, г/кг	17,1	17,2	17,62	16,9	17,7	17,3
Mg, г/кг	11,5	13,3	12,49	12,5	12,4	13,7
Ca, г/кг	7,1	7,9	6,94	7,5	6,7	7,2
Na, г/кг	10,7	8,0	10,18	9,3	10,1	7,8
Ti, г/кг	5,0	5,1	4,89	4,6	5,1	4,9
Mn, г/кг	0,79	0,74	0,69	0,63	0,94	0,73
P, г/кг	0,24	0,27	0,43	0,47	0,31	0,38
S, мг/кг	114,0	135,0	129,0	129,0	136,0	130,0
Zr, мг/кг	402,0	384,0	353,0	302,0	394,0	361,0
Cr, мг/кг	189,0	222,0	195,0	205,0	186,0	184,0
Sr, мг/кг	154,0	152,0	156,0	154,0	144,0	144,0
Zn, мг/кг	69,0	85,0	79,0	76,0	80,0	85,0
Ni, мг/кг	85,0	99,0	97,0	86,0	86,0	104,0
Cu, мг/кг	59,0	69,0	63,0	72,0	64,0	72,0
Rb, мг/кг	70,0	76,0	72,0	69,0	76,0	81,0
Ba, мг/кг	546,0	654,0	461,0	469,0	470,0	475,0
As, мг/кг	13,0	14,0	11,0	14,0	17,0	25,0
V, мг/кг	143,0	146,0	134,0	141,0	141,0	154,0

Статистический анализ полученных данных позволил выявить ряд интересных закономерностей. Так, в частности, величина потерь при прокаливании почвы ( $Y$ , %), отображающая содержание в ней летучих фракций органического вещества, представленных в основном углеродом и азотом, на 90 % зависит от содержания в образцах кремния ( $X$ , %). Эту связь описывает отрицательное экспоненциальное уравнение:

$$Y = 46,5 \cdot \exp[-10,90 \cdot 10^{-2} \cdot (X - 15)]; R^2 = 0,901.$$

Из этого уравнения следует, что масса органического вещества в почве обратно пропорциональна содержанию в ней кремнезема, не способного удерживать его. Низкое содержание органического вещества в легких песчаных почвах связано не со слабой производительностью лесных биогеоценозов, а с быстрым его разложением на минеральные составляющие, которые вновь вовлекаются в биологический круговорот и частично выносятся грунтовыми водами в реки. Почвы же тяжелого механического состава обладают высокой способностью к аккумуляции органического вещества.

С потерей при прокаливании ( $X$ , %) тесно связано, как показали расчеты, содержание в почве кальция, фосфора, цинка и рубидия (рис. 4.22), которые активно участвуют в биологическом круговороте и используются живыми организмами для построения своих тел. Эти связи аппроксимируют следующие уравнения регрессии:

$$\begin{aligned} [\text{Ca}], \text{ г/кг} &= 17,82 \cdot [1 - \exp(-59,65 \cdot 10^{-3} \cdot X)]; R^2 = 0,902; \\ [\text{P}], \text{ мг/кг} &= 3671,3 \cdot [1 - \exp(-30,49 \cdot 10^{-3} \cdot X)]; R^2 = 0,767; \\ [\text{Zn}], \text{ мг/кг} &= 161,7 \cdot [1 - \exp(-83,91 \cdot 10^{-3} \cdot X)]; R^2 = 0,788; \\ [\text{Rb}], \text{ мг/кг} &= 79,97 \cdot [1 - \exp(-10,81 \cdot 10^{-2} \cdot X)]; R^2 = 0,730. \end{aligned}$$

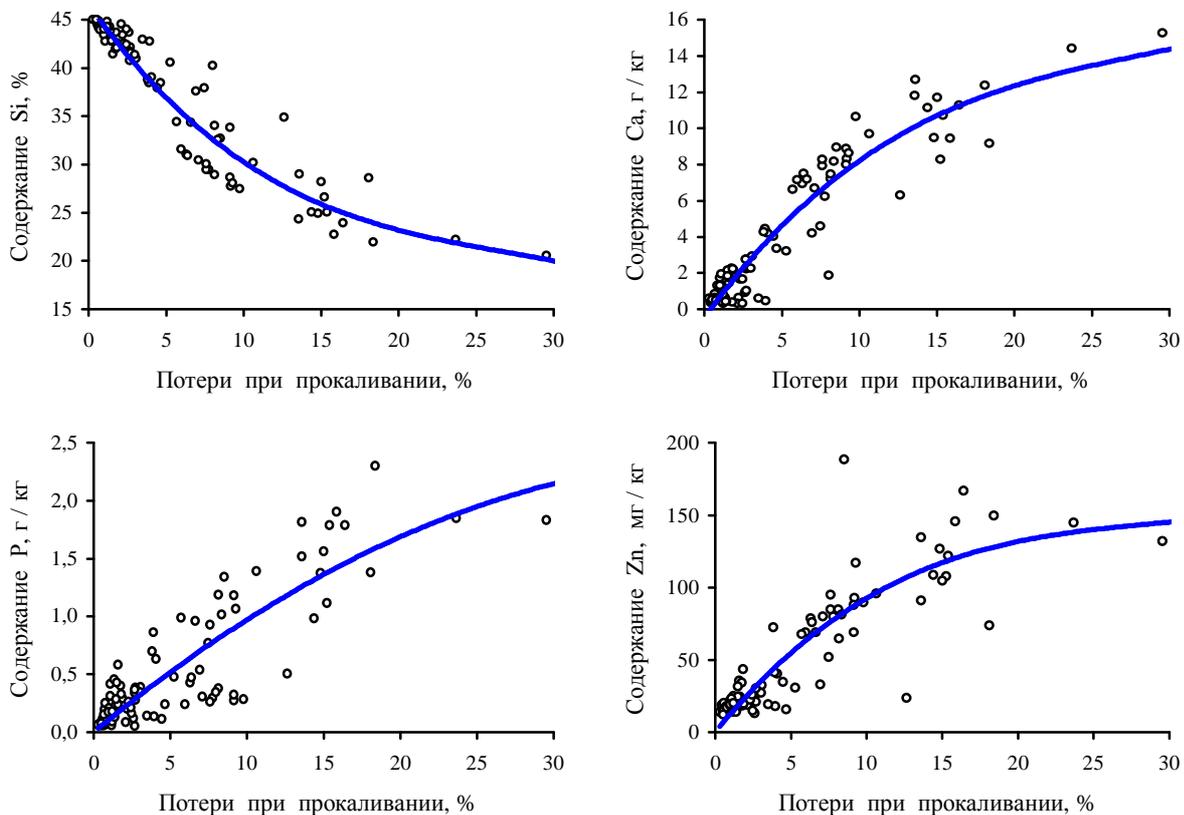


Рис. 4.22. Связь между содержанием в образцах химических элементов и потерей при прокаливании.

С потерей при прокаливании практически не связано содержание в почве натрия, а у остальных химических элементов значения коэффициентов корреляции изменяются в пределах от 0,22 до 0,76 (табл. 4.43).

С содержанием в образцах кремния ( $X$ , %), связанного в основном с долей в почве песчаных частиц, содержание всех химических элементов коррелирует отрицательно. Наиболее сильно зависит от него концентрация в почве Al, Ca, Fe, Ti, Mg и Sr (рис. 4.23). Эти связи аппроксимируют следующие уравнения регрессии:

$$[Al], \text{ г/кг} = 0,011 \cdot X^3 - 1,283 \cdot X^2 + 43,11 \cdot X - 381,4; R^2 = 0,948;$$

$$[Ca], \text{ г/кг} = -0,005 \cdot X^2 - 0,199 \cdot X + 18,85; R^2 = 0,940;$$

$$[Fe], \text{ г/кг} = 0,005 \cdot X^3 - 0,480 \cdot X^2 + 10,43 \cdot X + 19,46; R^2 = 0,917;$$

$$[Ti], \text{ г/кг} = 0,001 \cdot X^3 - 0,100 \cdot X^2 + 3,245 \cdot X - 28,62; R^2 = 0,956;$$

$$[Mg], \text{ г/кг} = 0,003 \cdot X^3 - 0,300 \cdot X^2 + 9,807 \cdot X - 88,86; R^2 = 0,934;$$

$$[Sr], \text{ мг/кг} = 0,015 \cdot X^3 - 1,793 \cdot X^2 + 62,94 \cdot X - 532,32; R^2 = 0,943.$$

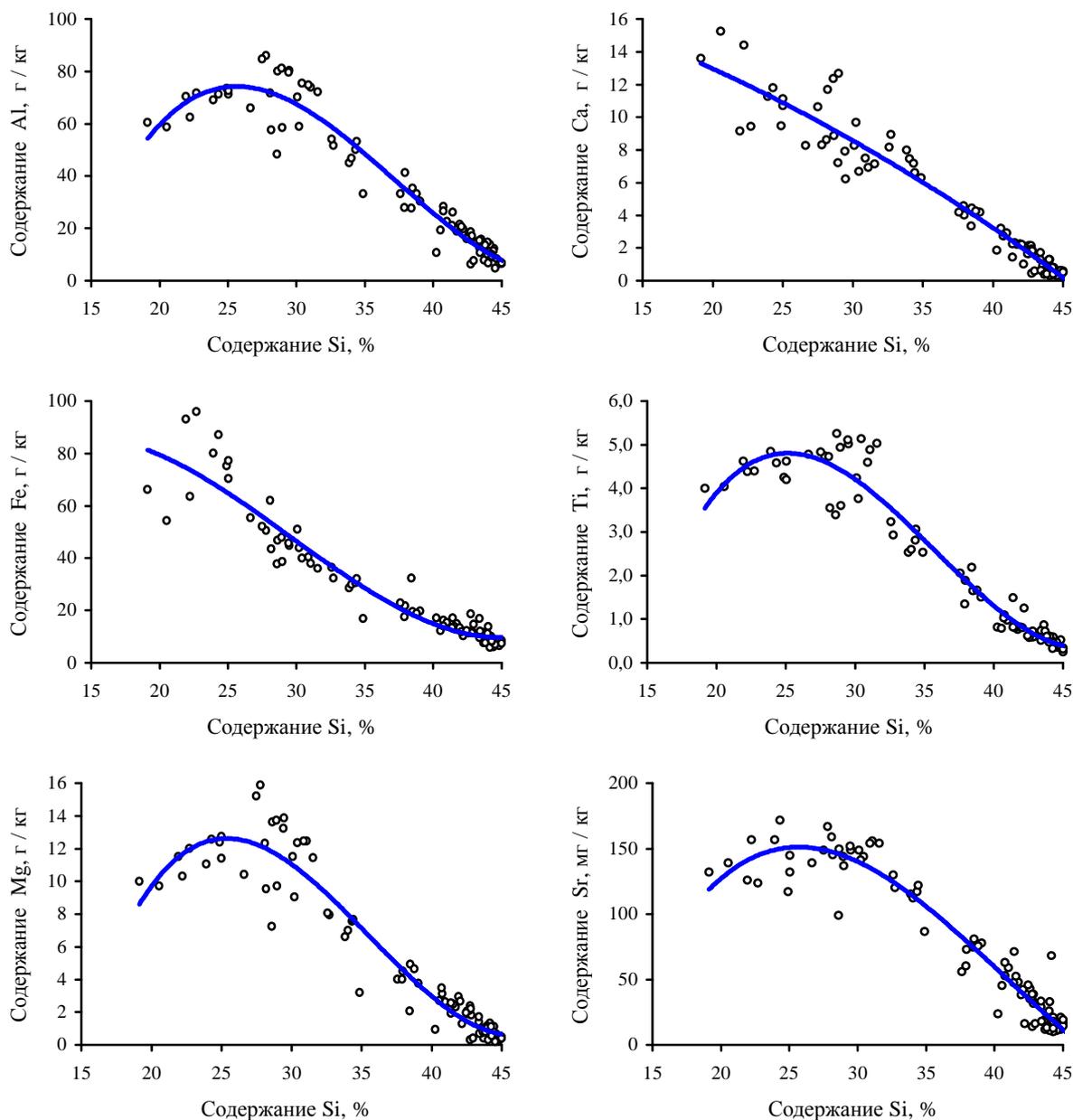


Рис. 4.23. Характер связи между содержанием в образцах кремния и других химических элементов.

Таблица 4.43

## Матрица коэффициентов парной корреляции между содержанием в образцах различных химических элементов

Элемент	Значения коэффициентов корреляции между элементами																			
	ЛФ	Si, %	Al	Fe	K	Mg	Ca	Na	Ti	Mn	P	S	Zr	Sr	Ni	Zn	Cu	Cr	Rb	Ba
ЛФ		-0,89	0,59	0,76	0,48	0,59	0,88	-0,07	0,65	0,58	0,73	0,50	0,22	0,64	0,44	0,76	0,63	0,40	0,71	0,67
Si,	-0,89		-0,89	-0,93	-0,77	-0,88	-0,92	-0,22	-0,91	-0,67	-0,65	-0,31	-0,36	-0,89	-0,61	-0,86	-0,88	-0,69	-0,92	-0,81
Al	0,59	-0,89		0,82	0,93	0,99	0,77	0,53	0,98	0,49	0,34	0,06	0,43	0,96	0,60	0,73	0,92	0,85	0,95	0,68
Fe	0,76	-0,93	0,82		0,64	0,82	0,79	0,08	0,83	0,85	0,62	0,13	0,22	0,79	0,62	0,84	0,84	0,57	0,83	0,92
K	0,48	-0,77	0,93	0,64		0,92	0,71	0,70	0,93	0,29	0,29	0,13	0,58	0,96	0,52	0,66	0,84	0,94	0,92	0,52
Mg	0,59	-0,88	0,99	0,82	0,92		0,76	0,48	0,97	0,49	0,34	0,05	0,40	0,94	0,61	0,74	0,92	0,83	0,96	0,68
Ca	0,88	-0,92	0,77	0,79	0,71	0,76		0,17	0,79	0,55	0,76	0,54	0,47	0,82	0,64	0,86	0,79	0,67	0,83	0,71
Na	-0,07	-0,22	0,53	0,08	0,70	0,48	0,17		0,52	-0,19	-0,20	-0,07	0,50	0,56	0,08	0,12	0,37	0,73	0,42	-0,01
Ti	0,65	-0,91	0,98	0,83	0,93	0,97	0,79	0,52		0,51	0,39	0,11	0,43	0,96	0,60	0,74	0,92	0,83	0,96	0,68
Mn	0,58	-0,67	0,49	0,85	0,29	0,49	0,55	-0,19	0,51		0,67	0,12	0,06	0,46	0,53	0,69	0,58	0,25	0,49	0,92
P	0,73	-0,65	0,34	0,62	0,29	0,34	0,76	-0,20	0,39	0,67		0,71	0,29	0,43	0,62	0,79	0,45	0,28	0,44	0,65
S	0,50	-0,31	0,06	0,13	0,13	0,05	0,54	-0,07	0,11	0,12	0,71		0,38	0,17	0,36	0,57	0,18	0,16	0,17	0,14
Zr	0,22	-0,36	0,43	0,22	0,58	0,40	0,47	0,50	0,43	0,06	0,29	0,38		0,54	0,11	0,39	0,36	0,66	0,38	0,23
Sr	0,64	-0,89	0,96	0,79	0,96	0,94	0,82	0,56	0,96	0,46	0,43	0,17	0,54		0,55	0,75	0,90	0,89	0,95	0,69
Ni	0,44	-0,61	0,60	0,62	0,52	0,61	0,64	0,08	0,60	0,53	0,62	0,36	0,11	0,55		0,73	0,69	0,43	0,63	0,56
Zn	0,76	-0,86	0,73	0,84	0,66	0,74	0,86	0,12	0,74	0,69	0,79	0,57	0,39	0,75	0,73		0,77	0,60	0,80	0,78
Cu	0,63	-0,88	0,92	0,84	0,84	0,92	0,79	0,37	0,92	0,58	0,45	0,18	0,36	0,90	0,69	0,77		0,75	0,92	0,73
Cr	0,40	-0,69	0,85	0,57	0,94	0,83	0,67	0,73	0,83	0,25	0,28	0,16	0,66	0,89	0,43	0,60	0,75		0,79	0,49
Rb	0,71	-0,92	0,95	0,83	0,92	0,96	0,83	0,42	0,96	0,49	0,44	0,17	0,38	0,95	0,63	0,80	0,92	0,79		0,69
Ba	0,67	-0,81	0,68	0,92	0,52	0,68	0,71	-0,01	0,68	0,92	0,65	0,14	0,23	0,69	0,56	0,78	0,73	0,49	0,69	

Содержание всех химических элементов, кроме кремния, положительно коррелирует с содержанием в образцах алюминия (X, г/кг), которое определяет в основном долю в них глинистых частиц. От концентрации его в почве наиболее сильно зависит содержание Mg, Ti, Sr, K, Cu, Fe, Cr и Rb (рис. 4.24). Эти связи аппроксимируют следующие уравнения:

$$[\text{Mg}], \text{ г/кг} = 0,037 \cdot X^{1,353}; R^2 = 0,993; [\text{K}], \text{ г/кг} = 0,405 \cdot X^{0,837}; R^2 = 0,938;$$

$$[\text{Fe}], \text{ г/кг} = 0,295 \cdot X^{1,206} + 4,25; R^2 = 0,773;$$

$$[\text{Ti}], \text{ г/кг} = 13,91 \cdot [1 - \exp(-83,0 \cdot 10^{-4} \cdot X)]^{1,402}; R^2 = 0,976;$$

$$[\text{Sr}], \text{ мг/кг} = 188,4 \cdot [1 - \exp(-27,15 \cdot 10^{-3} \cdot X)]^{1,662}; R^2 = 0,959;$$

$$[\text{Cu}], \text{ мг/кг} = 38,6 \cdot [1 - \exp(-73,04 \cdot 10^{-3} \cdot X)]^{30,23} + 35,9; R^2 = 0,863;$$

$$[\text{Rb}], \text{ мг/кг} = 76,9 \cdot [1 - \exp(-47,76 \cdot 10^{-3} \cdot X)]^{7,698} + 8,61; R^2 = 0,948;$$

$$[\text{Cr}], \text{ мг/кг} = 220,0 \cdot [1 - \exp(-22,04 \cdot 10^{-3} \cdot X)]; R^2 = 0,848;$$

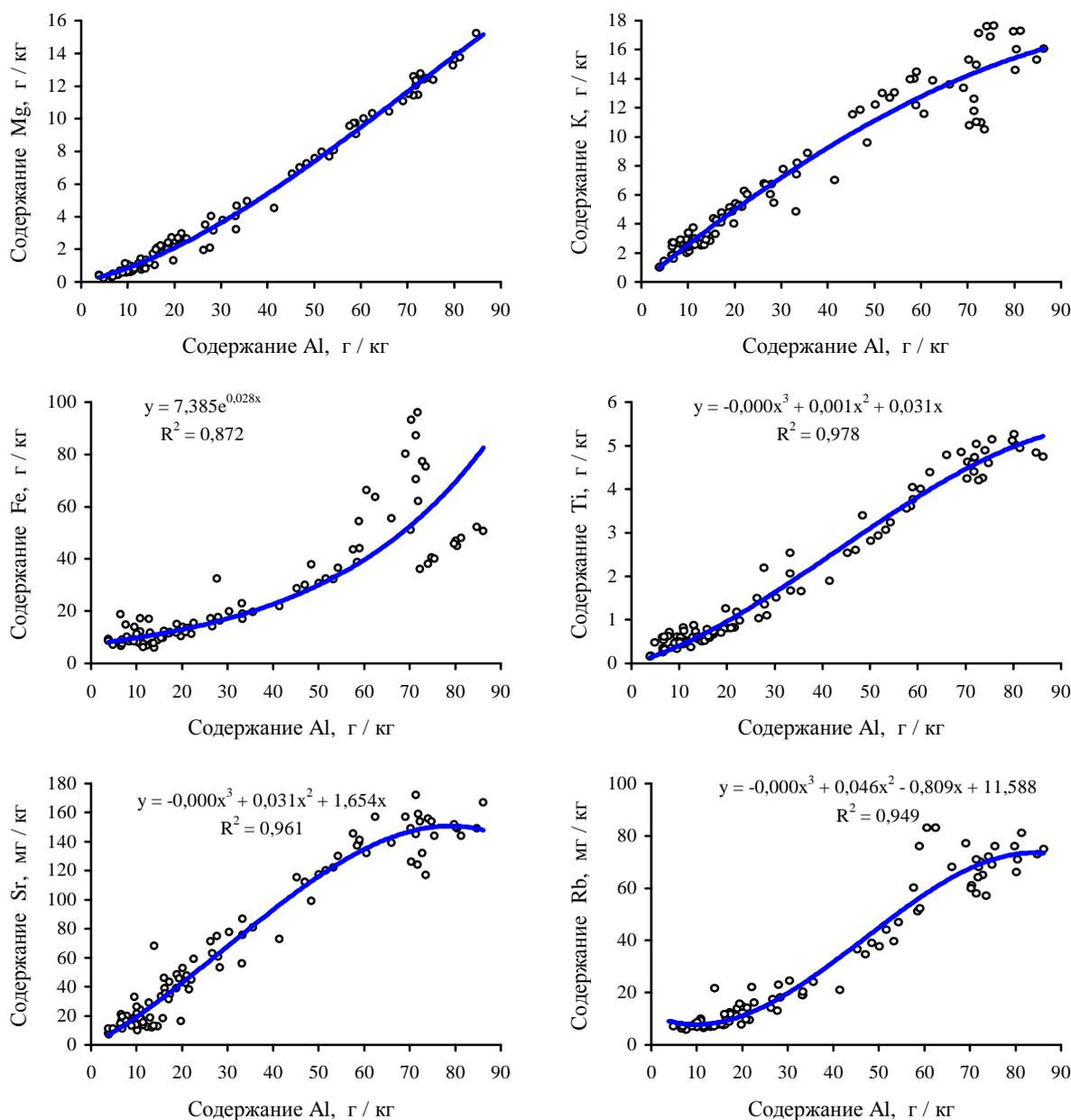


Рис. 4.24. Характер связи между содержанием в образцах алюминия и других химических элементов.

Содержания в почве калия, магния и марганца зависят от содержания в ней двух других элементов, главным образом алюминия, железа и кремния, что отображают следующие уравнения регрессии:

$$[K], \text{ г/кг} = 0,276 \cdot [Al] \cdot \exp(58,83 \cdot 10^{-4} \cdot [Fe]); R^2 = 0,966;$$

$$[Mg], \text{ г/кг} = 0,049 \cdot [Al]^{1,238} \cdot \exp(35,78 \cdot 10^{-4} \cdot [Fe]); R^2 = 0,987;$$

$$[Mn], \text{ мг/кг} = 30,55 \cdot 10^{-4} \cdot [Fe]^{3,10} \cdot \exp(42,21 \cdot 10^{-3} \cdot [Si]); R^2 = 0,930;$$

Полученные данные существенно дополняют результаты прежних наших исследований, отраженных в предыдущих томах «Летописи природы», однако существенно отличаются от них по численным значениям содержания в почве химических элементов, что связано с использованием нового оборудования и метода анализа образцов. Возникает вполне закономерный вопрос о сопоставимости результатов и их адекватности реальной действительности. Проведем сравнение результатов, полученных при анализе одних и тех же образцов почвы с помощью рентгено-флуоресцентного и атомно-абсорбционного методов. Оказалось, что содержание элементов в образцах, полученное с помощью РФА, отличается от второго метода многократно: по потерям при прокаливании различия составляют в среднем 2,3 раза, кальцию – 5-6, марганцу, железу и калию и 7-8 раз, цинку – 12, хрому и никелю – 20-21, меди – 73, а стронцию – аж 310 раз (табл. 4.44). Чем ниже содержание в почве летучих фракций органического вещества, марганца, цинка, меди, никеля, хрома и стронция, тем больше различия между методами и тем неустойчивее величина погрешности оценки (рис. 4.25). При определении содержания в почве кальция и железа отмечается противоположная картина, а у калия же величина отношения значений, полученных разными методами, не зависит от него.

Таблица 4.44

**Результаты статистического анализа величины отношения содержания в почве химических элементов, определенных с помощью РФ и атомно-абсорбционного методов**

Элемент	Значения статистических показателей						
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V
ЛФ	24	2,3	1,0	5,5	1,1	0,23	48,6
Ca	24	5,6	2,0	15,8	3,6	0,74	64,7
Mn	23	7,1	2,2	16,4	4,0	0,83	56,2
Fe	22	7,3	3,8	11,4	1,7	0,37	23,6
K	22	7,7	4,1	10,7	1,5	0,31	18,8
Zn	22	11,5	4,8	37,7	7,3	1,56	63,4
Cr	21	20,2	5,1	65,0	12,3	2,69	61,1
Ni	22	20,7	10,6	51,5	9,2	1,95	44,2
Cu	22	72,6	25,4	239,3	47,3	10,1	65,2
Sr	11	309,8	58,4	794,9	284,0	85,6	91,7

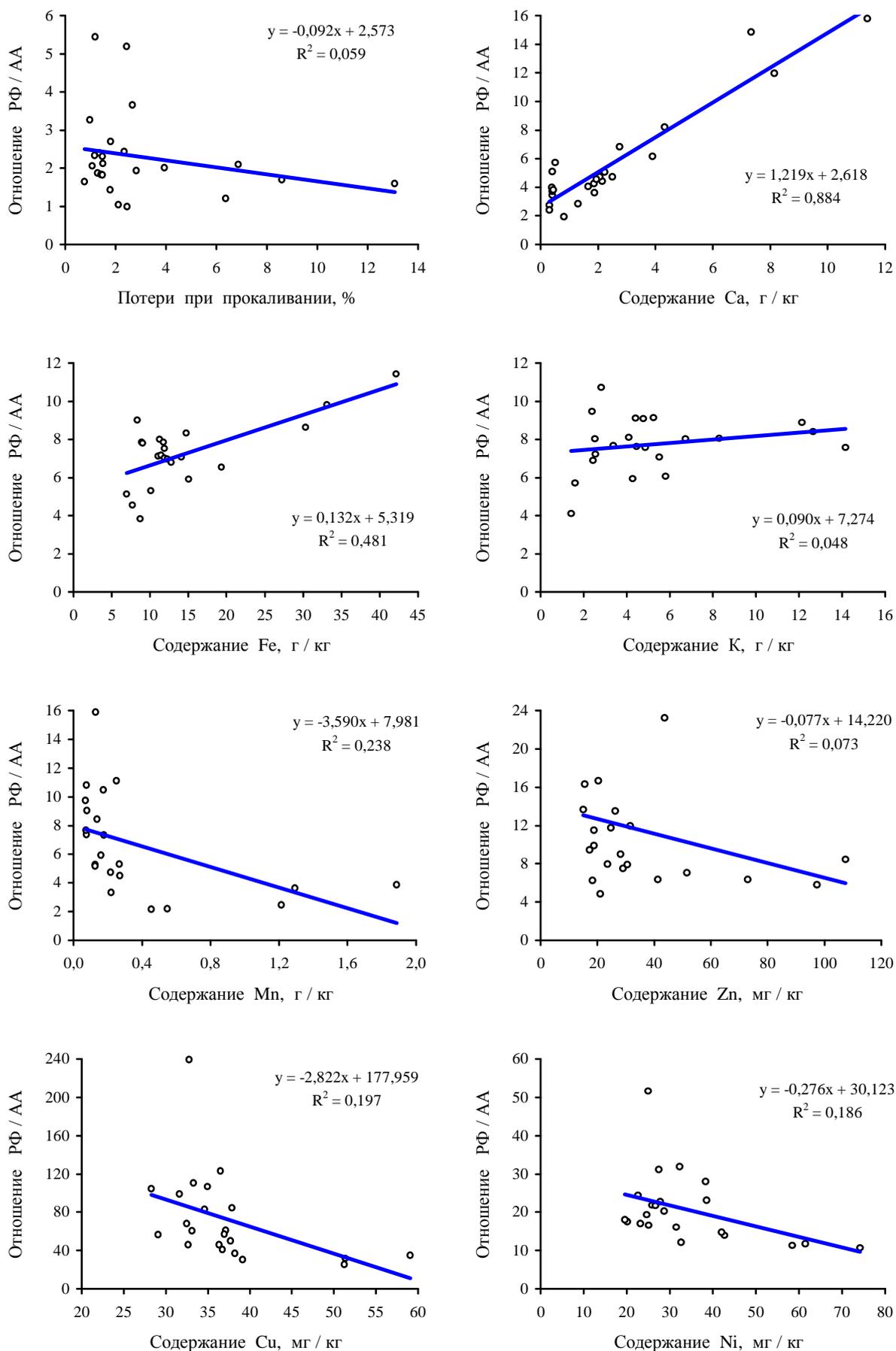


Рис. 4.25. Характер изменения различий между содержанием в образцах химических элементов, оцененных с помощью рентгено-флуоресцентного (РФ) и атомно-абсорбционного методов (АА).

Данные, полученные с помощью РФА, были сопоставлены нами с данными, полученными по трем образцам на масс-спектрометре iCAPQc (Thermo Fisher Scientific, Германия) с индуктивно связанной плазмой (табл. 4.45).

Таблица 4.45

**Результаты сравнения содержания в почве химических элементов,  
оцененных разными методами**

Элемент	Содержание элементов, оцененных разными методами, мг/кг							Отношение РФА / iCAPQc		
	iCAPQc				РФА					
	ПО*	№ 13	№ 24	№ 32	№ 13	№ 24	№ 32	№ 13	№ 24	№ 32
Ti	84,0	2069	2966	<2ПО	2199	4387	156	1,06	1,48	
Mn	1,437	687	1435	222	755	2571	243	1,10	1,79	1,09
Zr	0,278	117,3	94,9	13,1	283	244	20	2,41	2,57	1,52
Ba	0,780	2182	396	54,7	253	888	0	0,12	2,24	0,00
Cr	4,59	86,3	91,2	10,1	103	164	0	1,19	1,80	0,00
Sr	4,683	112,0	92,9	<2ПО	75	157	8	0,67	1,69	
Cu	2,154	26,1	17,6	11,5	47	70	39	1,80	3,97	3,41
Ni	23,92	<ПО	<2ПО	<ПО	32	109	30			
Zn	448,6	<ПО	<ПО	<ПО	16	145	19			
Rb	0,52	13,3	48,8	3,08	13	83	0	0,97	1,70	0,00
As	3,59	12,5	10,1	<2ПО	10	22	0	0,80	2,18	
Co	1,04	4,35	8,73	<2ПО	2	0	0			
V	819,5	<ПО	<ПО	<ПО	0	135	0			
Ag	0,058	<2ПО	<2ПО	<2ПО	0	0	42			
Ce	0,222	22,11	35,11	5,77						
La	0,058	10,04	19,18	3,17						
Pb	0,181	8,41	12,61	1,22						
Y	0,114	8,28	15,04	1,964						
Nd	0,146	8,26	17,34	2,60						
Li	0,538	7,85	15,60	1,20						
Nb	0,040	5,06	6,60	0,530						
Sc	0,500	4,36	12,05	1,39						
Hf	0,010	2,75	2,82	0,35						
Th	0,115	2,71	5,83	1,02						
Pr	0,162	2,36	4,73	0,69						
Gd	0,125	1,78	3,72	0,56						
U	0,106	1,58	2,77	0,54						
Sm	0,296	1,56	3,44	<2ПО						
Dy	0,120	1,40	2,83	0,29						
Yb	0,146	1,03	1,39	<ПО						
Er	0,139	0,88	1,58	<2ПО						
Eu	0,178	0,46	0,98	<2ПО						
Be	0,190	0,39	1,03	<ПО						
Ga	6,308	<ПО	<2ПО	<ПО						
Tm	0,168	<ПО	<2ПО	<ПО						
Cs	0,265	<2ПО	3,24	<ПО						
Tb	0,176	<2ПО	0,45	<ПО						
Ho	0,166	<2ПО	0,49	<ПО						

**Примечание:** ПО – предел определения элемента.

Приведенные данные свидетельствуют о значительных различиях в количестве обнаруженных в образцах элементов и их содержании, что связано как с неоднородностью почвы, так и возможностями использованных методов. РФА, как было отмечено выше, обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с другими методами, позволяя свести к ми-

нимому ошибки при пробоподготовке образцов и фактор субъективности. Его, однако, можно использовать только для оценки содержания в почве наиболее представленной группы элементов: кремния, алюминия, титана, железа, калия, кальция, натрия, марганца, фосфора, серы и циркония. Содержание в почве остальных элементов, если это требуется для целей почвоведения и биогеоценологии, необходимо оценивать либо на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой, либо на атомно-абсорбционной установке. При изучении генезиса почв и биологического круговорота в лесных экосистемах необходимо опираться на данные, полученные одним методом и на одной установке. Сравнивать же между собой результаты, полученные разными методами, нельзя.

Проведенные нами исследования позволили оценить характер рангового распределения химических элементов в почве различных экотопов заповедника, изучить взаимосвязи между ними, установить границы изменчивости их валового содержания и выявить региональные закономерности. Исследования показали также, что почва является хорошо организованной системой с довольно жесткими связями между элементами, которые детерминированы в основном ее гранулометрическим и минералогическим составом. Располагая данными о нем можно с очень высокой точностью оценить без проведения сложного химического анализа валовое содержание в почве многих элементов. При изучении генезиса почв и влияния на них растительности не нужно анализировать характер изменения валового содержания всех химических элементов, а достаточно выделить лишь те, которые обладают наиболее высокими информативными свойствами. В их число, как показали исследования, входят железо, марганец, фосфор, а также сера, натрий и цирконий, которые менее всего связаны с гранулометрическим составом почв и содержанием в них других химических элементов.

#### **4.4. Экогеохимия почв прирусловой части поймы, развивающихся в условиях меандрирования**

**Введение.** В заповеднике начата работа по изучению экогеохимии ландшафтов в рамках познания процессов биологического круговорота в лесных экосистемах. Рассматриваются вопросы накопления и дифференциации валовых и подвижных форм элементов в почвах прирусловой части поймы, находящихся на разных стадиях почвообразования, а также факторы их определяющие. Данные изыскания весьма актуальны, поскольку изучению пойменных почв, их роли в биологическом круговороте, посвящено сравнительно небольшое число работ.

Исследованиями были охвачены почвы, сформировавшиеся в прирусловой части поймы, которые коренным образом отличаются от ранее изученных почв центральной [21]. Они относительно молодые, имеют легкий гранулометрический состав, по поперечнику поймы про-

слеживается этапность их образования, соответственно можно проследить изменения свойств почвы, как в пространстве, так и во времени. Дополнительно для выявления определяющих факторов накопления металлов в почве был проведен анализ гранулометрического состава, содержания органического вещества, кислотности почвы и плотности сложения. Полученные данные также позволят установить: имеет ли место превышение ПДК металлов в пойменных почвах заповедника, которые представляют природные дрены суши, где оседают различные, в том числе и токсичные, вещества [16]. Также они необходимы для контроля состояния окружающей среды и охраны ее от загрязнения [20, 52]. По величине валового содержания металлов оценивают контрастность и емкость геохимических барьеров [7].

**Цель работы.** Оценить эколого-геохимическое состояние пойменных ландшафтов заповедника. Задачи: 1) выявить состав валовых и подвижных форм элементов и характер их распределения в различных типах пойменных почв, а также установить факторы, влияющие на их концентрацию; 2) провести оценку загрязнения почв заповедника тяжелыми металлами; 3) определить региональную геохимическую специализацию ландшафтов заповедника.

**Объекты и методика.** Характеристика объектов исследования приведена в Летописи природы за 2015 год. Здесь мы приводим таксационное описание временных пробных площадей (ВПП) на которых проведены исследования (табл. 4.46).

Таблица 4.46

## Таксационная характеристика древостоев на ВПП

N ВПП	Состав древостоя по ярусам	Тип леса	Таксационные показатели древостоя по элементам леса							
			Порода	А, лет	Нср., м	Дср., см	бони- тет	полнота		запас, м <sup>3</sup> /га
								абсолют., м <sup>2</sup> /га	относит.	
1			Кострецовый прирусловый вал							
2	1) 10Чер, ед. Д	Черемушник будровый	Чер Д	- -	3,5 3,5	2,5 4,0	-* -	- -	- -	- -
3	1) 51Лп21Д 16Чер 6В	Липняк черемухово-дубовый	Лп	42	13,6	14,1	II	7,5	0,27	48
			Д	48	15,0	15,0	II	2,8	0,12	21
			Чр	48	13,0	14,6	-	2,3	0,09	15
			В	68	12,5	15,3	IV	0,8	0,04	5
	2) 52Лп40Чер 5В3Д	Липняк черемухово-дубовый	Лп	30	8,0	8,7	II	5,0	0,30	26
			Чр	35	8,3	9,2	-	4,1	0,22	20
			В	39	8,0	10,5	III	0,4	0,03	2
			Д	27	7,0	7,0	II	0,2	0,02	1
<b>Всего</b>								<b>23,1</b>	<b>1,09</b>	<b>138</b>
4	1) 77Д3Лп20В	Дубрава липово-вязовая	Д	98	19,3	32,4	III	35,1	1,27	321
			Лп	49	17,8	17,4	II	1,9	0,06	14
			В	44	18,4	23,2	IV	9,3	0,35	83
	2) 19Д18Лп 62В	Дубрава липово-вязовая	Д	47	13,0	14,8	II	2,1	0,10	14
			Лп	38	13,4	12,4	II	1,94	0,09	13
			В	46	15,0	24,4	V	6,08	0,26	46
	3) 53Чер43Лп 6Д	Дубрава липово-вязовая	Чр	39	7,0	10,8	-	1,86	0,12	9
			Лп	34	7,5	10,6	III	1,5	0,09	7
			Д	24	6,0	6,1	I	0,12	0,01	1
<b>Всего</b>								<b>59,9</b>	<b>2,35</b>	<b>508</b>

Примечание: \* - не определено.

Содержание валовых форм металлов определяли в лаборатории Казанского (Приволжского) федерального университета на рентгенофлуоресцентном волнодисперсионном спектрометре S8 Tiger (Bruker, Германия), который позволяет определять элементный состав твердых, порошкообразных и жидких образцов в диапазоне от В до U. Каждый почвенный образец из слоев почвы 0-10 и 10-20 см исследовался в трех повторностях, из слоев 40-60 и 60-80 см формировался один смешанный образец. Образец перед проведением анализа помещался в размольную garnитуру вибрационной дисковой мельницы и размалывался в течение 3 минут для достижения необходимых размеров частиц. Бралась навеска исследуемого образца массой 4 г взвешивалась на аналитических весах с точностью  $10^{-5}$  г. Далее образец смешивался с органическим воском и прессовался на подложку из борной кислоты с усилием в 300 кН. Полученную таблетку помещали в спектрометр, где проходил анализ стандартизированной методикой Geoquant®. Полученный спектр обрабатывался на наличие паразитных пиков, учитываются дифракционные явления и матричные эффекты.

Для определения потерь при прокаливании (ППП) навеска образца 0,5 г помещалась в керамический тигель и нагревалась при  $1100^{\circ}\text{C}$  в течение 2-х часов. С учетом данных ППП и полученных массовых концентраций спектрометром формируется результат в виде элементов (оксидов элементов) и их процентного содержания по массе в образце. В публикации не приводится анализ данных по содержанию хлора и мышьяка, поскольку концентрация их весьма мала и выявлены они были лишь в немногих почвенных образцах.

Анализ содержания подвижных форм металлов, кислотности и гранулометрического состава образцов почвы проведен в лаборатории Поволжского государственного технологического университета. Гранулометрический состав определяли на лазерном анализаторе размеров частиц Analysette 22 Micro Tecplus. Потери при прокаливании оценивали по ГОСТ 26213-91, величину рН водной вытяжки почвы – ГОСТ 26423-85. Содержание подвижных форм металлов определяли в водной вытяжке по типовым методикам [55] на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 400 [PerkinElmer, USA, 2008] методом градуировочного графика, для построения которого использованы государственные стандартные образцы растворов. Каждый почвенный образец исследовался в трех повторностях.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета прикладных программ Excel и Statistika 5.0 и 6.0. Для обнаружения влияния различных факторов на содержание элементов в слоях почвы на пробных площадях проводили двухфакторный дисперсионный анализ (факторы – грива, слой) с повторностями – для слоев почвы 0-10 и 10-20 см и без повторностей – 40-60 и 60-80 см (формировался смешанный образец). Результаты дисперсионного анализа фильтровались с помощью критерия Левена, применявшегося для подтверждения равенства дисперсий.

**Результаты и обсуждение.** В свежих песчаных наносах и в аллювиальных дерновых почвах рентгенофлуоресцентный анализ выявил наличие 24 химических элементов, которые в зависимости от местоположения в катене образуют следующие ранговые ряды:

ВПП 0 Si>Fe>Al>K>Na>Ca>Mg>Mn>Ti>S>P>Cu>Pd>Ru>Ni>Zr>Ag>Zn>Sr

ВПП 1 Si>Al>Fe>K>Na>Ca>Mg>Ti>P>Mn>S>Ba>Zr>Cr>Cl>Sr>Cu>Ni>Zn>Rb

ВПП 2 Si>Al>Fe>K>Na>Mg>Ca>Ti>P>S>Mn>Ba>Zr>Cr>Sr>Zn>Ni>Cu>Cl>Rb>As

ВПП 3 Si>Al>Fe>K>Na>Mg>Ca>Ti>P>Mn>S>Ba>Zr>Cl>Cr>Sr>Cu>Ni>Zn>Rb>

ВПП 4 Si>Al>Fe>K>Na>Ca>Mg>Ti>Mn>P>Zr>Ba>S>Cr>Sr>Zn>Ni>Cu>Cl>Rb>As

Свежие песчаные наносы содержат 19 элементов, что весьма представительно, учитывая переработку их водой и хорошую отсортированность. Аллювиальные же дерновые почвы содержат 21 элемент. В свежих аллювиальных наносах, по сравнению с дерновыми почвами, не обнаружены барий, хром, рубидий, хлор и мышьяк, тогда как присутствуют палладий, рутений и серебро. Первые два из них относятся к элементам платиновой группы, которые геохимически связаны с ультраосновными и основными породами. Отсутствие палладия в дерновых почвах возможно вызвано его рассеиванием в процессе седиментации [53].

В разных экотопах последовательность убывания концентрации большинства элементов схожа, так положение Si, Fe, Al, K, Na, Ti, Ba и Rb в ранговом ряду не меняется. Однако некоторые элементы в зависимости от специфики условий могут изменять свое положение, что, однако, не приводит к координальным его изменениям. Большинство элементов обнаружено во всех образцах, хлор отсутствует в верхних горизонтах почвы (0-20 см) на ВПП 1 и в глубинных на ВПП 2 и 4. Мышьяк не обнаружен на ВПП 1 и 3 во всех изученных горизонтах почвы и на ВПП 2 и 4 в глубинных горизонтах. Вариабельность содержания наиболее распространенных элементов в свежих песчаных наносах невысока, тогда как у редкоземельных (палладий, рутений и серебро), а также цинка и серы достигает больших значений (табл. 4.47). В аллювиальных дерновых почвах содержание всех элементов, за исключением кремния, отличается высокой изменчивостью (табл. 4.48).

Фактические данные по содержанию элементов в почве показали, что их концентрация, за исключением кремния, с глубиной, как правило, снижается. Однако имеется и ряд исключений, так в экотопе на ВПП 1 в слое почвы 40-60 см большинство из них (кальций, магний, титан, фосфор, марганец, сера, барий, циркон, хром, цинк и рубидий) незначительно увеличивают свое присутствие, по сравнению со слоем 10-20 см (табл. 4.49). Содержание меди на ВПП 1 в слое почвы 0-10 см и 60-80 см отличается незначительно, а на ВПП 3 в слое 40-60 см ее больше, чем в слое 0-10 см. На ВПП 3 и 4 содержание натрия в слое почвы 10-20 см возрастает по отношению к слою 0-10 см. Особенностью аллювиальных дерновых почв и свежих песчаных отложений является превышение концентрации калия и натрия над кальцием, хотя в луговых почвах в верхнем 10-см слое кальция содержится больше [22], к тому же кларк кальция больше кларков этих элементов. Только в верхнем слое почвы на ВПП 2 и 4 кальция содержится больше, чем натрия. Высокие значения валовых форм калия свойственны и аллювиальным почвам р. Оби [43]. Присутствие натрия в значительном количестве

весьма интересно, поскольку, как известно, подвижность его весьма высока, почти полностью вымывается из верхней толщи пород в условиях гумидного климата [53].

Таблица 4.47

**Статистические показатели концентрации органического вещества и элементного состава свежих аллювиальных наносов (n=3)**

Элемент	Значения статистических показателей*						
	$M_x$	max	min	$S_x$	$m_x$	V	p
ППП	0,41	0,41	0,41	0,0	0,0	0,0	0,0
Si	453984,3	454107,0	453837,0	136,7	78,91	0,0	0,02
Fe	8857,3	9211,0	8644,0	308,5	178,08	3,5	2,0
Al	3905,7	4008,0	3848,0	88,9	51,30	2,3	1,3
K	1008,0	1040,0	982,0	29,5	17,01	2,9	1,7
Na	654,7	687,0	631,0	29,0	16,74	4,4	2,6
Ca	405,7	434,0	364,0	36,9	21,28	9,1	5,2
Mg	395,3	411,0	376,0	17,8	10,27	4,5	2,6
Mn	234,3	243,0	225,0	9,0	5,21	3,8	2,2
Ti	161,3	165,0	156,0	4,7	2,73	2,9	1,7
S	140,0	181,0	89,0	46,8	27,02	33,4	19,3
P	72,3	79,0	59,0	11,5	6,67	16,0	9,2
Cu	38,7	40,0	37,0	1,5	0,88	4,0	2,3
Pd	31,7	59,0	0,0	29,7	17,17	93,9	54,2
Ru	27,0	47,0	0,0	24,3	14,01	89,9	51,9
Ni	24,7	30,0	21,0	4,7	2,73	19,2	11,1
Zr	17,0	20,0	15,0	2,6	1,53	15,6	9,0
Ag	14,0	42,0	0,0	24,2	14,00	173,2	100,0
Zn	11,3	19,0	0,0	10,0	5,78	88,4	51,0
Sr	8,7	11,0	7,0	2,1	1,20	24,0	13,9

**Примечание:** \* здесь и далее – содержание выгоревшего органического вещества (ППП) выражено в %, валовых форм металлов – в мг/кг.  $M_x$ , max, min – среднее, максимальное и минимальное значения признака;  $S_x$  – среднее квадратическое (стандартное) отклонение,  $m_x$  – ошибка среднего; V – коэффициент вариации, %; p – точность опыта, %; количество образцов 3.

Таблица 4.48

**Статистические показатели концентрации органического вещества и элементного состава аллювиальных дерновых почвах (n=32)**

Элемент	Значения статистических показателей						
	$M_x$	max	min	$S_x$	$m_x$	V	p
ППП	4,62	15,00	0,98	3,79	0,68	82,0	14,7
Si	388697,1	442648,0	281942,9	47706,0	8568,3	12,3	2,2
Al	29956,7	59007,4	9478,5	16179,5	2905,9	54,0	9,7
Fe	19793,2	44152,7	8355,8	10781,8	1936,5	54,5	9,8
K	7514,5	14482,9	2425,0	3822,7	686,6	50,9	9,1
Na	5064,4	8031,8	1671,0	1744,1	313,2	34,4	6,2
Ca	4359,5	12702,95	813,85	3287,82	590,51	75,4	13,5
Mg	4223,7	9717,2	1055,9	2742,2	492,5	64,9	11,7
Ti	1516,1	3766,5	326,0	1114,6	200,2	73,5	13,2
Mn	624,3	2029,8	131,1	589,1	105,8	94,4	16,9
P	647,9	1818,9	174,1	461,5	82,9	71,2	12,8
S	377,7	1830,3	67,0	360,8	64,8	95,5	17,2
Zr	290,4	1028,4	31,5	326,4	58,6	112,4	20,2
Ba	293,3	725,49	0,00	209,25	37,58	71,4	12,8
Cr	109,6	207,04	0,00	55,86	10,03	51,0	9,2
Sr	70,3	145,40	18,19	39,79	7,15	56,6	10,2
Zn	49,2	188,42	18,44	36,13	6,49	73,5	13,2
Ni	42,9	74,72	24,40	15,97	2,87	37,2	6,7
Cu	41,2	62,60	28,32	9,30	1,67	22,5	4,0
Rb	23,2	60,07	7,56	15,68	2,82	67,6	12,1

## Усредненное содержание элементов в аллювиальных дерновых почвах

Показатель	Содержание элементов на различной глубине, мг/кг			
	0-10 см	10-20 см	40-60 см	60-80 см
1	2	3	4	5
<i>ВПП-1 слоистая примитивная</i>				
ППП, %	2,82	1,48	1,49	0,98
Si	414160,5	429356,1	427288,0	440020,4
Al	20558,4	16256,7	17283,81	10085,24
Fe	14730,4	11056,1	11893,48	11220,68
K	5508,4	4458,1	4412,92	3355,51
Na	4680,6	3643,8	3223,49	1904,18
Ca	2490,4	1870,8	2138,80	1287,65
Mg	2487,9	1820,2	2112,34	1055,88
Ti	852,4	589,2	706,27	465,75
P	373,8	248,0	426,95	174,10
Mn	271,4	218,2	252,49	186,24
S	202,1	135,6	191,91	99,94
Ba	188,8	108,8	183,57	0,00
Zr	128,6	86,1	88,90	57,06
Cr	85,6	71,2	76,69	67,08
Sr	53,3	38,5	34,46	26,08
Cu	37,7	32,7	29,07	37,14
Ni	32,6	31,5	24,62	26,61
Zn	28,9	20,9	24,68	19,63
Rb	14,8	9,30	11,75	8,69
<i>ВПП-2 слабодерновая слоистая примитивная</i>				
ППП, %	8,60	3,94	1,81	1,48
Si	335357,9	387789,4	420725,8	428172,7
Al	47977,9	33059,7	20806,90	17085,63
Fe	30329,1	19370,4	11864,66	11472,60
K	12135,9	8291,4	5242,26	4090,75
Na	7431,6	6601,4	4597,80	3383,29
Ca	8143,4	4305,9	2227,84	1848,27
Mg	7205,2	4450,7	2670,78	2224,52
Ti	2688,9	1608,9	795,21	725,83
Mn	1214,6	546,6	159,58	138,68
P	1238,7	733,2	328,58	283,72
S	968,4	367,9	405,28	321,85
Zr	533,5	249,7	104,73	104,47
Ba	492,9	318,5	238,59	0,00
Cr	181,1	134,8	77,01	82,55
Sr	116,0	78,2	42,47	31,52
Zn	107,4	51,5	43,60	31,61
Ni	58,4	42,7	0,00	27,67
Cu	51,4	38,2	33,27	34,98
Rb	38,4	22,8	9,59	8,81
<i>ВПП-3 дерновая слоистая</i>				
ППП, %	6,37	2,34	1,07	1,20
Si	392256,3	419641,6	427617,0	442648,0
Al	23632,9	19630,5	18731,04	9478,46
Fe	15050,3	12749,2	11766,87	8355,77
K	5794,1	4845,1	4767,73	2425,01
Na	4093,9	4187,3	3684,03	1670,98
Ca	3896,4	2057,5	1938,66	813,85
Mg	3371,5	2532,5	2408,19	1121,00
Ti	1069,5	741,8	704,31	326,02
P	625,9	336,7	314,71	181,21
Mn	454,4	221,2	176,26	131,06
S	522,8	211,2	168,96	77,37
Ba	263,0	212,8	234,34	0,00

Окончание таблицы 4.49

Zr	109,0	81,7	62,13	31,51
Cr	78,9	66,7	71,57	0,00
Sr	53,0	40,3	38,81	18,19
Zn	41,3	28,2	23,51	20,28
Ni	42,0	28,7	38,32	27,38
Cu	39,1	37,0	40,17	30,81
Rb	19,2	11,4	10,96	0,00
<i>ВПП-4 дерновая слоистая</i>				
ППП, %	13,07	6,88	2,67	2,44
Si	291408,7	337847,4	407418,0	424521,9
Al	58401,6	52550,1	26597,25	16020,36
Fe	42176,7	33110,6	14106,05	12240,91
K	14145,1	12651,5	6705,06	4255,11
Ca	11367,9	7326,1	2747,29	1661,62
Na	6131,2	7488,9	6016,71	3835,10
Mg	9444,6	7772,9	3483,97	1972,71
Ti	3646,3	3036,0	1028,01	618,68
Mn	1887,2	1292,7	267,20	176,74
P	1591,7	991,0	370,10	214,25
Zr	942,0	691,3	129,61	67,67
S	850,5	342,7	95,09	67,05
Ba	668,8	548,6	291,44	0,00
Cr	192,3	179,1	80,57	51,07
Sr	141,2	123,2	62,89	45,79
Zn	97,3	73,0	30,56	26,21
Ni	74,2	61,5	38,53	32,29
Cu	59,1	51,2	36,73	36,37
Rb	54,5	41,4	17,50	11,74

Сравнение полученных результатов с имеющимися ПДК химических веществ в почве [9] установило незначительное превышение по марганцу на ВПП 4 в слое почвы 0-10 см (норматив 1500 мг/кг). Содержание серы во всех экотопах и преимущественно в верхних слоях почвы может превышать ПДК в 5,3 раза (норматив 160 мг/кг). Превышение ПДК меди, которое по данным некоторых авторов составляет 55 мг/кг [4], отмечено только на ВПП 4 в верхнем 10-см слое.

В разрезе катены концентрация элементов, в том числе величина потери при прокаливании во всех слоях почвы, минимальна на ВПП 1, представленной самой молодой слоистой примитивной почвой, а на ВПП 4 в дерновой слоистой почве – максимальна. Однако более молодая слабодерновая слоистая примитивная почва экотопа на ВПП 2 имеет более высокую концентрацию всего спектра элементов, за исключением кремния, чем более зрелая дерновая слоистая почва экотопа на ВПП 3, которая находится дальше от вершины меандра и ближе к ВПП 4. Содержание серы во всех слоях почвы наибольшее на ВПП 2. Таким образом, распределение элементов по катене не носит строго возрастающий характер – от более молодых почв, к более зрелым. Возникает закономерный вопрос: являются ли различия в содержании элементов на различных экотопах статистически достоверными, и если да, то какие факторы могли послужить причиной подобному распределению?

Результаты дисперсионного анализа установили, что по содержанию элементов различаются между собой и экотопы, и слои почвы в пределах одного экотопа (табл. 4.50). Только для натрия фактор глубины в пределах 20-см слоя не значим для всех ВПП. Для таких элементов как сера, цирконий и марганец дисперсии в пределах экотопа двух верхних слоев не равны, поэтому результаты анализа не приводятся. Для верхних слоев почвы, наиболее морфологически измененных в процессе почвообразования, максимальный вклад в дисперсию вносит именно местоположение в пределах катены, доля влияния этого фактора в большинстве случаев составляет более 80%. Для глубинных слоев почвы, мало затронутых процессами почвообразования, влияние местоположения в катене для многих элементов не доказано даже на 10% уровне, а наибольший вклад вносит глубина залегания слоя. Возможно, это связано со свойствами отложенного аллювия, или с выщелачиванием элементов из верхних слоев почвы. Ведь распределение элементов в этих слоях в пределах катены имеет тот же характер, что и для верхних: максимум на ВПП 4 и 2, минимум на ВПП 3 и 1. Доля влияния фактора глубины в большинстве случаев составляет более 60%. Для бария, никеля и рубидия в слоях почвы 40-60 и 60-80 см анализ не произведен, так как они обнаружены не на всех участках поймы.

Таблица 4.50

## Результаты дисперсионного анализа органического вещества и элементного состава почв

Фактор	Значение																
	ППП	Si	Al	Fe	K	Ca	Na	Mg	Ti	P	Ba	Sr	Ni	Cu	Rb	Zn	Cr
<i>Уровень значимости фактора для слоев почвы 0-10 и 10-20 см</i>																	
А	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Б	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<b>0,374</b>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
А*Б	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,07	<0,05	<0,05	<0,2	0,21	0,41	<0,4
<i>Доля влияния факторов для слоев почвы 0-10 и 10-20 см, %</i>																	
А	56,7	76,8	90,8	84,2	88,9	75,4	81,9	88,3	89,2	74,1	86,1	88,1	81,6	68,2	81,0	78,9	85,1
Б	31,6	17,1	5,3	10,5	6,8	16,4	0,4	7,5	7,2	17,8	6,5	8,6	12,3	14,2	13,0	10,5	4,7
А*Б	5,6	2,3	2,0	2,2	2,3	4,6	10,0	2,3	1,9	4,1	2,6	1,4	3,4	4,8	1,4	1,5	1,7
Ошибка	6,1	3,7	1,8	3,1	1,9	3,5	7,6	1,9	1,7	4,0	4,7	1,9	2,7	12,7	4,5	9,1	8,5
<i>Уровень значимости фактора для Слов почвы 40-60 и 60-80 см</i>																	
А	<0,02	<0,02	<0,09	<b>&lt;0,18</b>	<b>&lt;0,11</b>	<b>&lt;0,13</b>	<0,02	<b>&lt;0,10</b>	<b>&lt;0,17</b>	<b>&lt;0,8</b>	-	<0,03	-	<b>&lt;1,0</b>	-	<0,03	<0,50
Б	<b>&lt;0,20</b>	0,008	0,014	<b>&lt;0,11</b>	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<0,04	<0,05	-	<0,02	-	<b>&lt;1,0</b>	-	<b>&lt;0,06</b>	<0,30
<i>Доля влияния факторов для слоев почвы 40-60 и 60-80 см, %</i>																	
А	88,3	31,7	19,1	39,1	19,0	15,4	31,0	20,4	21,7	3,1	-	40,6	-	100	-	58,9	34,8
Б	11,7	68,3	80,9	60,9	81,0	84,6	69,0	79,6	78,3	96,9	-	59,4	-	0,0	-	41,1	65,2

**Примечание:** Фактор А – ВПП, Б – глубина, А\*Б – взаимодействие факторов.

Несмотря на доказанное различие экотопов и слоев почвы по содержанию элементов оно не тождественно для всех почв. Итоги анализа были для нас весьма неожиданными. Результаты множественных сравнений средних значений концентраций элементов в слоях почвы 0-10 и 10-20 см с помощью критерия Шеффе, показали, что слоистая примитивная почва экотопа на ВПП 1 значительно отличается от слоистой примитивной слабодерновой почвы экотопа на ВПП 2, хотя они расположены на расстоянии друг от друга всего 15-20 м (табл. 4.51).

Почти полное сходство по содержанию элементов почва экотопа на ВПП 1 показывает с почвой экотопа на ВПП 3, несмотря на то, что расстояние между ними составляет около 80 м, и растительность на них коренным образом отличается: на ВПП 1 костречовый луг, а на ВПП 3 липняк черемухово-дубовый. Достоверное различие между ними только в величине потери при прокаливании в верхнем слое. Верхний слой почвы на ВПП 2 обнаруживает наибольшее сходство с таковым на ВПП 4, хотя состав растительности на них также существенно отличается: на ВПП 2 черемушник, а ВПП 4 дубрава липово-вязовая.

Таблица 4.51

**Матрица сходства экотопов по содержанию элементов и органического вещества в почве**

Экотоп	Элементы, концентрация которых в различных экотопах достоверно отличается		
	ВПП 1	ВПП 2	ВПП 3
<i>Слой почвы 0-10 см</i>			
ВПП 2	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, P, Ba, Sr, Ni, Zn, Rb, Cr, ППП	-	
ВПП 3	ППП	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, P, Ba, Sr, Ni, Rb, Cr	-
ВПП 4	Si, Al, Fe, K, Ca, Mg, Ti, P, Ba, Sr, Ni, Cu, Zn, Rb, Cr, ППП	Si, Fe, Ca, Mg, Ti, Sr, Ba, Ni, Rb, ППП	Si, Al, Fe, K, Ca, Mg, Ti, P, Ba, Sr, Ni, Cu, Zn, Rb, Cr, ППП
<i>Слой почвы 10-20 см</i>			
ВПП 2	Si, Al, Fe, K, Na, Mg, Ti, P, Sr, Ni, Rb	-	
ВПП 3	нет различий	Si, Al, K, Na, Mg, Ti, Sr, Ni	-
ВПП 4	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, P, Ba, Rb, Cr, Sr, Ni, Zn, Cu, ППП	Si, Al, Fe, K, Ca, Mg, Ti, Ba, Sr, Ni, Rb, ППП	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, P, Rb, Cr, Ba, Sr, Zn, Ni, ППП
<i>Слой почвы 40-60 см</i>			
ВПП 2	Na, Mn, S, Zn	-	
ВПП 3	нет разницы	S, Zn, PPP	-
ВПП 4	Si, Al, K, Na, Mg, S, Sr, ППП	Si, Na, Mn, S, Sr, Zn, ППП	Si, Al, Na, Mn, Sr, ППП
<i>Слой почвы 60-80 см</i>			
ВПП 2	Si, Na, S, Zn	-	
ВПП 3	нет разницы	Si, Ca, Na, S, Zr, Zn	-
ВПП 4	Si, Na, Sr, ППП	S, ППП	Si, Fe, Na, Sr, ППП

**Примечание:** различие достоверно значимо на уровне  $p < 0,033$  для слоев почвы 0-20 см и  $p < 0,05$  для слоев почвы 40-80 см.

Глубинные слои почвы различных экотопов обнаруживают бóльшую степень сходства между собой, чем верхние. Так сравнение между собой этих слоев почвы в экотопах на ВПП 1 и ВПП 3 с помощью множественного t-критерия не обнаружило различий в элементном составе. Как правило, различия проявляются в содержании всего 4-х элементов и органического вещества. В экотопе на ВПП 4 слой почвы 40-60 см отличается от всех остальных участков по наибольшему числу элементов (5-7).

Существенные различия между ВПП по содержанию элементов между верхним 20-см слоем почвы и нижними слоями вызваны, на наш взгляд двумя факторами. Первый и, скорее всего наиболее значимый, связан с аллювием: нижние горизонты сложены русловым аллювием легкого гранулометрического состава, верхние – уже пойменным, имеющим более тяжелый гранулометрический состав. Второй фактор обусловлен влиянием растительности на элементный состав верхних горизонтов, проявляющийся в основном через замедление ско-

рости течения полой воды, а также, в меньшей степени, через химизм поступающего на поверхность почвы опада. Таким образом, основным источником поступления элементов, по видимому, являются ежегодные отложения аллювиальных наносов, что подтверждается и работами разных авторов [27, 28, 33], а не фитоценоз. Известно, что источником калия в аллювиальных почвах является аллювий [33].

Сравнение между собой различных слоев почвы экотопов выявило, что по концентрации элементов нет достоверных различий между верхним слоем почвы на ВПП 1 и слоем почвы 10-20 см на ВПП 3 (табл. 4.52). Возможно, они имеют одинаковый генезис, сложены схожими по химическому составу отложениями, а элементный состав верхнего горизонта на ВПП 3 – результат проявления почвообразовательного процесса, активно идущего благодаря отложению пойменного аллювия. Таким образом, в самой молодой почве на ВПП 1 вертикальная дифференциация элементов проявляется весьма слабо. Верхний слой почвы на ВПП 2 обнаруживает полное сходство со слоем почвы 10-20 см на ВПП 4, что, возможно, также свидетельствует о прохождении одинаковой стадии почвообразовательного процесса и генезиса этих слоев. Наибольшее сходство глубинных слоев отмечено на ВПП 1 и 2, 2 и 4, 3 и 4, которые отличаются содержанием 2-3 элементов (табл. 4.53). Выявленные дисперсии данных слоев свидетельствует о влиянии почвообразования, проявляющегося через выщелачивание элементов (см. табл. 4.49). Содержание серы достоверно отличается в большинстве случаев, отсутствует различие лишь между слоями почвы на ВПП 4. Сходство данных экотопов между собой подтверждается и высокими коэффициентами Жаккара (табл. 4.53).

Таблица 4.52

**Сходство верхних слоев почвы экотопов по содержанию элементов**

Экотоп слой 10-20 см	Элементы, концентрация которых в слое почвы 0-10 см экотопов достоверно отличается			
	ВПП 1	ВПП 2	ВПП 3	ВПП 4
ВПП 1	нет различий			
ВПП 2	Al, K, Mg, Ti, Sr	Si, Al, Fe, K, Ca, Mg, Ti, P, Rb, Ba, Sr, PPP		
ВПП 3	нет разницы	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, P, Cu, Rb, Cr, Ba, Sr, Ni, Zn, PPP	Ni, PPP	
ВПП 4	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, P, Rb, Cr, Ba, Sr, Ni, Zn	нет разницы	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, Rb, Cr, Ba, Sr, Ni	Si, Fe, Ca, P, Ni, PPP

**Примечание:** различие достоверно значимо на уровне  $p < 0,017$ .

Таблица 4.53

**Сходство нижних слоев почвы экотопов по содержанию элементов**

Экотоп слой 60-80 см	Элементы, концентрация которых в слое почвы 40-60 см экотопов достоверно отличается			
	ВПП 1	ВПП 2	ВПП 3	ВПП 4
ВПП 1	Si, Ca, Na, P, S			
ВПП 2	Mn, S	Na, S, Zn		
ВПП 3	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Ti, Mn, P, S, Sr	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, S, Zr, Sr, Zn	Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, S, Sr	
ВПП 4	Mn, P, S, ППП	S, Zn	S, ППП	Si, Al, K, Ca, Na, Mg, Ti, Mn, Zr, Sr

**Примечание:** различие достоверно значимо на уровне  $p < 0,05$ .

**Матрица коэффициентов сходства элементного состава почв экотопов,  
построенная по нормированным данным**

№ ВПП	Значение коэффициента Жаккара между ВПП на различных глубинах			
	Грива 1	Грива 2	Грива 3	Грива 4
<i>Слой почвы 0-10 см</i>				
1	1,000			
2	0,399	1,000		
3	<b>0,757</b>	0,501	1,000	
4	0,316	<b>0,754</b>	0,398	1,000
<i>Слой почвы 10-20 см</i>				
1	1,000			
2	0,451	1,000		
3	<b>0,784</b>	0,573	1,000	
4	0,284	<b>0,628</b>	0,363	1,000
<i>Слой почвы 40-60 см</i>				
1	1,000			
2	0,762	1,000		
3	<b>0,793</b>	<b>0,793</b>	1,000	
4	0,690	0,703	0,690	1,000
<i>Слой почвы 60-80 см</i>				
1	1,000			
2	0,586	1,000		
3	<b>0,861</b>	0,516	1,000	
4	0,704	<b>0,720</b>	0,674	1,000

Объяснить описанное выше распределение концентрации металлов в направлении от ВПП-1 к ВПП-4, а также сходство между собой экотопов возможно с позиции анализа местоположения на элементах рельефа. Прирусловую часть поймы, исходя из рис. 1, можно разделить на две составляющие: первую – возвышенную, представленную тремя гривами с максимальными высотными отметками 76,5 м, на двух из которых заложены ВПП 1 и 2. И вторую – пониженную, также представленную тремя гривами с максимальными высотами 75,3 м, на двух из которых заложены ВПП 3 и 4. Их разделяет обширное межгривное понижение, выполняющее роль тальвега (второго русла). Это обуславливает отложение более крупных частиц на ВПП 1 и ВПП 3, что приводит к формированию здесь почвы с более легким гранулометрическим составом и соответственно более низким содержанием металлов, чем на ВПП 2 и ВПП 4. Данное предположение можно будет проверить только после количественного и качественного анализа наилка. Это будет являться предметом наших дальнейших исследований.

Оценив пространственную динамику распределения элементов в катене можно акцентировать внимание на факторах ее обуславливающих. Известно, что концентрация металлов тесно связана с гранулометрическим составом [1, 5, 6, 19, 20, 24, 29, 34, 41, 51, и др.], а также с кислотностью почвы [39].

Корреляционный анализ подтвердил наличие прямой тесной связи между содержанием элементов и фракциями гранулометрического состава только для верхних слоев почвы, для нижних она весьма невысокая (табл. 4.55). Таким образом, увеличение доли частиц размером менее 0,05 мм (преимущественно фракций физической глины) приводит к увеличению кон-

центрации элементов в почве, за исключением кремния, оксид которого  $\text{SiO}_2$  – может считаться минералом почти вполне устойчивым к химическому выветриванию [42] и присутствует в основном в крупных фракциях. Наличие такой связи в слоях почвы 0-10 и 10-20 см свидетельствует об природном, а не антропогенном происхождении элементов [5].

Таблица 4.55

**Статистические показатели коэффициентов корреляции между содержанием элементов и гранулометрическим составом почв**

Статистический показатель	Фракции гранулометрического состава					
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
<i>Слой почвы 0-10 и 10-20 см</i>						
Si	0,859	0,854	-0,977	-0,889	-0,905	-0,917
Другие элементы						
$M_R$	-0,827	-0,790	0,911	0,866	0,875	0,881
max	-0,539	-0,490	0,974	0,950	0,960	0,961
min	-0,915	-0,879	0,658	0,521	0,486	0,485
$S_R$	0,094	0,115	0,088	0,101	0,112	0,115
$m_R$	0,022	0,027	0,021	0,024	0,026	0,027
V	-11,4	-14,5	9,7	11,7	12,8	13,0
<i>Слой почвы 40-60 и 60-80 см</i>						
Si	0,604	-0,676	-0,009	0,546	-0,608	-0,287
Другие элементы						
$M_R$	-0,384	0,468	0,006	-0,549	0,368	0,123
max	0,241	0,758	0,865	-0,221	0,834	0,508
min	-0,712	-0,185	-0,687	-0,954	-0,230	-0,425
$S_R$	0,249	0,271	0,394	0,189	0,273	0,229
$m_R$	0,059	0,064	0,093	0,045	0,064	0,054
V	-64,8	57,9	6282,7	-34,5	74,1	186,8

**Примечание:** \* -  $M_R$ , max, min – среднее, максимальное и минимальное значения коэффициента корреляции;  $S_R$  – среднее квадратическое отклонение,  $m_R$  – ошибка среднего; V – коэффициент вариации, %.

Если высокая корреляция элементов с фракцией физической глины объяснима, то в случае частиц мелкого песка тесная связь элементов, возможно, обусловлена их поступлением с крупными частицами аллювия, содержащего слабыветрелые минералы, как это характерно для калия, поступающего на поверхность почв поймы р. Оби [43] за счет частиц в минералогическом составе которых значительную долю составляют калиевые полевые шпаты, а также обломки других слабыветрелых минералов (мусковит, биотит, хлорит) [33].

Тесная связь концентрации элементов с фракциями гранулометрического состава довольно хорошо аппроксимируется уравнением прямой с высокими коэффициентами детерминации (табл. 4.56, 4.57).

Таблица 4.56

**Значение параметров функции, описывающей влияние количества частиц фракций физической глины на концентрацию элементов**

Параметры	Значения параметров уравнения $y=k \cdot x+b$								
	ППП, %	Al	Fe	K	Ca	Na	Mg	Ti	Mn
k	0,244	1180,7	789,4	279,6	226,2	110,3	197,7	82,0	41,98
b	0,862	12064,7	7692,1	3283,2	919,1	3441,0	1213,3	262,8	-21,72
$R^2$	0,68	0,91	0,89	0,92	0,79	0,74	0,87	0,91	0,83

**Значение параметров функции, описывающей влияние количества частиц фракций физической глины на концентрацию элементов**

Параметры	Значения параметров уравнения $y=k \cdot x+b$									
	P	S	Zr	Ba	Cr	Sr	Zn	Ni	Cu	Rb
k	31,2	15,3	22,3	12,7	3,83	2,95	2,16	1,15	0,612	1,14
b	174,7	151,7	-52,69	124,9	53,5	25,2	16,03	24,7	31,87	5,14
R <sup>2</sup>	0,77	0,30	0,76	0,83	0,89	0,93	0,58	0,84	0,72	0,87

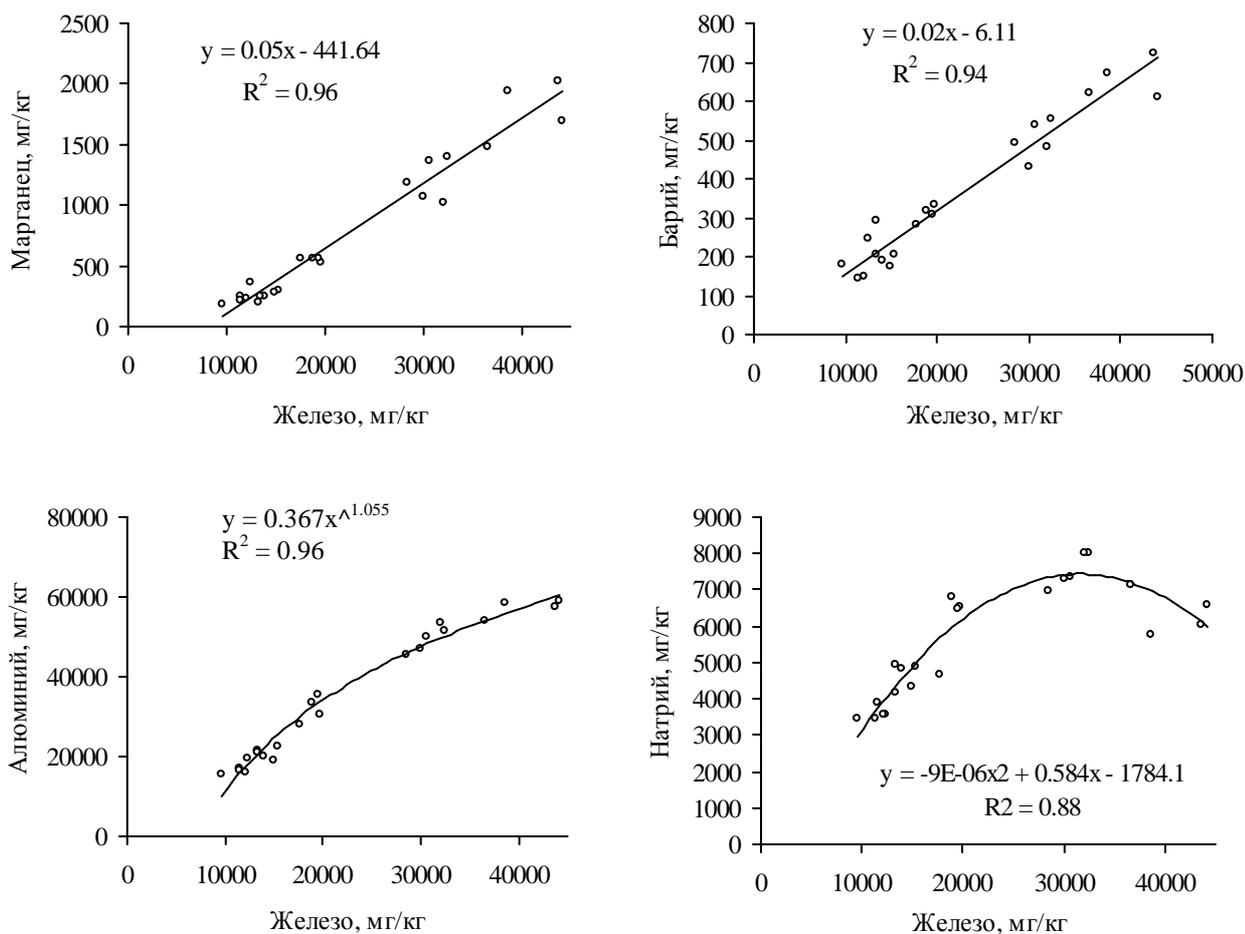
Связь концентрации элементов с кислотностью не выявлена. Высокие коэффициенты корреляции элементов между собой опосредованы и обусловлены их связью с гранулометрическим составом, поэтому оценить их взаимовлияние весьма сложно, однако связь между элементами весьма специфична (табл. 4.58, рис. 4.28). Для нижних слоев почвы теснота связи значительно слабее, чем для верхних. Установлено два ее типа: прямолинейная и степенная. На тесную связь тяжелых металлов между собой ( $R^2 = 0,71-0,88$ ) указывают некоторые исследователи, говоря в данном случае о взаимном парном влиянии элементов на накопление: Pb и Zn, Pb и Cu, Zn и Cu, а также Mn и Ni, V и Ni, V и Cu, Ni и Cu способствуют накоплению друг друга в почвах [41]. Однако вопрос связи содержания элементов между собой это предмет отдельного разговора.

Таблица 4.58

**Статистические показатели коэффициентов корреляции между содержанием элементов и кислотностью почвы**

Показатель	Значения статистических параметров					
	M <sub>R</sub>	max	min	S <sub>R</sub>	m <sub>R</sub>	V
<i>Слой почвы 0-10 и 10-20 см</i>						
ППП	0,853	0,963	0,553	0,107	0,025	12,6
pH	-0,185	0,240	-0,275	0,117	0,027	63,7
Si	-0,929	-0,673	-0,991	0,095	0,022	10,3
Другие элементы	0,879	0,998	0,518	0,116	0,009	13,1
<i>Слой почвы 40-60 и 60-80 см</i>						
ППП	0,506	0,851	-0,108	0,264	0,062	52,3
pH	-0,418	0,652	-0,749	0,324	0,074	77,4
Si	-0,754	-0,204	-0,993	0,250	0,059	33,2
Другие элементы	0,584	0,997	-0,476	0,320	0,026	54,9

Анализ данных гранулометрического состава почв экотопов в катене показал, что аллювий более чем на 90% состоит из фракций крупного и среднего песка, верхний 20-см слой дерновых почв представлен преимущественно фракциями мелкого песка и крупной пыли. Нижние слои – хорошо отсортированы в них преобладает крупный и средний песок. Распределение фракции физической глины в верхних слоях почвы сходно с таковым у элементов: минимум на ВПП 1 и 3, максимум на ВПП 2 и 4 (табл. 4.59). Значения кислотности водной вытяжки дерновых почв изменяются в небольшом интервале: от близкой к нейтральной до нейтральной (табл. 4.60). Дерновым почвам пойм Центра русской равнины свойственно отсутствие дифференциации кислотности по профилю [10, 17].



**Рис. 4.28.** Влияние концентрации железа на содержания некоторых химических элементов в верхнем 20-см слое почвы.

Таблица 4.59

**Гранулометрический состав почв на различных участках прирусловой части поймы (n=3)**

Экотоп	Размер частиц, мм						Физ., глина
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
<i>Слой почвы 0-10 см</i>							
ВПП 0*	91,3	5,1	2,0	0,4	0,9	0,3	1,6
ВПП 1	26,0	50,4	14,3	2,3	5,5	1,5	9,3
ВПП 2	0,2	25,4	44,6	7,8	17,5	4,5	29,8
ВПП 3	24,7	35,5	29,9	2,2	6,0	1,7	9,9
ВПП 4	0,0	8,4	57,5	8,2	20,2	5,7	34,1
<i>Слой почвы 10-20 см</i>							
ВПП 1	47,2	41,1	6,4	1,3	3,1	0,9	5,3
ВПП 2	8,2	44,9	24,5	5,7	13,3	3,4	22,4
ВПП 3	45,0	36,4	11,4	1,6	4,3	1,3	7,2
ВПП 4	0,1	16,7	47,9	7,6	21,5	6,2	35,3
<i>Слой почвы 40-60 см</i>							
ВПП 1	82,8	12,1	2,0	0,3	0,2	2,6	3,1
ВПП 2	80,5	10,8	3,8	0,6	0,6	3,7	4,9
ВПП 3	92,0	5,3	0,2	0,4	0,2	1,9	2,5
ВПП 4	73,9	20,8	0,4	0,3	1,3	3,3	4,9
<i>Слой почвы 60-80 см</i>							
ВПП 1	83,4	11,7	1,8	0,3	0,2	2,6	3,1
ВПП 2	82,2	10,8	3,9	0,6	0,3	2,2	3,1
ВПП 3	84,6	8,4	0,7	2,4	0,7	3,2	6,3
ВПП 4	-**	-	-	-	-	-	-

**Примечание:** \* - анализ выполнен в одной повторности; \*\* - анализ не проводился.

Таблица 4.60

## Средние значения кислотности почв (n=3)

Экотоп	Глубина взятия образца, см			
	0-10	10-20	40-60	60-80
ВПП 1	6,60	6,80	6,60	6,90
ВПП 2	6,20	6,10	6,20	6,10
ВПП 3	5,70	5,90	5,90	6,40
ВПП 4	6,10	5,90	6,00	6,20

Достоверность влияния местоположения экотопа в катене на содержание фракций гранулометрического состава подтверждается данными дисперсионного анализа – доля влияния этого фактора составляет более 90% (табл. 4.61). Варьирование значений кислотности более чем на 60% связано с экотопом, а закономерные изменения показателей кислотности с глубиной не обнаружены. Значительна и доля ошибки – 33,5%, что вызвано неоднородностью кислотности в пределах одной повторности.

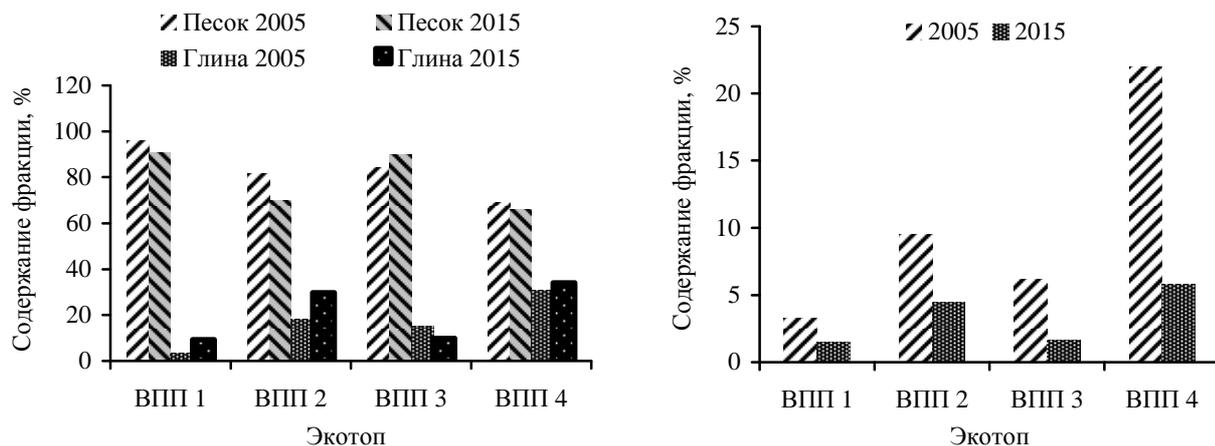
Таблица 4.61

## Результаты дисперсионного анализа гранулометрического состава почв (n=24)

Фактор	Фракция песка			Фракция глины			Фракция ила			Кислотность		
	F <sub>факт.</sub>	p	доля влияния, %	F <sub>факт.</sub>	p	доля влияния, %	F <sub>факт.</sub>	p	доля влияния, %	F <sub>факт.</sub>	p	доля влияния, %
Грива	349,6	<0,001	82,8	104,9	<0,001	91,3	108,9	<0,001	92,0	12,7	<0,001	66,5
Глубина	31,1	<0,001	15,7	2,9	0,058	3,3	2,6	0,072	2,8	0,74	0,581	0,0
Ошибка			1,6			5,4			5,2			33,5

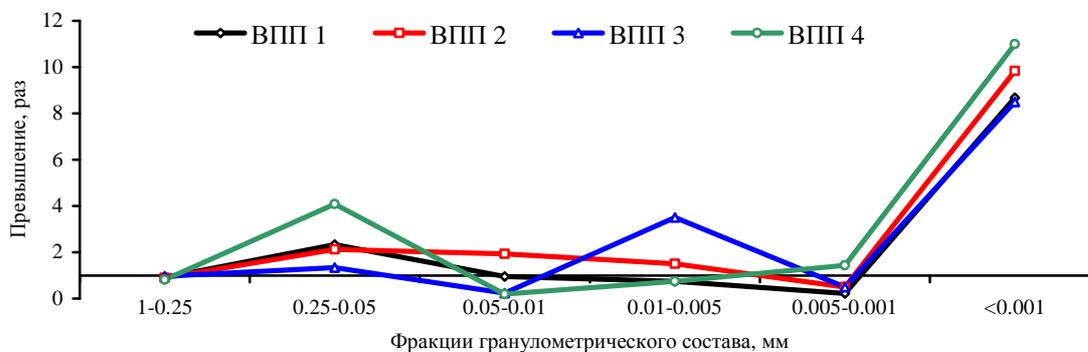
**Примечание:** F<sub>крит.</sub> = 3,63. Анализ выполнен только для слоев аллювиальных почв 0-10 и 10-20 см.

Подтверждение влияния аллювиальных отложений на гранулометрический состав верхнего горизонта почв мы находим проанализировав данные полученные в 2005 и 2015 годах, которые позволили выявить изменения в его составе. Так за 10 лет произошло его утяжеление за счет увеличения содержания глинистых фракций: ВПП 1 на 5,5%, ВПП 2 на 11,4%, ВПП 4 на 3,2%, тогда как на ВПП 3 уменьшилось на 5,6%, за счет увеличения доли песчаной фракции (рис. 4.29). Однако доля илистой фракции снизилась: ВПП 1 на 1,8%, ВПП 2 - 5,0%, ВПП 3 - 4,5% и ВПП 4 - 16,2%, что вызвано особенностями отлагавшегося аллювия. Общее утяжеление гранулометрического состава свидетельствует о том, что активный процесс формирования прирусловой поймы с седиментацией так называемого руслового аллювия, формирующего постепенно смещающиеся в сторону вогнутого берега русловые валы [2, 3] закончен. В настоящий момент времени отлагается пойменный аллювий – более тяжелый по гранулометрическому составу, основная роль которого состоит в выравнивании рельефа и в конечном итоге в формировании почвы. Интересно отметить, что в 2005 году распределение глинистых фракций по поперечнику поймы носило характер, описанный нами ранее: с двумя максимумами на ВПП 2 и 4, причем на ВПП 4 значение больше чем на ВПП 2, а на ВПП 3 – больше, чем на ВПП 1.



**Рис. 4.29.** Содержание песчаной и глинистой фракций (слева) и илистой фракции (справа) в различных экотопах прирусловой части поймы в 2005 и 2015 гг.

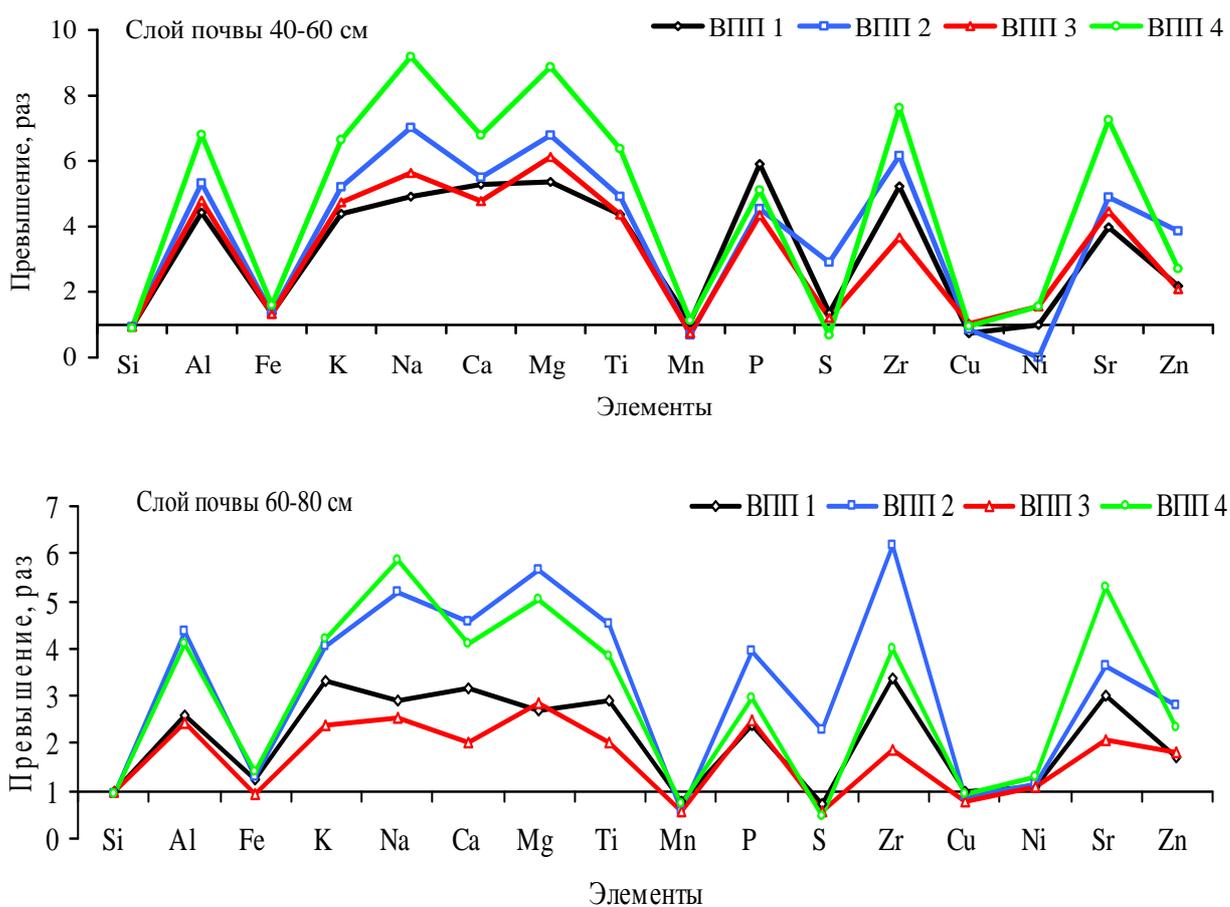
Мы попытались сопоставить содержание элементов в свежих аллювиальных отложениях и в глубинных слоях почвы (слои почвы 40-60 и 60-80 см) экотопов для определения степени трансформации последних в процессе педогенеза. Предполагаем, что нижние слои почвы экотопов и современные песчаные наносы сложены отложениями, источник которых один и тот же – размываемый песчаный берег, расположенный выше по течению реки. В результате установлено, что гранулометрический состав данных слоев весьма сильно отличается только по содержанию илистой фракции (рис. 4.30).



**Рис. 4.30.** Различия в содержании фракций гранулометрического состава между песчаными наносами и глубинными слоями на различных ВПП. По оси ординат превышение содержания по сравнению со свежими аллювиальными наносами.

Нижние слои дерновых почв мало отличаются от свежих аллювиальных наносов по содержанию кремния, железа, марганца, серы, меди и никеля (рис. 4.31). По другим элементам различия весьма высоки. Среди них есть такие, которые известны своей крайне низкой подвижностью в почвах (Ti, Zr), так как находятся в ней преимущественно в составе устойчивых минералов [30]. Калий слабо подвижный в любой геохимической обстановке [53]. Эти элементы унаследованы от наносов. Есть те, которые, наоборот, отличаются высокой подвижностью – натрий; стронций подвижен в любой геохимической обстановке. Следовательно, они должны накапливаться в глубинных слоях почвы, либо выноситься за пределы почвен-

ного профиля. Фосфор подвижен в кислой среде, а его накопление в гипергенных условиях связано с биогеохимическими процессами, что свойственно верхним горизонтам аллювиальных дерновых почвы. Эти элементы привнесены в процессе вымывания из верхних слоев почвы. Таким образом сравнивать аллювиальные отложения между собой не представляется возможным, так как на формирование элементного состава глубинных слоев аллювия оказывает влияние как первоначальный состав отложений, так и процесс почвообразования, проявляющийся через вымывание элементов в нижележащие слои почвы в условиях гумидного климата.



**Рис. 4.31.** Различия в содержании элементов между песчаными наносами и глубинными слоями на различных ВПП. По оси ординат превышение содержания по сравнению со свежими аллювиальными наносами.

Анализ содержания подвижных форм элементов показал, что в водную вытяжку перешли только ионы калия, марганца, цинка и стронция, ионы остальных металлов (Fe, Ca, Mn, Co, Cr, Pb, Ni и Cu) не обнаружены (табл. 4.62). Причем последние два элемента отмечались менее чем в половине образцов почвы, а в слоях почвы 40-60 и 60-80 см стронций отсутствовал. Варьирование содержания подвижных форм металлов в различных почвенных слоях весьма высокое, что отмечается и некоторыми исследователями [24, 37], с глубиной незначительно снижается.

## Статистические показатели концентрации подвижных форм металлов в почве

Элемент	Показатель						
	$M_x$	max	min	$S_x$	$m_x$	V	p
<i>Слой почвы 0-10 см</i>							
K	10,40	15,05	6,05	2,83	0,47	27,3	4,5
Mn	16,21	32,30	0,32	11,10	1,07	68,5	6,6
Zn	0,22	2,31	0,00	0,59	0,06	269,7	25,9
Sr	0,22	0,64	0,00	0,20	0,02	93,3	9,0
<i>Слой почвы 10-20 см</i>							
K	6,84	18,18	3,70	3,64	0,61	53,1	8,9
Mn	6,88	24,34	0,33	7,49	0,72	108,8	10,5
Zn	0,07	0,22	0,00	0,07	0,01	101,3	9,7
Sr	0,03	0,23	0,00	0,07	0,01	202,1	19,4
<i>Слой почвы 40-60 см</i>							
K	6,22	8,32	4,50	1,46	0,42	23,6	6,8
Mn	0,50	0,71	0,32	0,14	0,02	27,5	4,6
Zn	0,04	0,16	0,00	0,07	0,01	181,0	30,2
Sr	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Слой почвы 60-80 см</i>							
K	6,08	7,97	4,60	1,29	0,37	21,2	6,1
Mn	0,61	0,96	0,39	0,22	0,04	36,1	6,0
Zn	0,06	0,18	0,00	0,07	0,01	119,6	19,9
Sr	0,0	-	-	-	-	-	-

**Примечание:** \* - содержание элементов в мг/кг; количество повторностей для слоев почвы 0-10 и 10-20 см 36, для слоев почвы 40-60 и 60-80 см – 12.

Концентрация подвижных форм металлов весьма мала, по сравнению с валовыми. Одной из причин низких значений может быть нейтральная реакция среды, снижающая миграционную способность почти всех тяжелых металлов [47]. Кислотность в почве является важнейшим фактором, определяющим токсичность тяжелых металлов [36].

Распределение концентраций подвижных форм металлов, как по профилю почвы, так и в пределах различных биотопов сугубо специфично. Общей чертой является то, что наибольшее содержание элементов свойственно верхнему слою почвы, совпадающему по мощности с гумусово-аккумулятивным горизонтом, где они, по-видимому, связываются с органическим веществом (табл. 4.63). С глубиной, как правило, содержание подвижных форм элементов убывает. Только в почве на ВПП 3 с глубины 20 см содержание калия возрастает и достигает весьма значительной величины 7,95 мг/кг. В целом динамика содержания подвижных форм металлов в катене не повторяет динамику содержания валовых форм, за исключением марганца с максимумом на ВПП 2 и 4. Дисперсионный анализ установил достоверное влияние экотопа и глубины залегания на содержание элементов только в верхнем 20-см слое почвы (табл. 4.64). Так на содержание калия во всех изученных слоях почвы оказывает влияние местоположение экотопа, причем доля влияния этого фактора существенно возрастает с глубиной с 26,5% до 88,3%. Влияние глубины залегания достоверно только в верхних слоях почвы. На концентрацию марганца влияние местоположения биотопа и глубины залегания достоверно подтверждено только для верхних слоев почвы.

## Содержание подвижных форм металлов в почве на различных ВПП

Элемент	Значения параметров на различной глубине, мг/кг							
	0-10 см		10-20 см		40-60 см		60-80 см	
	$M_x$	$\pm m_x$	$M_x$	$\pm m_x$	$M_x$	$\pm m_x$	$M_x$	$\pm m_x$
<i>ВПП 1 (кострецовый прирусловый вал)</i>								
K	10,80	1,08	6,32	0,4	6,68	0,13	6,25	0,13
Mn	2,25	0,92	0,57	0,09	0,46	0,01	0,50	0,00
Zn	0,71	0,35	0,08	0,02	0,00	-	0,00	-
Sr	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
<i>ВПП 2 (черемушник будровый)</i>								
K	7,77	0,42	4,91	0,32	4,66	-	4,62	-
Mn	25,10	0,52	7,47	0,54	0,34	-	0,40	-
Zn	0,03	0,01	0,04	0,01	0,00	-	0,00	-
Sr	0,19	0,02	0,00	-	0,00	-	0,00	-
<i>ВПП 3 (липняк черемухово-дубовый)</i>								
K	10,66	0,65	4,91	0,29	5,50	-	7,95	-
Mn	9,49	0,55	5,57	0,34	0,57	-	0,95	-
Zn	0,05	0,03	0,04	0,02	0,07	-	0,17	-
Sr	0,17	0,03	-	0,01	0,00	-	0,00	-
<i>ВПП 4 (дубрава липово-вязовая)</i>								
K	12,4	0,87	10,8	1,83	8,27	-	7,95	-
Mn	28,0	1,07	18,1	1,56	0,70	-	0,95	-
Zn	0,08	0,02	0,10	0,03	0,15	-	0,17	-
Sr	0,51	0,05	0,11	0,03	0,00	-	0,00	-

Таблица 4.64

## Результаты дисперсионного анализа содержания подвижных форм металлов в почве

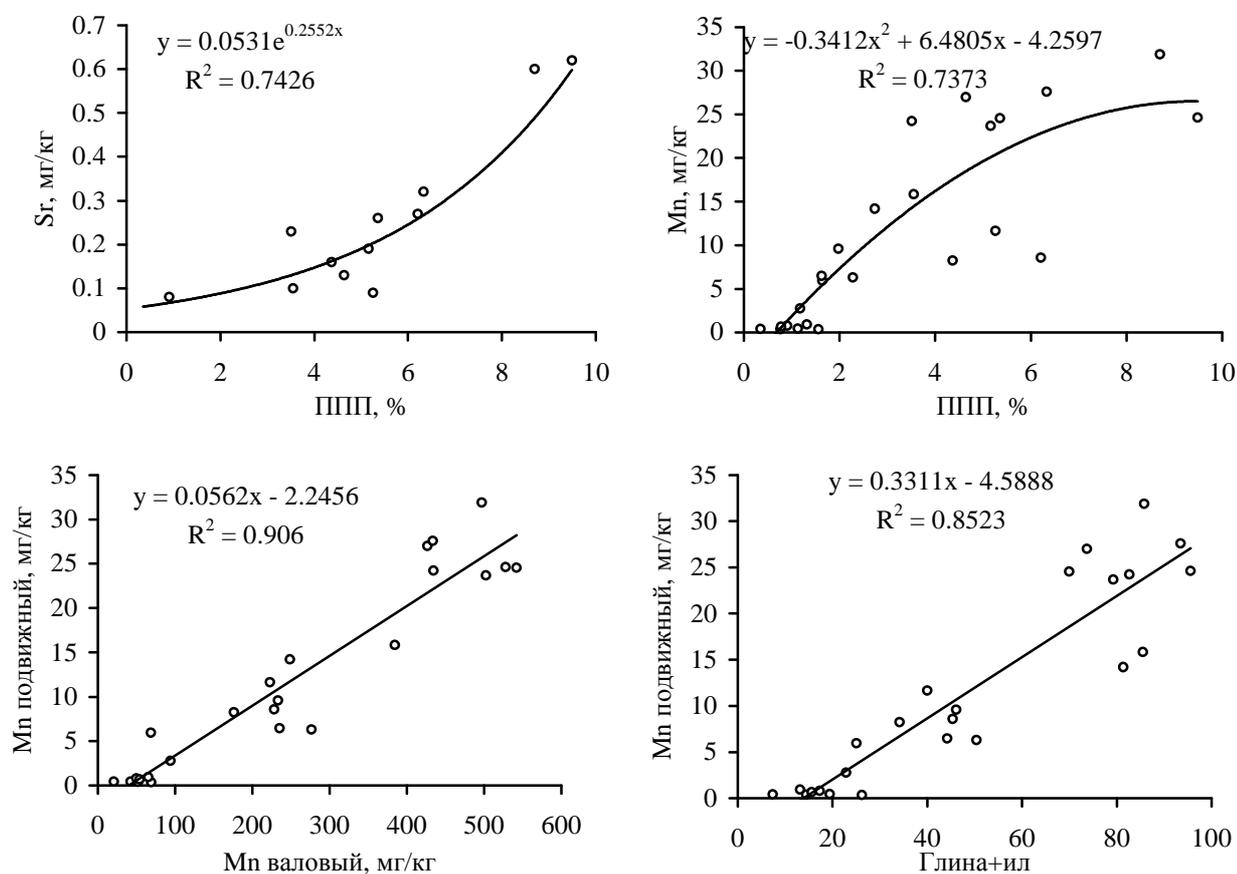
Фактор	Слой почвы 0-10 и 10-20 см		Слой почвы 40-60 и 60-80 см	
	K	Mn	K	Mn
<i>Уровень значимости фактора для различных элементов</i>				
ВПП	<0,001	<0,001	<0,05	<0,15
Глубина	<0,001	<0,001	<0,50	<0,40
<i>Доля влияния факторов, %</i>				
ВПП	26,5	67,6	88,3	75,7
Глубина	23,4	20,0	2,8	6,1
Погрешность	50,0	12,4	8,9	18,2

Концентрация марганца в слоях почвы 0-20 см довольно тесно связано с содержанием фракций глины, ила, органического вещества, а также с валовыми формами калия, марганца и цинка, а в слоях почвы 40-80 см еще и с валовым цинком (табл. 4.65). Сопряженное содержание элементов между собой может свидетельствовать об их совместном поступлении в почву и требует дальнейших более углубленных исследований. Очевидно, что пул валового марганца является источником его подвижных форм. Содержание калия в верхнем 20-см слое почвы не обнаруживает тесных связей ни с подвижными, ни с валовыми формами металлов и не зависит от гранулометрического состава. В более глубоких слоях появляется тесная связь с подвижным марганцем, цинком и стронцием. Возрастает теснота связи и с валовым содержанием калия. Стронций довольно тесно связан с органическим веществом (рис. 4.32).

**Матрица коэффициентов корреляции между содержанием подвижных форм металлов с валовыми и некоторыми физико-химическими свойствами**

Элемент	Слой почвы 0-20 см				Слой почвы 40-80 см		
	K <sub>п</sub>	Mn <sub>п</sub>	Zn <sub>п</sub>	Sr <sub>п</sub>	K <sub>п</sub>	Mn <sub>п</sub>	Zn <sub>п</sub>
Mn <sub>п</sub> *	0,464	1,000			<b>0,818</b>	1,000	
Zn <sub>п</sub>	0,174	-0,080	1,000		<b>0,798</b>	<b>0,916</b>	1,000
Sr <sub>п</sub>	0,483	0,587	0,276	1,000	-*	-	-
K <sub>в</sub> *	0,434	<b>0,913</b>	-0,116	0,715	0,663	0,564	0,685
Mn <sub>в</sub>	0,364	<b>0,952</b>	-0,180	0,572	0,585	0,304	0,521
Zn <sub>в</sub>	0,363	<b>0,892</b>	-0,304	0,664	0,242	0,103	0,247
Sr <sub>в</sub>	0,449	-0,044	0,263	0,395	0,048	-0,186	-0,313
ППП, %	0,519	<b>0,831</b>	-0,119	<b>0,881</b>	0,115	-0,142	-0,018
Фракции глины и ила	0,374	<b>0,923</b>	-0,145	0,569	-	-	-
pH H <sub>2</sub> O	-0,086	-0,243	0,227	0,370	-	-	-

**Примечание:** объем выборки 24; п, в – подвижные и валовые формы соответственно; стронций в слоях почвы 40-80 см не обнаружен.



**Рис. 4.32. Влияние некоторых показателей на содержание подвижных форм стронция и марганца.**

Анализ сходства биотопов по содержанию подвижных форм металлов установил, что в целом оно совпадает с таковым для валовых, однако коэффициенты сходства в некоторых случаях весьма малы (табл. 4.66). Так для верхнего слоя почвы ВПП 1 более сходна с ВПП 3, а ВПП 2 более схожа с ВПП 4. Для слоев почвы 40-60 и 60-80 см сходство ВПП 1 с другими ВПП постепенно снижается по мере удаления биотопов от русла реки по поперечнику пой-

мы. Наиболее сильное сходство верхних 10-см горизонтов почвы проявляется между ВПП 2 и ВПП 4 (0,737), однако с глубиной более тесная связь обнаруживается уже с ВПП 3.

Таблица 4.66

**Матрица коэффициентов сходства зольного состава почв экотопов,  
построенная по нормированным данным**

№ ВПП	Значение коэффициента Жаккара между ВПП на различных глубинах			
	1	2	3	4
<i>Слой почвы 0-10 см</i>				
2	0,174	1,000		
3	0,290	0,518	1,000	
4	0,250	<b>0,737</b>	0,566	1,000
<i>Слой почвы 10-20 см</i>				
2	0,467	1,000		
3	0,545	0,745	1,000	
4	0,395	0,432	0,356	1,000
<i>Слой почвы 40-60 см</i>				
2	<b>0,716</b>	1,000		
3	<b>0,868</b>	<b>0,790</b>	1,000	
4	0,297	0,213	0,269	1,000
<i>Слой почвы 60-80 см</i>				
2	<b>0,767</b>	1,000		
3	0,542	0,464	1,000	
4	0,327	0,251	0,541	1,000

Оценка степени подвижности металлов установила, что для всех элементов она весьма мала и не превышает 2,6% (табл. 4.67). Пространственная динамика данного показателя, как между биотопами в катене, так и по почвенному профилю весьма неоднородна. Так для калия на ВПП 1, 2 и 3 с глубиной нет четкой тенденции ее изменения, тогда как на ВПП 4 значение коэффициента возрастает. Для марганца соотношение подвижных форм к валовым достигает наибольших значений в нижнем слое почвы. Коэффициент подвижности калия достигает наибольших величин на ВПП 1 и 3 во всех слоях почвы, марганца в верхних слоях почвы – на ВПП 2 и 3, в нижних – на ВПП 4. Коэффициент подвижности стронция в верхнем слое почвы увеличивается от ВПП 2 к ВПП 4, а в почве экотопа на ВПП 1 подвижных его форм не обнаружено. Наибольшие значения коэффициента подвижности для цинка характерны самым молодым почвам и достигают 2,5%. На ВПП 4 с глубиной происходит увеличение коэффициента подвижности.

Данные по запасам валовых форм элементов, значения которых являются интегральной величиной от их концентрации и плотности сложения почвенных слоев, показали, что пул алюминия только в слое почвы 20 см оценивается более чем в 49,5 т/га на ВПП 1 и 117,8 т/га на ВПП 4, а его доля в суммарном вкладе может составлять 11% (табл. 4.68). Содержание железа более чем в два раза уступает алюминию: максимальная доля доходит до 6%, а его пул в верхнем горизонте оценивается минимум в 34,6 т/га на ВПП 1, а максимум в 78,9 т/га на ВПП 4. Проводить оценку запасов элементов для выявления роли дерновых почв в биоло-

гическом круговороте веществ необходимо в сравнении с другими подтипами аллювиальных почв, однако данных пока сравнительно мало.

Таблица 4.67

**Коэффициент подвижности металлов (отношение подвижных форм к валовым), %**

Слой почвы	K	Mn	Zn	Sr
<i>ВПП 1 (кострецовый прирусловый вал)</i>				
0-10 см	0,19	0,82	2,54	-
10-20 см	0,14	0,26	0,42	0,00
40-60 см	0,15	0,18	0,00	0,00
60-80 см	0,19	0,27	0,00	0,00
<i>ВПП 2 (черемушник будровый)</i>				
0-10 см	0,06	2,10	0,04	0,17
10-20 см	0,06	1,36	0,11	0,00
40-60 см	0,09	0,21	0,00	0,00
60-80 см	0,11	0,29	0,00	0,00
<i>ВПП 3 (липняк черемухово-дубовый)</i>				
0-10 см	0,21	2,21	0,27	0,25
10-20 см	0,11	0,60	0,14	0,07
40-60 см	0,11	0,28	0,00	0,00
60-80 см	0,23	0,44	0,36	0,00
<i>ВПП 4 (дубрава липово-вязовая)</i>				
0-10 см	0,09	1,50	0,08	0,36
10-20 см	0,09	1,41	0,14	0,09
40-60 см	0,12	0,26	0,50	0,00
60-80 см	0,19	0,54	0,65	0,00

Таблица 4.68

**Запасы органического вещества и элементов в аллювиальных почвах, кг/га**

Элемент	ВПП 1		ВПП 2		ВПП 3		ВПП 4	
	0-20	40-80	0-20	40-80	0-20	40-80	0-20	40-80
ППП	57,1	37,7	154,1	48,4	84,3	35,33	209,0	76,7
Si	1157386,7	1305569,9	901798,7	1240272,0	918651,5	1350505,4	683455,2	1236834,2
Al	49574,2	41682,7	98638,7	55360,6	46841,6	44340,67	117847,5	63338,4
Fe	34618,5	34858,4	60243,4	34096,3	30182,1	31444,72	78975,5	39165,4
K	13444,5	11768,5	24850,8	13635,3	11530,4	11304,83	28451,5	16289,5
Ca	5840,6	5215,2	14969,4	5955,2	5985,6	4339,35	19146,5	6552,5
Na	11214,2	7807,5	17288,2	11660,1	9266,5	8432,06	14882,0	14642,3
Mg	5780,3	4839,4	14120,9	7152,0	6292,5	5554,81	18104,8	8109,4
Ti	1921,6	1780,7	5196,8	2222,3	1899,6	1621,84	7056,3	2447,3
Mn	658,8	665,0	2103,7	435,8	668,0	479,83	3267,6	659,8
P	828,6	921,4	2383,7	894,6	970,0	777,82	2646,7	868,4
S	447,2	445,5	1597,3	1062,3	705,8	387,81	1177,3	241,0
Zr	285,6	221,9	941,5	305,7	203,1	147,18	1691,5	293,2
Ba	398,8	288,2	984,9	348,5	516,4	377,47	1273,2	432,7
Cr	210,0	217,2	385,9	233,1	158,2	115,28	396,1	195,6
Sr	122,8	91,7	236,0	108,1	99,5	89,70	279,7	161,5
Zn	66,7	67,1	191,4	109,9	72,8	68,19	177,4	84,4
Ni	87,8	77,0	123,4	40,4	74,3	102,65	142,9	105,3
Cu	96,0	99,2	109,5	99,7	84,5	110,77	116,6	108,7
Rb	31,9	31,0	74,0	26,9	31,3	17,65	99,9	43,5

Полученные данные содержания валовых элементов были использованы для эколого-геохимической оценки почв и выявления региональной геохимической специализации фоно-

вых ландшафтов. Для этого были использованы значения кларков элементов верхней части континентальной земной коры, предложенные в работе Н.С. Касимова, Д.В. Власова [25]. Эти авторы на основе анализа различных литературных данных выделили те их значения, которые целесообразно использовать в качестве эталонов (табл. 4.69).

Таблица 4.69

Значения кларков элементов [7]

Элемент, мг/кг															
Al	Fe	K	Ca	Na	Mg	Ti	Mn	P	S	Ba	Cr	Sr	Zn	Ni	Cu
76100	40600	23240	25660	24260	14950	3900	770	690	953	628	92	270	75	50	27

Построенные геохимические спектры для аллювиальных дерновых почв, находящихся на различных стадиях развития, и свежих наносов, выявили повышенное, по сравнению с кларком литосферы, содержание меди (рис. 4.33). Концентрация марганца, фосфора, цинка, хрома и никеля превышает значение кларка литосферы для почв на ВПП 2 и 4. Таким образом, формируются по этим элементам положительные геохимические аномалии природного или антропогенного характера. Причину превышения, как и источник поступления этих элементов, определить в настоящее время сложно, поскольку это может быть обусловлено как поступлением с аллювием, так и с опадом растительности. Заложенный опыт по оценке накопления и его элементный анализ, а также анализ зольного состава растительного опада, запланированные в 2017 году, позволят определить причину.

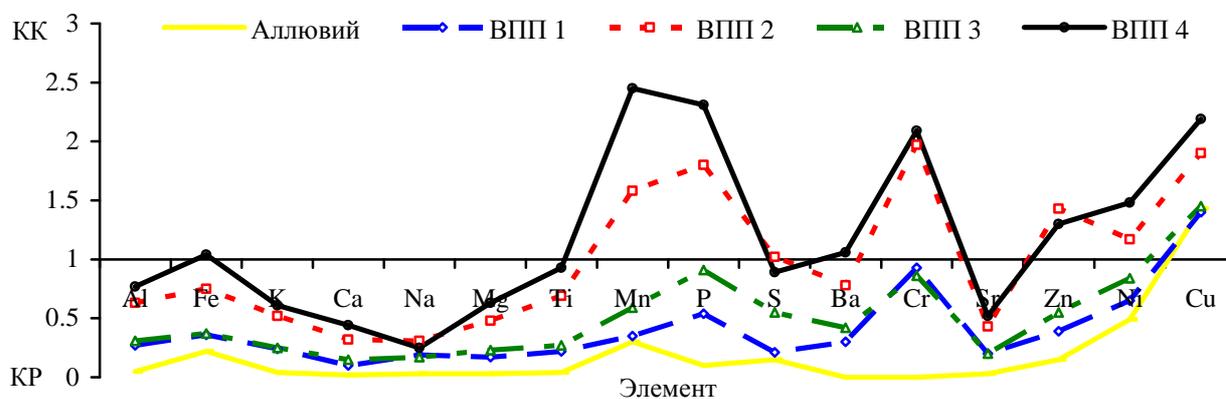


Рис. 4.33. Содержание элементов в аллювиальных дерновых почвах относительно кларка концентрации в литосфере Земли. КК – кларк концентрации, КР – кларк рассеяния.

### Выводы.

1. Валовой состав свежих аллювиальных песчаных наносов представлен 19 элементами, аллювиальных дерновых почв – 21 элементом. В аллювиальных наносах, по сравнению с дерновыми почвами, не обнаружены барий, хром, рутений, хлор и мышьяк, тогда как присутствуют палладий, рутений и серебро. Пул подвижных форм элементов в аллювиальных дерновых почвах представлены калием и марганцем, которые отмечались повсеместно, а

также цинком и стронцием, которые обнаружены менее чем в половине образцов почвы, а в слоях почвы 40-60 и 60-80 см стронций отсутствовал. Остальные металлы (Fe, Ca, Mn, Co, Cr, Pb, Ni и Cu) не обнаружены. Особенностью аллювиальных дерновых почв и свежих песчаных отложений является превышение концентрации калия и натрия над кальцием.

2. Гранулометрический состав свежих аллювиальных наносов более чем на 90% представлен фракциями крупного и среднего песка, верхнего 20-см слоя дерновых почв – преимущественно фракциями мелкого песка и крупной пыли. Нижние слои почв (40-80 см) – хорошо отсортированы в них преобладает крупный и средний песок 74-92%. На содержание фракций в почвах более чем на 90% влияет местоположение экотопа в пределах прирусловой части поймы. В результате почвы, расположенные близко к руслу реки или тальвегу, независимо от подтипа отличаются более легким гранулометрическим составом, наиболее удаленные – более тяжелым.

3. Гранулометрический состав верхних горизонтов аллювиальных дерновых почв не постоянен во времени: за 10 лет произошло его утяжеление за счет увеличения содержания глинистых фракций: ВПП 1 на 5,5%, ВПП 2 на 11,4%, ВПП 4 на 3,2%, тогда как на ВПП 3 уменьшилось на 5,6%, за счет увеличения доли песчаной фракции. Однако доля илистой фракции снизилась: ВПП 1 на 1,8%, ВПП 2 - 5,0%, ВПП 3 - 4,5% и ВПП 4 - 16,2%. Таким образом активный процесс формирования прирусловой поймы с седиментацией руслового аллювия закончен.

4. Аллювиальным дерновым почвам свойственна близкая к нейтральной и нейтральная реакция среды, значения которой связаны более чем на 60% с их местоположением в пределах поймы, однако не выявлена вертикальная дифференциация по профилю.

5. Содержание большинства элементов как валовых, так и подвижных форм достигает максимальных значений в гумусовых горизонтах и с глубиной снижается. Таким образом, гумусовые горизонты аллювиальных дерновых почв представляют собой биогеохимический сорбционный барьер, причем степень проявления свойств барьера тем выше, чем дальше почва располагается от руслу реки или тальвегу. Почвы, расположенных близко к руслу реки или тальвегу, независимо от подтипа отличаются более низким содержанием валовых и подвижных форм элементов. В целом аллювиальные слоистые примитивные почвы имеют минимальную концентрацию элементов; аллювиальные дерновые слоистые почвы – максимальную.

6. Концентрация валовых форм элементов в верхнем 20-см слое дерновых почв более чем на 80% обусловлена положением в пределах прирусловой части поймы, т.е. геоморфологическим строением, и лишь на 5-17% связана с глубиной. Только для натрия фактор глубины в пределах 20-см слоя не значим для всех экотопов. В слоях почвы 40-80 см, мало затро-

нутых процессами почвообразования, наибольший вклад вносит глубина залегания слоя - более 60% дисперсии.

7. Содержание валовых форм элементов в верхнем 20-см слое тесно связано с содержанием частиц меньше 0,05 мм, чем выше их содержание, тем выше и концентрация элементов в почве, за исключением кремния. Данные соотношения имеют линейную зависимость с высокими коэффициентами детерминации ( $R^2=0,58-0,92$ ). Роль растительного покрова второстепенна и сводится к уменьшению скоростей течения полой воды и перераспределению аллювия на поверхности поймы. Содержание элементов в нижних слоях почвы не обнаруживает тесной связи с гранулометрическим составом. Установлена также тесная связь элементов между собой, которая может иметь как прямолинейный, так и степенной характер.

8. Сравнить элементный состав свежих аллювиальных наносов и глубинных слоев дерновых почв не представляется возможным, так как на формирование элементного состава последних оказывает влияние как первоначальный состав отложений, так и процесс почвообразования, проявляющийся через вымывание элементов в нижележащие слои почвы. Нижние слои дерновых почв мало отличаются от свежих аллювиальных наносов по содержанию валовых форм кремния, железа, марганца, серы, меди и никеля. По другим элементам различия весьма незначительны.

9. Для аллювиальных дерновых почв установлено незначительное превышение ПДК по марганцу на ВПП 4 в слое почвы 0-10 см (норматив 1500 мг/кг). Содержание серы во всех экотопах и преимущественно в верхних слоях почвы может превышать ПДК в 5,3 раза (норматив 160 мг/кг). Превышение ПДК меди, которое составляет 55 мг/кг, отмечено только на ВПП 4 в верхнем 10-см слое.

10. Концентрация подвижных форм марганца в слоях почвы 0-20 см довольно тесно связано с содержанием фракций глины, ила, органического вещества, а также с валовыми формами калия, марганца и цинка. В слоях почвы 40-80 см выявлена связь с подвижными формами цинка. Содержание подвижных форм калия в верхнем 20-см слое почвы не обнаруживает тесных связей ни с подвижными, ни с валовыми формами металлов и не зависит от гранулометрического состава, тогда как с глубиной появляется тесная связь с подвижным марганцем, цинком и стронцием. Возрастает теснота связи и с валовым содержанием калия. Стронций имеет довольно высокую связь с органическим веществом

11. Степень подвижности таких металлов как калий и марганец весьма мала и не превышает 7%, а их динамика, как относительно биотопа, так и с глубиной весьма неоднородна. Для марганца соотношение подвижных форм к валовым достигает наибольших значений в нижнем слое почвы. Степень подвижности стронция достигает существенных величин, а наибольшие значения свойственны в основном для гумусовых горизонтов.

12. Геохимические спектры аллювиальных дерновых почв, находящихся на различных стадиях развития, и свежих наносов, выявили повышенное, по сравнению с кларком литосферы, содержание меди. Концентрация марганца, фосфора, цинка, хрома и никеля превышает значение кларка литосферы для аллювиальных дерновых почв, имеющих более тяжелый гранулометрический состав (ВПП 2 и 4). Таким образом, формируются по этим элементам положительные геохимические аномалии.

### *Библиографический список*

1. Архипов, А.И. Никель в почвах Алтая / А.И. Архипов // Мир науки, культуры, образования, 2008, № 2(9). С. 16-19.
2. Барышников, Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм / Н.Б. Барышников. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 280 с.
3. Барышников, Н.Б. Речные поймы / Н.Б. Барышников. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 152 с.
4. Белюченко, И.С. Экология Кубани. Часть II. / И.С. Белюченко. – Краснодар: Изд-во КГАУ. 2005. 470 с.
5. Вайчис, М. Валовое содержание тяжелых металлов в лесных почвах Литвы / М. Вайчис, А. Рагуотис, К. Армолайтис, Л. Кубертавичене // Почвоведение, 1998, № 12. С. 1489-1494.
6. Влияние гранулометрического состава на поглощение меди, свинца и цинка черноземными почвами Ростовской области / Т.М. Минкина, Д.Л. Пинский, С.С. Манджиева, Е.М. Антоненко, С.Н. Сушкова // Почвоведение. – 2011. - № 11. С. 1304-1311.
7. Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. 2008. – 85 с.
8. Газизуллин, А.Х. Почвенно-экологические условия формирования лесов Среднего Поволжья / А.Х. Газизуллин. – Казань: РИЦ «Школа», 2005. – 496 с.
9. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве.
10. Горбунова, З.Н. Свойства почв поймы р. Клязьмы и минералогический состав их илистых фракций / З.Н. Горбунова // Почвоведение. – 1961. № 1. С. 61-67.
11. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.
12. ГОСТ 26423-85 Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
13. Демаков, Ю.П. Содержание органики и зольных элементов в напочвенном покрове и почве сосняков лишайниково-мшистых / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, В.И. Таланцев // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 6. – Йошкар-Ола: Мар. Гос. ун-т. 2013. С. 56-76.
14. Демаков, Ю.П. Вариабельность содержания зольных элементов в напочвенном покрове и верхнем слое почвы сосняка лишайникового / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, В.И. Таланцев // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 7. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. С. 29-40.
15. Добровольский, Г.В. Учение о почвообразовании в поймах и дельтах рек и его значение в развитии генетического почвоведения / Г.В. Добровольский // Почвоведение. – 1984. № 12. – С. 27-33.
16. Добровольский, Г.В. Значение учения В.Р. Вильямса о почвообразовании в поймах рек в развитии почвоведения / Г.В. Добровольский // Почвоведение. – 1988. № 9. – С. 32-36.
17. Добровольский, Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. 2-е изд., перераб. и доп. / Г.В. Добровольский. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 293 с.
18. Ефремов, И.Ф. Периодические коллоидные структуры / И.Ф. Ефремов. – Л.: Химия, 1971. 192 с.
19. Зайделман, Ф.Р. Теория образования светлых кислых элювиальных горизонтов почв и ее прикладные аспекты / Ф.Р. Зайделман. – М.: КРАСАНД, 2010. – 248 с.
20. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, СО. 1991. 151 с.
21. Исаев, А.В. Формирование почвенного и растительного покрова в поймах речных долин Марийского Полесья (на примере территории заповедника «Большая Кокшага») / А.В. Исаев. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 240 с.
22. Исаев, А. В. Вариабельность параметров почвы пойменного биогеоценоза / А.В. Исаев, Ю.П. Демаков, Т.Х. Гордеева, А.А. Бажина // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 7. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. С. 41-78.
23. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. 439 с.
24. Карпачевский, Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский. – М.: ГЕОС, 2005. – 336 с.

25. Касимов, Н.С. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии / Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2015. № 2. С. 7-17.
26. Классификация и диагностика почв СССР / сост. В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др. – М.: Колос, 1977. – 224 с.
27. Кораблева, Л.И. Агрохимическая характеристика почв пойм реки Москвы / Л.И. Кораблева // Почвоведение. – 1961. – № 4. – С. 30-39.
28. Кораблева, Л.И. Фосфорный режим почв поймы р. Оки / Л.И. Кораблева, Г.А. Ачкасова // Почвоведение. – 1963. – № 4. – С. 76-85.
29. Коробицина, Ю.С. Экологическая оценка загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова г. Северодвинска / Ю.С. Коробицина и др. // Научный диалог. 2013. № 3 (15): Естествознание. Экология. Науки о земле. – С. 75-93.
30. Ладонин Д.В. Формы соединений тяжёлых металлов в техногенно-загрязнённых почвах Специальность: 03.02.13 – почвоведение. Диссертация на соискание учёной степени доктора биологических наук. М. 2016 383 с.
31. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля, марганца, кобальта, хрома методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: ФГУ ФЦАО, 2007. – 20 с.
32. Методы биогеохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 450 с.
33. Мизеров, Б.М. Аллювиальные и озерно-аллювиальные кайнозойские отложения Среднего Приобья / Б.М. Мизеров, С.И. Черноусов, С.П. Абрамов. – Новосибирск: Наука, 1971. 212 с.
34. Минкина, Т.М. Влияние гранулометрического состава на поглощение меди, свинца и цинка черноземными почвами Ростовской области / Т.М. Минкина, Д.Л. Пинский, С.С. Манджиева, Е.М. Антоненко, С.Н. Сушкова // Почвоведение, 2011, № 11. С. 1304-1311.
35. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера / Н.И. Казимиров, А.Д. Волков, С.С. Зябченко, А.В. Иванченков, Р.М. Морозова. – Л.: Наука, 1977. – 304 с.
36. Овчаренко, М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / М.М. Овчаренко. – М.: 1997. 287 с.
37. Орлов, А.Я. Почвенная экология сосны / А.Я. Орлов, С.П. Кошельков. – М.: Наука, 1971 316 с.
38. ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесостроительные. Методы закладки.
39. Перельман, А. И. Геохимия / А. И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1979. – 423 с.
40. Наумов, Г.Б. Химическая эволюция минералообразующих сред и локализация руд на геохимических барьерах, в кн.: Геохимия. Минералогия / Г.Б. Наумов. – М., 1980.
41. Попова, Л.Ф. Комплексная эколого-химическая оценка и нормирование качества почвенно-растительного покрова городских экосистем (на примере Архангельска), автореф. дисс. на соискание учёной степени д. биол. наук. Специальность 03.02.08 – Экология. – Петрозаводск, 2015, 35 с.
42. Роде, А.А. Почвоведение. Учебник для лесохозяйственных вузов / А.А. Роде, В.Н. Смирнов. – М.: «Высшая школа», 1972. – 480 с.
43. Середина, В.П. Резервы калия в почвах Западно-Сибирской равнины / В.П. Середина // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 1 (21). С. 7–21.
44. Смирнов, В.Н. Методика проведения полевых почвенных исследований в лесу для лесохозяйственных целей / В.Н. Смирнов. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1958. – 55 с.
45. Смирнов, В.Н. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения / В.Н. Смирнов. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1968. – 532 с.
46. Смольянинов, И.И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов / И.И. Смольянинов. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 192.
47. Стриад, В. Взаимодействие фульватных комплексов свинца, кадмия, меди и цинка с минералами и почвами / В. Стриад, В. Золотарева // Экол. Кооп. 1988. № 1. С. 53-55.
48. Тюлин, А.Ф. Органично-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания высших растений / А.Ф. Тюлин. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. 52 с.
49. Тюрин, И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И.В. Тюрин. – М., 1965. 319 с.
50. Тюрин, И.В. Вопросы генезиса и плодородия почв / И.В. Тюрин. – М.: Наука, 1966. 288 с.
51. Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах. Под ред. Н.Г. Зырина и Л.К. Садовниковой. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 208 с.
52. Хрусталева, М.А. Экогеохимия моренных ландшафтов Русской равнины / М.А. Хрусталева. – М.: Техполиграфцентр, 2002. – 315 с.
53. Чертко, Н.К. Геохимия и экология химических элементов: Справочное пособие / Н.К. Чертко, Э.Н. Чертко Мн.: Издательский центр БГУ, 2008. – с. 140.
54. Шоба, В.Н. Органо-минеральные системы почв. Автореф. дисс. на соискание ученой степени доктора биологических наук, специальность 03.00.27 – Почвоведение. – Новосибирск, 2001. 32 с.
55. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля, марганца, кобальта, хрома методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: ФГУ ФЦАО, 2007. – 20 с.

#### 4.5. Изменение параметров луговой аллювиальной почвы под влиянием лесной растительности

Экологическая роль почвенного покрова, представляющего собой тончайшую пленку на теле Земли, как известно (Розов, Строганова, 1979; Ковда, 1981; Фридланд, 1984; Добровольский, Никитин, 1990; Соколов, 2004), огромна. Он является необходимым условием существования жизни на планете, обеспечивая не только устойчивое функционирование наземных экосистем и биологический круговорот веществ в них, но также формирование состава атмосферы и параметров климата за счет аккумуляции в форме отмершего органического вещества некоторой части поступающей солнечной энергии. Важнейшую роль почвы в обеспечении устойчивости функционирования биосферы и развитии цивилизации люди начинают осознавать в полной мере лишь тогда, когда она начинает деградировать или разрушаться в результате неразумного ведения хозяйственной деятельности.

Почва – важнейший компонент биогеоценозов, во многом определяющий их структурную организацию, продуктивность и динамику (Зонн, 1964; Константинов, 1988). Она, в свою очередь, находится под мощным воздействием комплекса биотических и абиотических факторов, определяющих направление её развития, познанием закономерностей которого почвоведы занимаются уже давно и плодотворно (Коссович, 1906; Высоцкий, 1911; Докучаев, 1936; Роде, 1937, 1947, 1984; Неганов, 1938; Ремезов, 1947, 1960; Иенни, 1948; Рожнова, 1954, 1964; Благовидов, 1956; Руднева, 1957; Зонн, 1963, 1983; Пономарева, 1964; Бутузова, 1966; Тюрин, 1966; Смирнов, 1968; Гаель, Хабаров, 1969, 1971; Горбунов, 1969; Дюшофур, 1970; Рубилин, Долотов, 1970; Фирсова, 1970; Герасимов, 1973, 1976; Ковда, 1973; Вайчис, 1975; Зайдельман Нарокова, 1975; Таргульян, Александровский, 1976; Хабаров, 1977; Ахтырцев, 1979; Эвальд, 1980; Пономарева, Плотникова, 1980; Копосов, 1981, 1983; Гаджиев, 1982; Таргульян, 1982; Александровский, 1983; Соколов, 1984, 1986, 2004; Фридланд, 1986; Ливеровский, 1987; Зонн, Травлеев, 1989; Карпачевский, Строганова, 1989; Газизуллин, 1995 а, б; Газизуллин, Сабилов, 1997; Газизуллин, Сабилов, Гиалаев, 1998). Этот вопрос приобретает с каждым годом всё более высокую актуальность, что связано с ухудшением состояния многих наземных экосистем в результате возрастания техногенной нагрузки на биосферу и нарушения течения в ней естественного круговорота веществ. Существующие представления ученых о развитии почв можно свести к двум основным концепциям:

- 1) процесс развития почв конечен и завершается климаксом, в котором они приходят в равновесное или квазиравновесное состояние с факторами почвообразования;
- 2) процесс развития почв бесконечен, как бесконечно развитие всей природы, протекающее, как правило, циклично по восходящей спирали.

Модель моноклимаксности противоречит как общим теоретическим положениям, так и имеющимся фактам изменения состояния всех наземных экосистем под действием факторов среды и внутренних сил (Экологические системы ..., 1981; Разумовский, 1982; Разумовский, Рыбалов, Тихомирова, 1983; Левченко, Старобогатов, 1990). Их развитие в большинстве слу-

чаев протекает ступенчато, проходя ряд этапов, отличающихся скоростью и направленностью биоценологических процессов. Поступательное развитие биогеоценозов, а в их составе и почв, очень часто останавливают стихийные природные факторы, возвращающие их в исходное или близкое к нему состояние, и им снова приходится проходить через ряд предшествующих этапов. Информация об изменениях условий среды в прошлом откладывается при этом в «ячейках памяти» почв и задача исследователей заключается в её расшифровке, позволяющей делать заключения о закономерностях протекания процессов, строить долгосрочные прогнозы и оптимизировать системы природопользования. Степень рефлекторности почв, т.е. их способность к сохранению (кодированию) в своей структуре информации обо всех воздействующих на них факторов, тем выше, чем сложнее их структурная организация (Соколов, 2004). С рефлекторностью почв тесно связана их сенсорность, под которой понимается способность к изменению своего состояния под действием различных факторов среды (Соколов, 2004). Именно с рефлекторностью и сенсорностью почв имеют дело исследователи, когда пытаются понять процессы их генезиса. При этом они обычно опираются на классическую концепцию, согласно которой факторы почвообразования действуют сверху и степень отличия почвы от коренной породы постепенно уменьшается с глубиной. Эта концепция, которая была базовой на заре генетического почвоведения, практически не учитывает вклада растительности в круговорот веществ, которая избирательно поглощает их из окружающей среды и перемещает из нижних слоев почвы в верхние, из одного компонента экосистемы и ландшафта в другой (Виноградов, 1972; Глазовская, 1988; Перельман, Касимов, 1999; Алексеенко, 2000). Избирательное поглощение каждым видом растения определенного набора химических элементов из почвы с последующим возвратом преобразованных соединений, является одним из главных механизмов сукцессий биогеоценозов.

Большая роль растительности в процессе образования и развития почв была доказана уже более 100 лет назад В.В. Докучаевым (1936), однако этот вопрос, освещенный многими исследователями (Ткаченко, 1908, 1939; Горшенин, 1924; Роде, 1944, 1954; Зонн, Мина, 1948; Погребняк, 1948; Зонн, Алешина, 1953; Ремезов, 1953, 1956, 1958, 1962; Ремезов, Быкова, 1953; Зонн, 1954, 1956, 1963; Вайчис, 1958; Похитон, 1958; Зонн, Соколов, 1960; Зонн, Кузьмина, 1960; Розанова, 1960; Шумаков, 1960; Шакиров, 1961; Утенкова, 1962; Смирнов, 1963; Зайцев, 1964; Миронов, 1964; Гоголев, 1968; Растворова, 1968; Смольянинов, 1969; Соколов, Иваницкая, 1971; Протопопов, 1975; Шугалей, 1979; Ведрова, 1980; Карпачевский, 1981, 1995; Моделирование, 1984; Газизуллин, 2005; Лукина, Орлова, Исаева, 2010; Ульданова, Сабиров, 2015), не потерял своей актуальности и поныне, что связано с его большим практическим значением, совершенствованием методов и аппаратуры почвенно-экологических исследований, позволяющих открыть ранее не изученные явления, а также с большим разнообразием природно-климатических условий в различных регионах России и Земного шара, обуславливающих специфику протекания биогеоценологических процессов. Древесные растения воздействуют в биогеоценозах на температурно-гидрологический режим почв, состав

атмосферных осадков, структуру подпологовой растительности, численность и активность различных деструкторов органического вещества (Высоцкий, 1938; Молчанов, 1960; Роде, 1963; Поздняков, 1956, 1963; Рунов, Терехов, 1960; Свиридова, 1960; Масилюнас, Паулюкявичюс, 1963; Мина, 1965, 1967; Кулагин, 1967; Димо, 1972; Соколов, 1972; Шульгин, 1972; Куклин, 1974; Сысуев, 1975; Хазиев, 1976; Медведев и др., 1986; Звягинцев, 1987; Мирчинк, 1988; Карпачевский и др., 1998; Никонов, Лукина, 2000; Добровольская, 2002; Хрусталева, 2002; Пристова, 2005; Марунич и др., 2006; Арчегова, Кузнецова, 2011; Чернов и др., 2011; Демаков, Исаев, 2013; Демаков и др., 2015; Исаев и др., 2015), что отражается на свойствах почв и процессе их развития. Воздействие одних и тех же видов растений на почву в разных биогеоценозах проявляется, как отмечает Л.О. Карпачевский (1981), неодинаково и во многом зависит от физико-географических условий. Так, береза в лесной зоне способствует, по сравнению с дубом, осиной, лиственницей и сосной, большему накоплению гумуса в верхнем горизонте почвы, однако в лесостепной она уже уступает дубу и сравнивается с сосной.

Многообразию почв и воздействующих на них факторов часто затушевывает или искажает роль растительности в процессе их развития, в результате чего результаты исследований бывают иногда противоречивыми и требующими продолжения. Работы в этом направлении необходимо проводить в различных природных зонах и экотопах, обращая внимание на характер изменения почв под влиянием всего комплекса природных и антропогенных факторов в процессе сукцессий биогеоценозов, а также на реакцию растительности последующей стадии в ответ на изменения, обусловленные предыдущей её стадией. Необходимо также расширять сеть полевых стационаров и модельных объектов, на которых следует проводить мониторинг за состоянием всех компонентов биогеоценозов и параметров условий среды их обитания.

**Целью** нашей работы являлась оценка изменения параметров луговой аллювиальной почвы под влиянием древесной растительности. Эта задача, как может показаться на первый взгляд, далеко не тривиальна, поскольку почва находится под воздействием множества непрерывно изменяющихся факторов, часть из которых может влиять на её качества диаметрально противоположным образом. Полученные результаты, рассмотренные с позиции естественных сукцессий биогеоценозов, могут быть не банальными и дать толчок дальнейшим размышлениям и обобщениям.

**Объекты и методика исследования.** В качестве объекта исследования был выбран лесопарк «Дубовая роща», расположенный в непосредственной близости от г. Йошкар-Ола в пойменной части большой излучины реки Малая Кокшага. Выбор этого объекта, общая площадь которого составляет 150 га, не был случайным и определялся разнообразием породного состава лесных биогеоценозов, часть из которых возникла или была создана искусственно на месте коренных пойменных лугов, выравниваемостью рельефа и однотипностью почвенно-экологических условий в пределах всей его территории. Средняя дата весеннего половодья приходится на 14 апреля, изменяясь по годам от 30 марта до 29 апреля (Демаков,

2013). Максимум половодья отмечается в среднем 17 апреля, изменяясь от 31 марта до 2 мая, а его общая продолжительность варьирует от 3 до 14 дней. Довольно часто река вообще не выходит из границ коренных берегов, т.е. половодья фактически не бывает. Связь между параметрами половодья и запасом воды в почве не выявлена. Территория лесопарка входит в состав Ветлужско-Унжинской провинции лесной зоны Русской равнины подзоны широколиственных лесов (Курнаев, 1973), климат которой умеренно-континентальный (Агроклиматические ресурсы, 1972), средняя годовая температура воздуха равна  $+3,3^{\circ}\text{C}$ , зимой иногда отмечаются морозы до  $-46^{\circ}\text{C}$ , а летом она может подниматься до  $+38^{\circ}\text{C}$ . Сумма температур выше  $+10^{\circ}\text{C}$  составляет  $1900-2200^{\circ}$ , а средняя продолжительность периода с температурой воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$  – 208 дней. За год в среднем выпадает 475...550 мм осадков, из которых 54 % (37-70 %) приходится на вегетационный период (май-сентябрь). Гидротермический коэффициент изменяется по годам от 0,3 до 2,7, составляя в среднем 1,1-1,2.

Материал собран в 11 различных экотопах. В каждом из них, согласно Программе и методике биогеоценотических исследований (1966), проведено подробное описание растительности, выкопаны почвенные разрезы, сделано полное их морфологическое описание и взяты образцы из разных горизонтов для оценки физико-химических параметров почвы. Для проведения детальных стационарных исследований выбрано пять экотопов, представляющих собой разные стадии замещения луговых фитоценозов лесными, изменивших в той или иной степени в процессе своего развития исходное состояние аллювиально-луговой легкоглинистой почвы на карбонатном глинистом аллювии.

*Пробная площадь № 1* заложена на большой лесной поляне, покрытой густым и разнообразным травяным покровом, в состав которого входит 52 вида растения. Доминирующим видом является манжетка обыкновенная, содоминирующими – василек луговой, ежа сборная, осока колючковатая, овсяница красная и тысячелистник обыкновенный. В 2013 году произошли существенные изменения состава растительности и резко возросла продуктивность фитоценоза. Почва на участке аллювиально-луговая слабо дифференцированная легкоглинистая на карбонатном глинистом аллювии.

*Пробная площадь № 2* заложена в культурах лиственницы сибирской, созданных в 1959 году на подобной лесной поляне. В 2012 году запас древостоя составил  $386 \text{ м}^3/\text{га}$ , полнота – 0,90, средняя высота – 20,1 м, средний диаметр деревьев – 19,0 см. Подлесок густой высотой до 3 м, состоящий из вяза, черемухи и рябины. Травяной покров редкий, состоящий из 30 видов растений, доминирует среди которых крапива двудомная. Содоминантами являются гравилят речной, будра плющевидная и полевица собачья.

*Пробная площадь № 3* заложена в культурах тополя бальзамического, созданных в 1951 году на лугу. В 2012 году запас древостоя составил  $764 \text{ м}^3/\text{га}$ , полнота – 0,95, средняя высота – 32,0 м, средний диаметр деревьев – 24,0 см. Подлесок густой высотой до 5 м, состоящий из липы, вяза, черемухи и рябины. Травяной покров редкий, состоящий из 29 видов растений,

доминирует среди которых вербейник монетный. Содоминантами являются гравилят речной, подмаренник мареновидный и осока острая.

*Пробная площадь № 4* заложена в 65-летнем древостое естественного происхождения состава 6Ос3Лп1Д, возникшем на месте редкостойной дубравы и постепенно переходящий в липняк с пихтой. В 2003 году его запас составил 385 м<sup>3</sup>/га, полнота – 0,90, средняя высота – 22,3 м, средний диаметр деревьев – 17,6 см. Подрост средней густоты высотой до 3-5 м, состоящий из липы и пихты сибирской. Подлесок средней густоты, состоящий из рябины, черемухи, жимолости и бересклета. Травяной покров средней густоты, состоящий из 24 видов растений, доминирует среди которых сныть обыкновенная. Содоминантами являются медуница, чина луговая, щитовник мужской, ландыш майский и хвощ лесной.

*Пробная площадь № 5* заложена в разновозрастном дубово-липовом древостое естественного происхождения составом 6Д4Лп, ед. Ос и полнотой 0,70. Средний возраст деревьев дуба составляет 150 лет, липы – 65, запас древостоя – 320 м<sup>3</sup>/га, средняя высота – 24,6 м. Подлесок средней густоты высотой до 4-5 м, состоящий из лещины, рябины, жимолости и бересклета. Травяной покров средней густоты, состоящий из 25 видов растений, среди которых доминирует сныть обыкновенная. Содоминантами являются медуница и щитовник мужской.

В этих экотопах в июне 2014 года была измерена температура почвы на глубине 20 см, а в 2002, 2014 и 2015 гг. взяты образцы из разных слоев для оценки её влажности. В 2014 году с помощью пробоотборника объемом 275,9 см<sup>3</sup> были взяты образцы почвы из двух слоев (0-10 и 10-20 см без учета подстилки) в 3-5 точках для определения валового содержания в них органического вещества и различных зольных элементов.

Отобранные сводные образцы почвы перед проведением анализа дополнительно разделяли на три части, каждую из которых использовали для оценки всех физических и химических параметров в качестве отдельной повторности. Гранулометрический состав почв определяли в лаборатории Поволжского государственного технологического университета на лазерном анализаторе размеров частиц Analysette 22 Micro Tecplus. Химический анализ образцов проводили по типовым методикам (ГОСТ 11623-89; 26212-91; 26213-91; 26423-85; 26487-85; 26951-86; 278947-88; 54650-2011; Методы..., 1987; Методика..., 2007). Для оценки валового содержания металлов в почве её высушивали в шкафу при температуре 105±2°C до постоянной массы, взвешивали на электронных весах VibraHT/HTR-120E (ShinkoDensy, Japan, 2008) с точностью до 0,0001 г, измельчали, помещали в фарфоровые тигли и озолняли в муфельной печи в течение 8 часов при температуре 500 ± 10°C. После озолнения тигли помещали в эксикаторы с безводным хлоридом кальция для охлаждения, а затем определяли потери при прокаливании. Прокаленные остатки почвы растворяли в смеси кислот, состоящей из 1 мл концентрированной химически чистой азотной и 3 мл концентрированной особо чистой соляной. Полученные растворы пропускали через обеззоленные фильтры в мерные колбы и разбавляли дистиллированной водой, доводя объем до 25 мл. Определение содержания

в золе ионов металлов проводили на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 400 (PerkinElmer, USA, 2008) методом градуировочного графика, для построения которого использованы государственные стандартные образцы растворов. Всю мерную посуду (пипетки, колбы) предварительно откалибровали по дистиллированной воде. Стандартные калибровочные растворы и растворы исследуемых образцов вводили в пламя горелки последовательно через распылитель. В качестве горючего газа использовали ацетилен, окислителя – воздух, а калибровочного раствора – 0,1 М раствор  $\text{HNO}_3$ . Каждую пробу анализировали на спектрометре три раза и вычисляли среднее значение по образцу.

Обработку цифрового материала провели на ПК с использованием стандартных методов математической статистики (Дмитриев, 1972; Доспехов, 1979; Афифи, Эйзен, 1982) и пакетов соответствующих прикладных программ.

**Результаты и обсуждение.** Анализ материала показал, что все основные параметры почвы довольно сильно варьируют как в градиенте глубины, так и между экотопами в пределах одного горизонта (табл. 4.70, рис. 4.34-4.37). Меньше всего изменяется содержание в почве пылевых частиц, значений рН и степени насыщенности основаниями. Наиболее же сильно варьируют значения гидролитической кислотности, особенно в иллювиальном и подстиляющем горизонтах, а также содержания подвижных соединений калия и фосфора. Довольно сильно изменяется между экотопами содержание в иллювиальном горизонте гумуса.

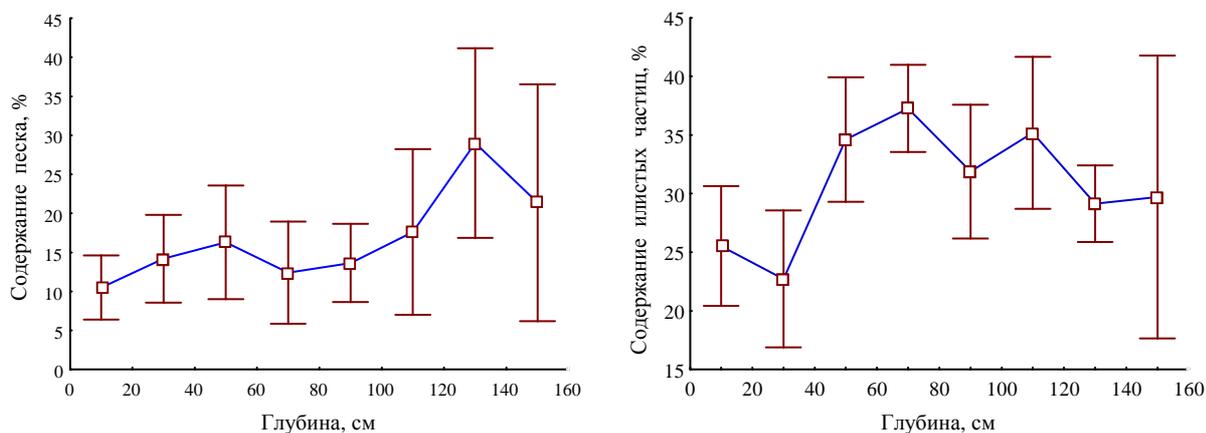
Таблица 4.70

## Среднее значение и изменчивость параметров почвы в различных её горизонтах

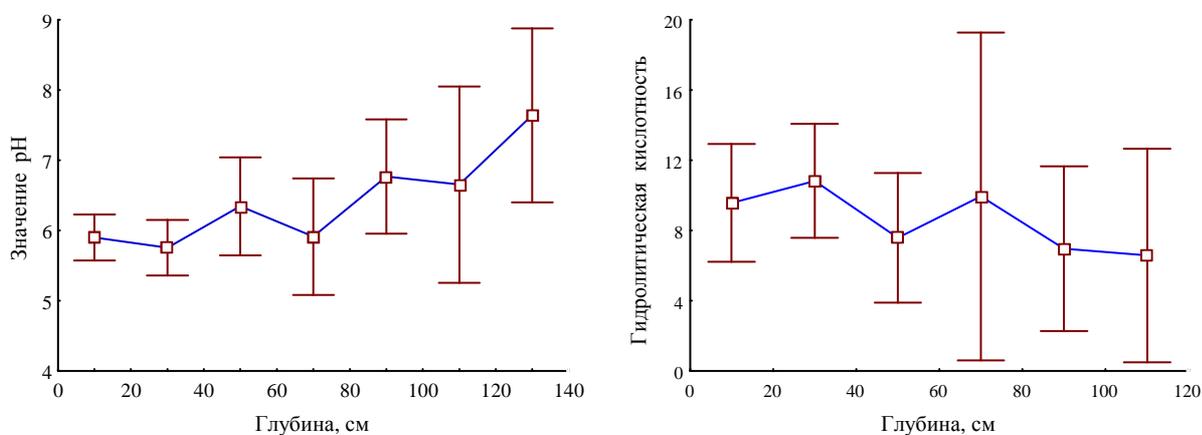
Параметр	Статистические показатели параметров почвы*				
	$M_x$	min	max	$S_x$	V, %
Гумусово-элювиальный горизонт					
Нижняя граница горизонта, см	49	25	70	12,9	26,3
Содержание песка, %	12,6	2,9	26,8	6,8	53,5
Содержание пыли, %	62,9	54,7	79,1	8,08	12,8
Содержание ила и коллоидов, %	24,5	14,1	36,3	7,9	32,3
рН водной вытяжки	5,93	5,16	7,20	0,63	10,7
рН солевой вытяжки	4,40	3,72	6,10	0,72	16,3
Гидролитическая кислотность, мг/экв. на 100 г	9,11	3,81	18,4	4,5	49,3
Сумма обменных оснований, мг/экв. на 100 г	31,7	17,2	47,3	9,5	29,9
Степень насыщенности основаниями, %	75,8	51,5	92,8	13,0	17,1
Содержание гумуса, %	3,67	1,25	6,03	1,66	45,2
Содержание $\text{K}_2\text{O}$ , мг / 100 г	12,0	2,5	24,3	7,8	65,3
Содержание $\text{P}_2\text{O}_5$ , мг / 100 г	5,3	0,1	18,4	6,2	117,0
Иллювиальный горизонт					
Нижняя граница горизонта, см	138	100	170	19,9	14,4
Содержание песка, %	17,7	5,4	32,5	7,9	44,6
Содержание пыли, %	48,8	40,5	57,0	4,7	9,6
Содержание ила и коллоидов, %	33,5	27,8	44,0	4,5	13,4
рН водной вытяжки	6,60	4,84	7,74	0,90	13,7
рН солевой вытяжки	5,10	3,33	6,70	1,10	21,5
Гидролитическая кислотность, мг/экв. на 100 г	7,27	1,56	22,7	7,3	100,6
Сумма обменных оснований, мг/экв. на 100 г	32,2	25	46,3	6,2	19,2
Степень насыщенности основаниями, %	85,5	62,6	97,3	10,5	12,2
Содержание гумуса, %	0,48	0,07	1,25	0,39	81,2
Содержание $\text{K}_2\text{O}$ , мг / 100 г	13,3	2,75	26,4	9,1	68,8
Содержание $\text{P}_2\text{O}_5$ , мг / 100 г	11,1	0,13	29,5	10,0	89,6

Параметр	Статистические показатели параметров почвы*				
	$M_x$	min	max	$S_x$	V, %
Подстилающий горизонт					
Содержание песка, %	21,0	3,6	39,4	11,0	52,4
Содержание пыли, %	46,8	33,8	74,6	10,5	22,4
Содержание ила и коллоидов, %	32,2	26,8	42,9	6,0	18,6
pH водной вытяжки	7,55	4,92	8,70	1,13	15,0
pH солевой вытяжки	6,35	3,47	8,14	1,39	22,0
Гидролитическая кислотность, мг/экв. на 100 г	4,06	0,2	27,0	7,8	191,6
Сумма обменных оснований, мг/экв. на 100 г	33,9	22,4	52,8	8,8	25,9
Степень насыщенности основаниями, %	92,1	66,2	98,6	9,3	10,1
Содержание $K_2O$ , мг / 100 г	11,6	4,0	23,0	7,9	68,4
Содержание $P_2O_5$ , мг / 100 г	15,2	0,10	35,6	12,9	85,2

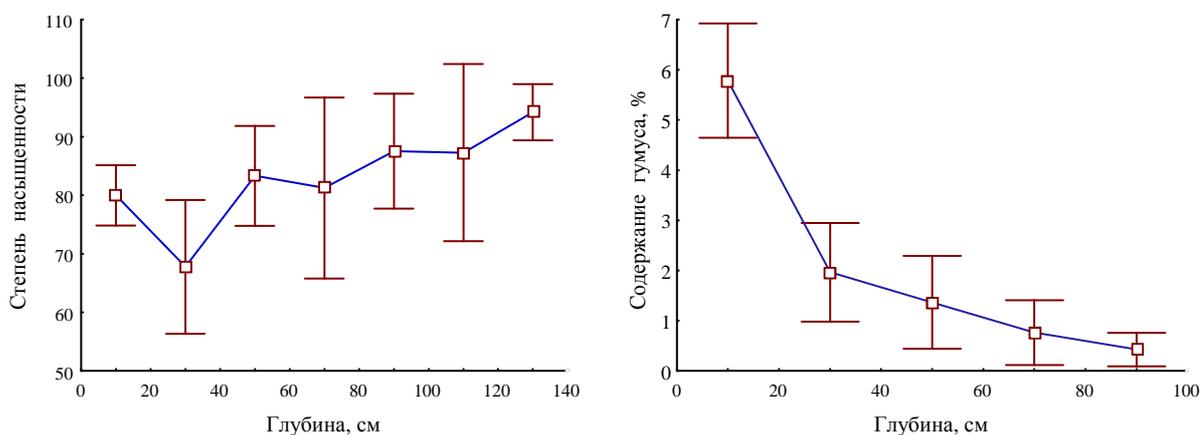
**Примечание:**  $M_x$ , min, max – среднее, минимальное и максимальное значения параметра в выборке;  $S_x$  – среднее квадратическое отклонение параметра, V – коэффициент вариации параметра.



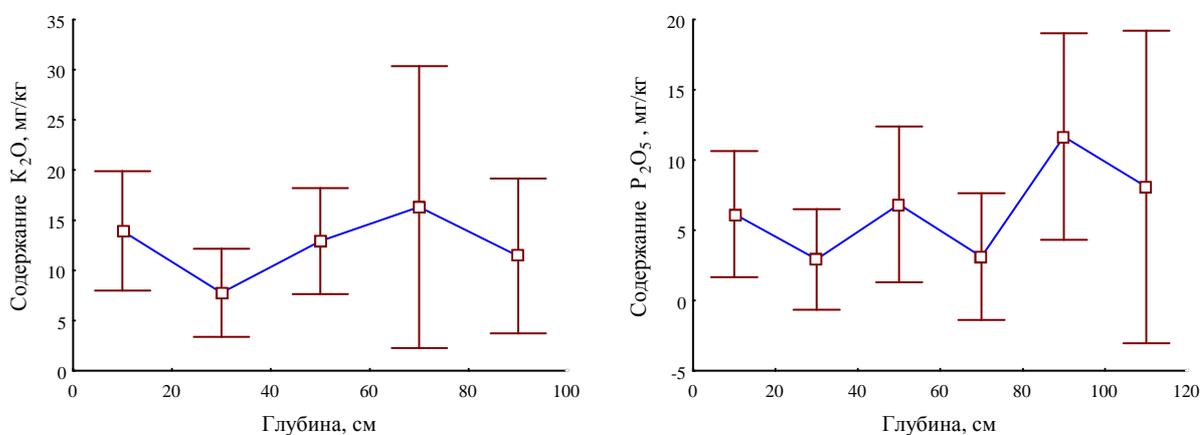
**Рис. 4.34.** Изменение содержания песчаных и илстых частиц по профилю почвы (среднее арифметическое значение параметра и отклонение от него при  $P = 0,95$ ).



**Рис. 4.35.** Изменение значений pH водной вытяжки и гидролитической кислотности по профилю почв.



**Рис. 4.36.** Изменение степени насыщенности почвы основаниями и содержания в ней гумуса по глубине.



**Рис. 4.37.** Изменение содержания в почве подвижных соединений калия и фосфора с её глубиной.

В изменении значений многих параметров почвы по градиенту её глубины, как свидетельствуют приведенные данные, отмечаются определенные тренды. Так, содержание в почве песчаных частиц до глубины 50 см возрастает, потом резко падает, а затем постепенно увеличивается, достигая максимума на границе иллювиального горизонта и подстилающей породы. Содержание илистых частиц вначале снижается, опускаясь до минимума на глубине 30 см, потом постепенно возрастает, достигая максимума на глубине 70 см, а затем скачкообразно снижается. Значения рН почвы по градиенту глубины неуклонно возрастают, а гидролитической кислотности, наоборот, снижаются, что свидетельствует о постепенном увеличении щелочности среды, достигающей максимума в подстилающем горизонте, образованном пермскими глинами, насыщенными соединениями кальция, вскипающими под действием соляной кислоты. Степень насыщенности почв основаниями минимальна на глубине 30 см, а максимальна в подстилающей породе.

Содержание подвижного калия минимально на глубине 30 см, что связано, возможно, с расположением в этом горизонте сосущих корней растений. Максимум содержания калия отмечается на глубине 70 см. В содержании подвижного фосфора отмечается два минимума,

один из которых находится на глубине 30, а другой 70 см. Максимум же наблюдается на глубине 90 см. Особенно четко изменяется с глубиной ( $X$ , см) содержание гумуса в почве ( $Y$ , %), которое неуклонно снижается вниз по профилю, что описывает следующее уравнение регрессии:

$$Y = 7,84 \cdot \exp(-42,75 \cdot 10^{-3} \cdot X) + 0,27; R^2 = 0,652; p < 0,001.$$

Значения большинства параметров состояния почвы слабо связаны между собой (табл. 4.71). Тесная корреляция отмечается только между показателями рН, гидролитической кислотности и степени насыщенности почв основаниями, значения которых изменяются синхронно (рис. 4.38), что указывает на их информационную равнозначность в анализе факторов почвообразования. Особого внимания заслуживает характер изменения по профилю почв значений индексов кислотности, представляющих собой отношение между актуальной, потенциальной и обменной кислотностью, вычисляемых по формулам:

$$I_{pH} = 100 \cdot 10^{-pH_{вод.}} / 10^{-pH_{соль}}$$

$$ИГК = ГК_{факт.} / \{29,74 \cdot \exp[-0,967 \cdot (pH_{вод.} - 4,5)]\}$$

Значение индекса рН имеет два минимума, первый из которых отмечается на глубине 30 см (рис. 4.39), что связано, возможно, с расположением в этом горизонте сосущих корней растений, а второй – на глубине 70 см. Максимум же отмечается в самом верхнем горизонте почвы и в подстилающей породе. Минимум значений индекса гидролитической кислотности отмечается на глубине 70 см, а максимум – на глубине 110 см. Значения этих параметров в каждом экотопе изменяются по-разному, оставляя свой характерный «след» в соответствующей системе координат (рис. 4.40).

Таблица 4.71

**Матрица коэффициентов корреляции между значениями основных параметров почвы**

Параметр	Значение коэффициента корреляции между параметрами								
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
1. Содержание ила	1,000								
2. Содержание глины	0,408	1,000							
3. Содержание гумуса	-0,189	0,434	1,000						
4. рН <sub>вод</sub>	0,087	-0,466	-0,255	1,000					
5. рН <sub>соль</sub>	0,111	-0,314	-0,133	<b>0,937</b>	1,000				
6. ГК	0,120	0,487	0,130	<b>-0,769</b>	<b>-0,697</b>	1,000			
7. Содержание Са+Mg	0,401	<b>0,625</b>	0,380	-0,010	0,114	0,269	1,000		
8. СНО	0,263	-0,089	-0,032	<b>0,756</b>	<b>0,732</b>	<b>-0,751</b>	0,253	1,000	
9. Содержание К <sub>2</sub> О	0,041	-0,142	0,060	0,128	0,073	-0,360	-0,147	0,319	1,000
10. Содержание Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub>	0,027	-0,288	-0,132	0,533	0,451	-0,490	-0,209	0,451	0,404

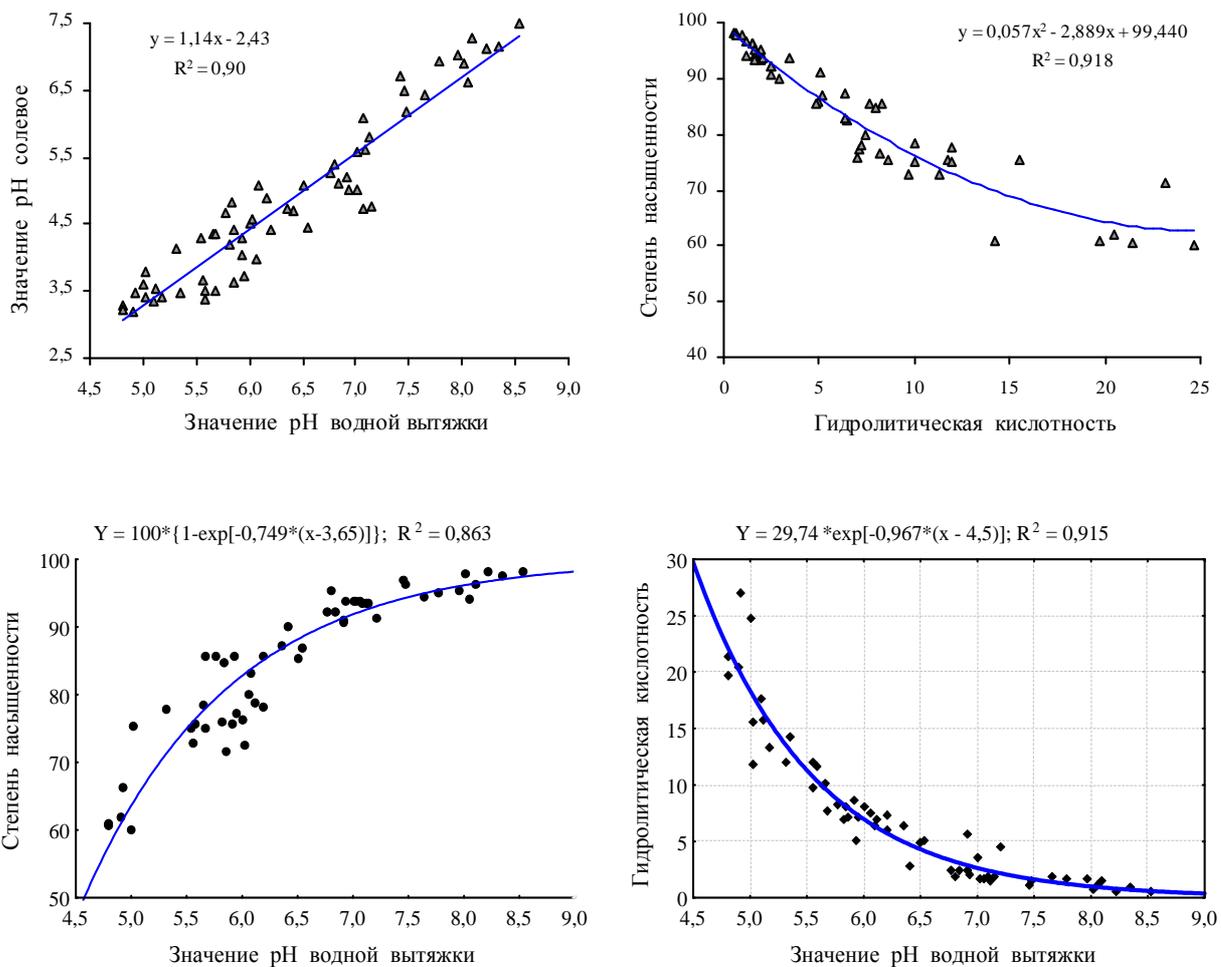


Рис. 4.38. Характер связи между значениями некоторых параметров почвы.

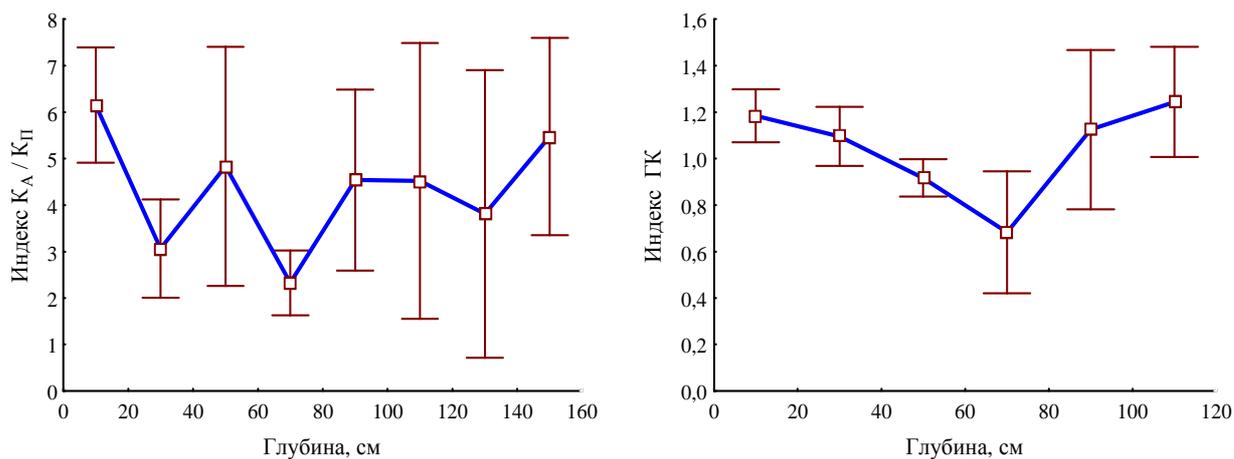
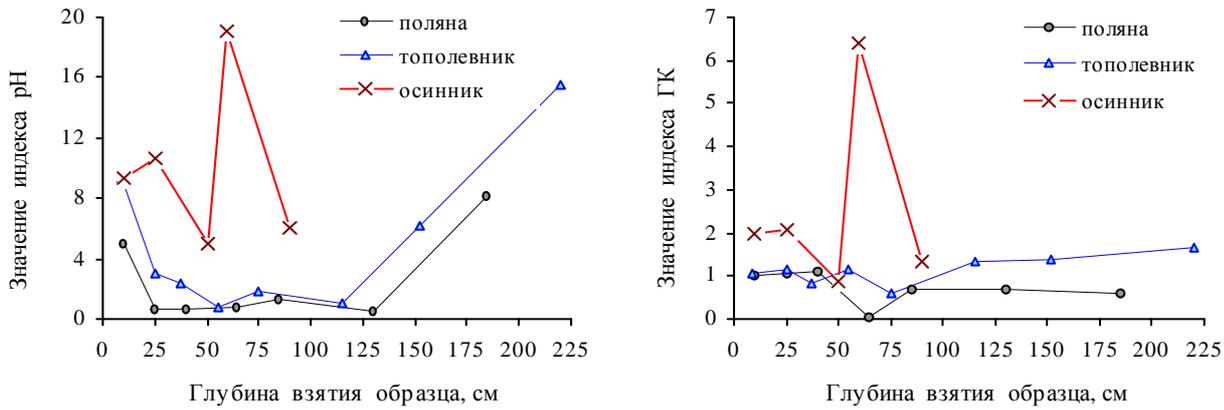


Рис. 4.39. Изменение значений индексов pH и ГК в почве с её глубиной.



**Рис. 4.40. Характер изменения значений индексов рН и гидролитической кислотности почв в разных экотопах лесопарка «Дубовая роща».**

Причиной вариабельности значений всех параметров почвы являются пойменные процессы, связанные с отложением аллювия, а также растительность и другие организмы, оказывающие совместно мощное воздействие на почвообразование. Попытаемся же оценить их роль в каждом конкретном экотопе.

Исследования показали, что под влиянием древесной растительности изменились практически все морфометрические и физико-химические параметры луговой аллювиальной почвы (табл. 4.72). Особенно значительные изменения произошли в осиннике, где сформировался мощный гумусово-элювиальный горизонт, содержащий больше, чем в других экотопах илистых частиц, гумуса, обменных оснований, подвижных соединений калия и фосфора. Значения рН и степени насыщенности основаниями здесь также самые высокие, что связано с большим содержанием в опаде соединений кальция (Демаков и др., 2013), нейтрализующих органические кислоты, выделяющиеся в процессе разложения подстилки. Вторую ранговую позицию по мощности гумусово-элювиального горизонта в порядке её убывания занимает дубово-липовый экотоп, однако почва в нем содержит гумуса и илистых частиц значительно меньше, чем в других лесных биогеоценозах. Несколько ниже мощность гумусового горизонта в культурах тополя бальзамического, хотя илистых частиц и гумуса содержится в нем гораздо больше. В луговом же экотопе мощность гумусового горизонта и значения остальных показателей плодородия почвы самые низкие. Невелика мощность этого горизонта и в культурах лиственницы сибирской, однако гумуса и илистых частиц в нем содержится гораздо больше.

Мощная почвообразующая роль осинника четко проявляется в гумусово-элювиальном горизонте, в котором содержание гумуса, а также подвижных соединений калия и фосфора больше, чем в других экотопах. Значения рН здесь также самые высокие, а содержание илистых частиц самое низкое. Несколько меньше гумуса содержит почва этого горизонта в дубово-липовом экотопе, однако значения гидролитической кислотности и суммы обменных оснований в ней больше, чем в других лесных биогеоценозах. В почве этого горизонта под

культурами тополя бальзамического содержание подвижного калия самое высокое, а подвижного фосфора, наоборот, самое низкое, что связано в определенной мере с более высокой, чем в других экотопах, кислотностью среды. Меньше всего гумуса содержится в луговом экотопе, почва которого имеет самое низкое значение pH. Невелико содержание гумуса и подвижного калия в почве иллювиального горизонта под культурами лиственницы сибирской, однако значения pH и степени насыщенности основаниями здесь самые высокие. Очень мало в этом экотопе значение гидролитической кислотности почвы.

Таблица 4.72

## Значения основных параметров почвы на модельных объектах в лесопарке «Дубовая роща»

Параметр	Среднее значение параметра в экотопе				
	№1	№2	№3	№4	№5
Гумусово-элювиальный горизонт					
Нижняя граница горизонта, см	36	37	42	62	52
Содержание частиц диаметром 0,5-0,05 мм, %	26,8	16,4	18,9	9,4	14,3
Содержание частиц диаметром 0,05-0,001 мм, %	58,0	61,1	59,7	54,4	71,6
Содержание частиц диаметром < 0,001 мм, %	15,2	22,5	21,4	36,2	14,1
Содержание гумуса, %	1,98	3,28	3,93	5,78	2,38
pH водное	5,89	6,10	5,97	7,20	5,32
pH солевое	3,96	4,47	4,40	6,10	4,00
Гидролитическая кислотность, мг/экв. на 100 г	7,88	7,86	6,99	3,89	12,5
Сумма обменных оснований, мг/экв. на 100 г	17,2	26,2	24,0	47,3	28,3
Степень насыщенности основаниями, %	64,1	77,3	77,4	92,8	51,5
Содержание K <sub>2</sub> O, мг/100 г	2,50	2,75	17,8	15,9	4,57
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г	следы	5,50	0,50	7,17	3,36
Иллювиальный горизонт					
Нижняя граница горизонта, см	137	125	170	130	125
Содержание частиц диаметром 0,5-0,05 мм, %	13,9	13,3	26,5	28,4	17,4
Содержание частиц диаметром 0,05-0,001 мм, %	51,8	52,5	40,5	47,3	51,0
Содержание частиц диаметром < 0,001 мм, %	34,3	34,2	33,0	24,3	31,6
Содержание гумуса, %	0,07	0,14	0,17	0,29	0,24
pH водное	6,38	7,74	6,50	7,54	7,25
pH солевое	4,56	6,70	4,56	6,57	6,18
Гидролитическая кислотность, мг/экв. на 100 г	4,51	1,56	4,63	6,58	9,71
Сумма обменных оснований, мг/экв. на 100 г	31,0	30,2	31,3	31,0	37,3
Степень насыщенности основаниями, %	86,2	97,3	87,9	83,6	87,6
Содержание K <sub>2</sub> O, мг/100 г	3,75	2,75	23,0	18,5	4,50
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г	6,75	8,57	2,10	23,4	5,57
Подстиляющий горизонт					
Содержание частиц диаметром 0,5-0,05 мм, %	27,2	17,2	23,8	3,7	19,8
Содержание частиц диаметром 0,05-0,001 мм, %	42,9	50,5	44,7	74,6	47,9
Содержание частиц диаметром < 0,001 мм, %	29,9	42,9	31,5	21,7	39,8
pH водное	8,53	8,70	8,23	8,06	7,96
pH солевое	7,59	8,14	7,22	6,89	7,04
Гидролитическая кислотность, мг/экв. на 100 г	0,61	0,20	1,25	1,90	1,60
Сумма обменных оснований, мг/экв. на 100 г	31,2	34,0	40,0	32,0	32,7
Степень насыщенности основаниями, %	98,1	98,6	97,0	94,4	95,3
Содержание K <sub>2</sub> O, мг/100 г	4,00	5,00	5,57	23,0	5,00
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г	7,15	5,80	следы	23,0	8,00

**Примечание:** здесь и далее – экотоп № 1 – луг; № 2 – культуры лиственницы; № 3 – культуры тополя бальзамического; № 4 – осинник; № 5 – дубово-липовый древостой.

Высокое плодородие гумусового и иллювиального горизонтов почвы в осиннике связано, возможно, со свойствами в этом экотопе подстиляющего горизонта, который содержит

очень много глины и пылевых частиц, а также подвижных соединений калия и фосфора. Меньше всего глины, калия и обменных оснований содержит почва этого горизонта в луговом экотопе, а фосфора – под культурами тополя.

Почвообразующую роль растительности более четко отражают не абсолютные значения показателей, а величина их отношения между различными генетическими горизонтами, характеризующая направленность и скорость изменения по градиенту профиля. Расчеты показали, что вымывание илистых частиц из гумусово-элювиального горизонта в иллювиальный, образующихся в результате гидролиза силикатов, быстрее всего происходит в луговом экотопе, что приводит к увеличению доли песка в верхнем слое почвы и её снижению в нижнем (табл. 4.73). В дубо-липняке скорость вымывания ила та же самая, но пыль разрушается и вымывается медленнее, чем в других экотопах. Наиболее медленно процесс вымывания илистых частиц протекает в осиннике, а в культурах лиственницы и тополя его скорость практически одинакова. Чем выше значение рН среды, тем медленнее идет вымывание ила из гумусово-элювиального горизонта в иллювиальный.

Таблица 4.73

**Значения основных параметров почвы в гумусово-элювиальном горизонте по отношению к иллювиальному на модельных объектах в лесопарке «Дубовая роща»**

Параметр	Отношение значений параметров в экотопах				
	№1	№2	№3	№4	№5
Содержание частиц диаметром 0,5-0,05 мм	1,92	1,23	0,71	0,33	0,82
Содержание частиц диаметром 0,05-0,001 мм	1,12	1,16	1,47	1,15	1,41
Содержание частиц диаметром < 0,001 мм	0,44	0,66	0,65	1,49	0,45
Содержание гумуса	25,0	25,0	25,0	20,0	10,0
рН водное	0,92	0,79	0,92	0,95	0,73
рН солевое	0,87	0,67	0,96	0,93	0,65
Гидролитическая кислотность	1,75	5,00	1,52	0,59	1,28
Сумма обменных оснований	0,55	0,87	0,77	1,54	0,76
Степень насыщенности основаниями	0,74	0,79	0,88	1,11	0,59
Содержание K <sub>2</sub> O	0,67	1,00	0,77	0,86	1,02
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,64	0,24	0,31	0,60

При оценке влияния древесной растительности на процесс развития почвы особенно важно, с позиции биогеоценологии, определить скорость накопления в ней гумуса, его последующего разрушения до минеральных составляющих и вымывания их в нижние слои. Этот процесс может быть охарактеризован в определенной мере валовым содержанием гумуса в биогеоценозе и характером изменения её величины по градиенту профиля, которое, как показали проведенные нами расчеты, подчиняется закону экспоненциального убывания, отображаемого уравнением Ципфа-Парето  $Y = K \cdot \exp(-a \cdot X^b)$ , описывающего суть практически всех происходящих в природе процессов распада, разложения и рассеивания (Демаков, 2000). Все параметры этого уравнения имеют конкретный биофизический смысл:  $K$  – значение величины оцениваемого свойства объекта в нулевой точке градиента,  $a$  – скорость снижения величины показателя в градиенте пространства (оно может быть выражено в единицах длины или времени), которая зависит от сопротивления среды;  $b$  – проникающая способ-

ность оцениваемой субстанции, зависящая от её активности. В каждом экотопе содержание гумуса в почве изменяется с глубиной сугубо специфически, что объективно отражают значения параметров полученных математических моделей (табл. 4.74). Так, значение  $K$ , соответствующее содержанию гумуса в почве непосредственно под подстилкой, наиболее велико в культурах лиственницы и дубово-липовом экотопе. В луговом же экотопе и в осиннике оно минимально. Содержание же гумуса в градиенте профиля почвы изменяется быстрее всего в дубо-липняке, а наиболее медленно в осиннике, в котором скорость его проникновения в нижние слои самая высокая.

Таблица 4.74

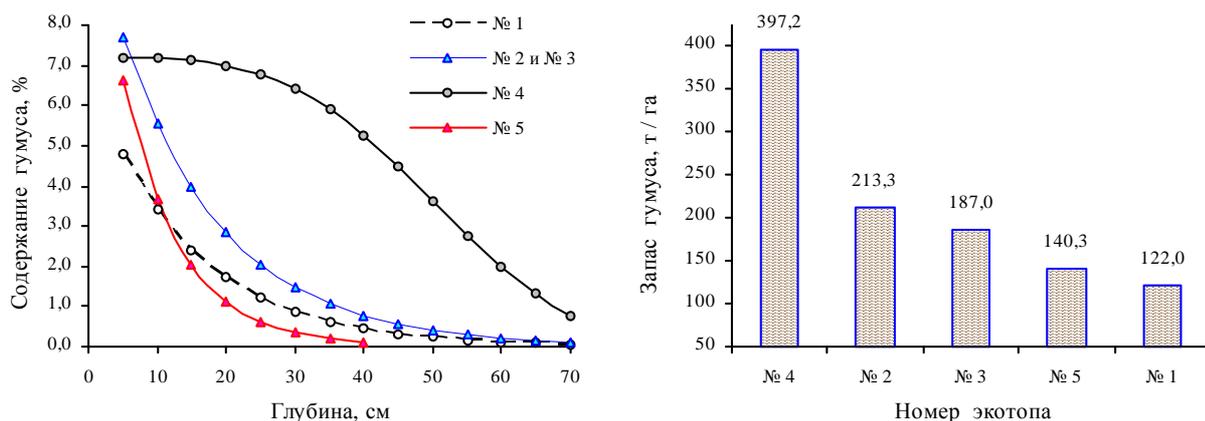
**Значение параметров математической модели Ципфа-Парето, описывающей процесс изменения содержания гумуса по градиенту глубины профиля в различных экотопах**

Экотоп	Значение параметров уравнения $Y = K \cdot \exp(-a \cdot X^b)$				
	K	a	b	R <sup>2</sup>	p
№ 1, луг	6,70	$67,78 \cdot 10^{-3}$	1,00	0,978	p < 0,001
№ 2, культуры лиственницы	12,15	$70,83 \cdot 10^{-3}$	1,00	0,990	p < 0,001
№ 3, культуры тополя	9,32	$60,40 \cdot 10^{-3}$	1,00	0,896	p < 0,01
№ 4, осинник	7,20	$7,73 \cdot 10^{-7}$	3,50	0,981	p < 0,001
№ 5, дубо-липняк	11,97	$118,5 \cdot 10^{-3}$	1,00	0,982	p < 0,001

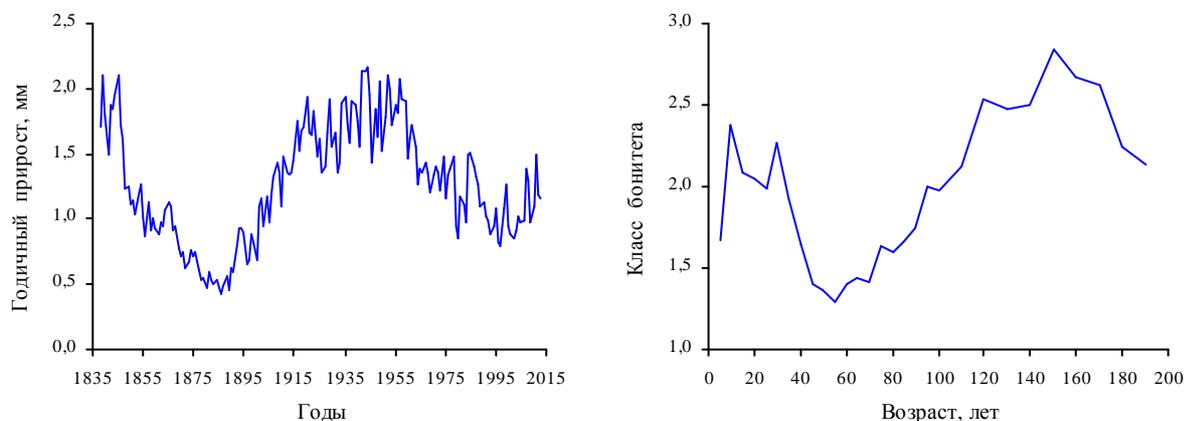
**Примечание:**  $Y$  – содержание гумуса в почве соответствующего экотопа, %;  $X$  – глубина, которой соответствует это значение, см.

Полученные уравнения позволяют рассчитать валовое содержание гумуса в пределах любого слоя почвы различных экотопов и сравнить их между собой. Расчеты показали, что первое место в ранговом ряду по массе депонированного гумуса, содержащейся в метровом слое почвы и, следовательно, воздействия на процесс её преобразования, занимают осинники, превосходящие дубово-липовые и луговые биогеоценозы в 2,8-3,3 раза (рис. 4.41). Столь необычный результат объясняется преобладанием в осиннике, который представляет собой пионерную стадию сукцессии лесных экосистем, процесса накопления гумуса в результате очень высоких темпов образования массы органического вещества и опада над его разрушением в почве, отличающейся самой низкой биологической активностью (Шарафутдинова, Шарафутдинов, 2002). В зрелом дубово-липовом биогеоценозе, находящемся в сукцессионном ряду на значительно более высокой стадии, процесс разрушения гумуса в результате деятельности почвенной биоты и корней растений преобладает над его накоплением, что приводит к истощению его запасов и постепенной утрате плодородия почвы. Этим объясняется, вероятно, современная деградация дубрав, отмечающаяся в пределах практически всего ареала их распространения (Калиниченко, 2000; Царалунга, 2002; Сазонов, 2014). Содержание гумуса в почвах лесных биогеоценозов не остается постоянным в ходе сукцессий, а циклически изменяется, подчиняясь определенным внутренне обусловленным ритмам, четко проявляющимся, как нами было установлено (Демаков и др., 2015), в длинноволновых коле-

баниях величины радиального годичного прироста деревьев и класса бонитета древостоев (рис. 4.42), абсолютно не связанных с изменениями погодных условий. Справедливость этого положения, которое является пока всего лишь красивой гипотезой, могут доказать или опровергнуть дальнейшие исследования с привлечением более обширного материала. Небольшой запас гумуса в почве лугового экотопа объясняется сбалансированностью процессов его накопления и разрушения, а также низкой продуктивностью фитоценоза. В культурах лиственницы и тополя, являющихся молодыми в сукцессионном отношении биогеоценозами, процесс накопления гумуса преобладает в настоящее время над процессом его разрушения.



**Рис. 4.41.** Характер изменения содержания гумуса в почве различных экотопов по градиенту её глубины и его запасы в верхнем метровом слое.



**Рис. 4.42.** Динамика радиального годичного прироста деревьев дуба в пойменных лесах заповедника «Большая Кокшага» и класса бонитета дубово-липовых древостоев в Марийском нагорном Предволжье.

Во всех экотопах, кроме осинника, гидролитическая кислотность снижается по градиенту профиля, и особенно быстро это происходит в культурах лиственницы. Сумма же обменных оснований и степень насыщенности ими почвы снижаются лишь в осиннике, а в остальных экотопах с глубиной возрастают. Наиболее значительное возрастание первого из этих параметров почвы отмечается на лугу, а второго – в дубово-липовом экотопе. Значения этих параметров почвы изменяются между горизонтами в экотопах не совсем синхронно с изменениями значений pH среды, возрастающих с глубиной во всех экотопах. Медленнее всего

это происходит в осиннике и культурах тополя бальзамического. Быстрее же всего величина рН возрастает в культурах лиственницы и дубово-липовом экотопе.

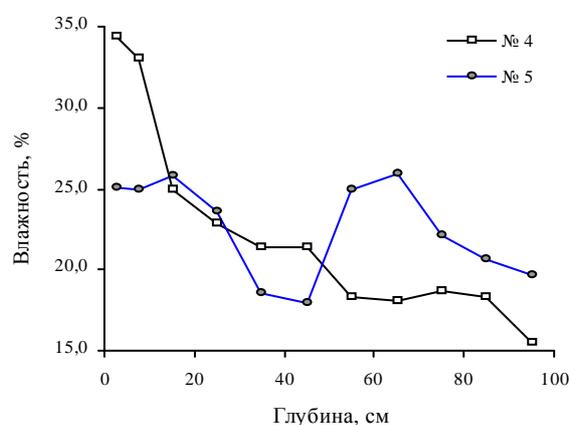
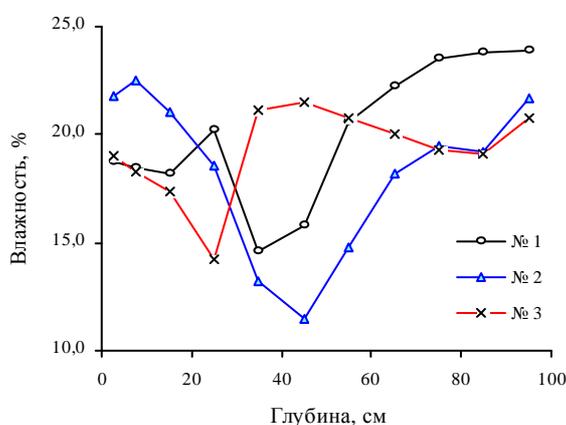
Содержание подвижного калия в культурах лиственницы и дубово-липовом экотопе в гумусово-элювиальном и иллювиальном горизонтах практически одинаково, а в остальных экотопах оно с глубиной возрастает, особенно на лугу. Содержание же подвижного фосфора во всех биотопах, особенно в луговом, увеличивается с глубиной, что связано, как нам представляется, с воздействием на минеральные и органические компоненты почвы корневых выделений растений, благодаря которым они переводят неподвижные соединения питательных веществ в легко усвояемые подвижные. На этот процесс дополнительно воздействуют, как нами было установлено (Демаков и др., 2015), кроновые экзометаболиты растений.

Скорость и направленность процесса развития почв во многом зависит, как известно, от температуры окружающей среды и количества поступающих осадков, которые определяют успешность жизнедеятельности почвенной биоты, интенсивность протекания биохимических процессов и перемещение веществ по градиенту профиля. Исследования показали, что во всех экотопах сложился свой сугубо специфический температурно-влажностный режим почв (табл. 4.75, рис. 4.43 и 4.44). Наиболее сильно прогревается верхний слой почвы на лугу, где температура почти на 3°C выше, чем под пологом лесных биогеоценозов. В культурах лиственницы она на 1°C выше, чем в лиственных древостоях.

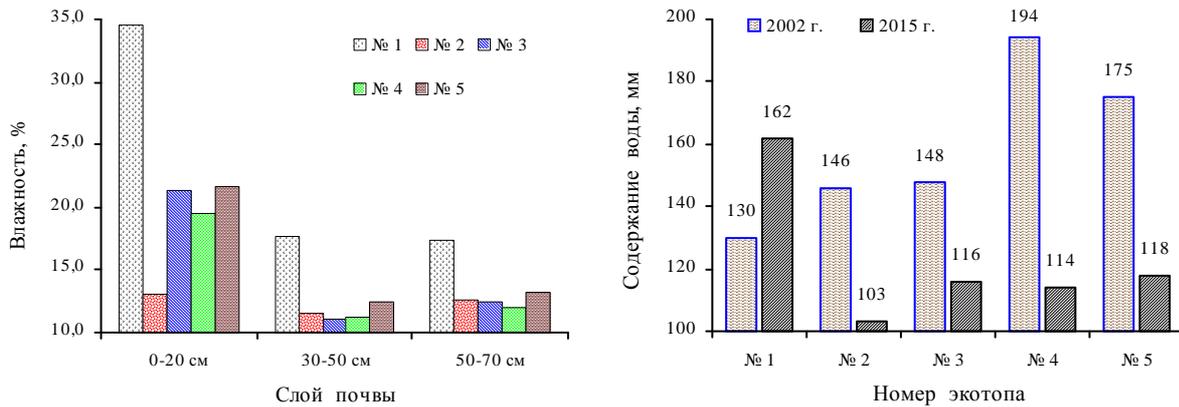
Таблица 4.75

**Результаты измерения температуры и влажности верхнего 20-см слоя почвы на модельных объектах в различных экотопах лесопарка «Дубовая роща»**

Параметр	Среднее значение параметра в экотопе				
	№1	№2	№3	№4	№5
Температура 4.06.2014 г., °С	16,8	15,1	14,0	14,1	14,0
Влажность 6.09.2002 г., %	17,2	21,8	18,2	30,8	25,3
Влажность 4.06.2014 г., %	16,1	16,4	18,2	19,7	22,4
Влажность 30.09.2015 г., %	34,4	13,1	21,4	19,5	21,6
Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	1,00	1,18	1,11	1,14	1,07



**Рис. 4.43. Характер изменения в экотопах влажности почвы по её профилю в сентябре сухого 2002 года.**



**Рис. 4.44. Характер изменения влажности почвы по её профилю в конце сентября 2015 г. и содержание воды в верхнем 70-см слое почвы в сентябре сухого 2002 и влажного 2015 гг. в различных экотопах.**

Влажность верхнего 20-см слоя почвы на лугу во все годы, кроме 2015, характеризующегося обилием летних осадков, была ниже, чем в лесных экотопах, особенно в осиннике и дубо-липняке. Влажность почвы на глубине 30-50 см в засушливом 2002 году была самой низкой в культурах лиственницы, а самой высокой – в осиннике и тополельнике. В сыром же 2015 году ситуация сменилась на диаметрально противоположную: влажность этого слоя почвы была самой низкой в осиннике и культурах тополя, а самой высокой – в луговом экотопе. На глубине 50-70 см влажность почвы в 2002 году самой низкой была в культурах лиственницы, а самой высокой – дубово-липовом экотопе. В 2015 году влажность этого слоя почвы была самой низкой в осиннике, а самой высокой – на лугу.

Расчеты показали, что запасы воды в верхнем 70-см слое почвы в 2002 году были самые высокие в осиннике (194 мм), а самые низкие – на лугу (130 мм). В сыром 2015 году на лугу они были, наоборот, самые высокие (162 мм), а в культурах лиственницы – самые низкие (103 мм). Во всех экотопах, кроме лугового, запасы воды были, как это ни странно, ниже чем в засушливом 2002 году. Этот парадокс связан с воздействием многих факторов, определяющих баланс между поступлением воды и её расходом в экотопах. Большое влияние на текущий запас воды в почве оказывает полог леса, задерживающий поступление атмосферных осадков, особенно слабых, которые преобладали в 2015 году. Он связан также с интенсивностью испарения её фитоценозами, которая во многом определяется скоростью продукционного процесса. Немаловажное значение на текущий запас воды оказывает её запас в предыдущем году, а также продолжительность половодья, обеспечивающего насыщение почвы влагой. В луговом экотопе, таким образом, почва в засушливые годы иссушается больше, чем в лесных, а особенно в осиннике. В годы же с обильными осадками она в первом из них, наоборот, увлажняется гораздо сильнее. В результате этого в экотопах формируются разные условия для развития почв и накопления в ней гумуса. Наиболее высокий запас гумуса в осиннике накопился в результате слабого разложения отмершего органического вещества в условиях низкой влажности почвы и высокой насыщенности её основаниями.

Анализ материала показал, что почва в лесопарке «Дубовая роща» характеризуется определенным составом зольных элементов, содержание которых довольно сильно варьирует между экотопами (табл. 4.76). Первое место в ранговом ряду элементов, расположенных в порядке снижения их содержания в почве, находится железо как один из главнейших компонентов литосферы (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). За ним следует кальций, содержание которого в почве ниже в 1,5-1,9 раза. Еще меньше содержится в почве калия (в 8,1-9,4 раза) и марганца (в 10,8-15,5 раза). Замыкают ранговых ряд зольных элементов медь, стронций и кадмий. Все элементы выстраиваются в следующий ранговый ряд: Fe>Ca>K>Mn>Zn>Ni>Cr>Pb>Co>Cu>Sr>Cd.

Таблица 4.76

## Среднее значение и изменчивость содержания зольных элементов в различных слоях почвы

Элемент	Значения статистических показателей						
	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	p
Слой почвы 0-10 см							
Fe	14115,8	6482,0	23140,0	4403,6	656,4	31,2	4,7
Ca	9086,6	2388,0	15271,0	4808,0	716,7	52,9	7,9
K	1740,0	1605,0	2034,0	98,7	14,7	5,7	0,8
Mn	910,1	380,6	1633,8	385,7	57,5	42,4	6,3
Zn	33,5	22,2	47,3	5,96	0,89	17,8	2,7
Ni	25,5	20,7	28,6	2,23	0,33	8,7	1,3
Cr	19,4	14,6	23,9	2,77	0,41	14,3	2,1
Pb	10,2	7,35	12,8	1,53	0,23	15,0	2,2
Co	6,10	3,20	8,50	1,32	0,20	21,6	3,2
Cu	5,13	3,63	7,96	1,49	0,22	29,0	4,3
Sr	3,95	2,88	5,49	0,89	0,13	22,5	3,4
Cd	0,26	0,09	0,50	0,09	0,01	34,9	5,2
Слой почвы 10-20 см							
Fe	16070,8	9688,0	29282,0	4843,3	722,0	30,1	4,5
Ca	8628,5	2172,0	16396,0	5352,2	797,9	62,0	9,2
K	1713,0	1536,0	1837,0	82,7	12,3	4,8	0,7
Mn	1479,2	511,7	3855,7	916,8	136,7	62,0	9,2
Zn	32,7	21,0	44,8	6,26	0,93	19,1	2,9
Ni	27,7	20,2	36,8	3,68	0,55	13,3	2,0
Cr	20,4	13,9	25,7	4,00	0,60	19,5	2,9
Pb	10,8	8,1	15,3	1,69	0,25	15,7	2,3
Co	7,74	5,02	13,01	2,19	0,33	28,3	4,2
Cu	4,90	3,30	7,17	1,07	0,16	21,9	3,3
Sr	3,11	2,18	3,90	0,52	0,08	16,7	2,5
Cd	0,21	0,09	0,39	0,08	0,01	35,7	5,3

Содержание всех зольных элементов, как свидетельствуют приведенные данные, довольно сильно варьирует на объекте исследования, что связано как с естественной пестротой почвенного покрова, так и влиянием растительности. Значения коэффициента вариации элементов тоже изменяется в очень больших пределах (4,8 до 62,0 %). Особенно сильно варьирует содержание в почве кальция и марганца. Наименее же вариабельно содержание калия и никеля. С глубиной содержание железа, никеля, хрома, свинца, кобальта и особенно марганца в целом немного возрастает, а кальция, калия, цинка, меди, стронция и кадмия, наоборот,

уменьшается, что связано с воздействием растительности на круговорот веществ в биогеоценозах, обуславливающей характер их распределения между различными слоями почвы (Кабата-Пендиас 1989). Определенное влияние на этот процесс оказывают аэральные выпадения, образующиеся в результате техногенной деятельности, пылевых бурь и сгорания в атмосфере метеоритов (Демаков и др., 2015). Наиболее значительно снижается с глубиной содержание в почве стронция и кадмия.

Ранговый ряд зольных элементов в разных экотопах в целом неизменен, однако содержание их в почве не одинаково (табл. 4.77). Наиболее сильно экотопы различаются между собой по содержанию железа, кальция и марганца. Так, в почве осинника меньше, чем в других экотопах, железа, никеля, хрома, свинца и кобальта, которых больше всего содержится в почве под культурами лиственницы. Содержание же кальция, который является основой растительных клеток, в осиннике, наоборот в 4,2 выше, чем в лиственничнике. По содержанию в почве марганца лидером являются культурами тополя, а меньше же всего этого элемента на лугу. Экотопы незначительно различаются между собой по содержанию в почве калия, многие соединения которого очень подвижны, и части микроэлементов, а особенно никеля.

Таблица 4.77

**Валовое содержание зольных элементов в почве разных экотопов**

Элемент	Содержание элементов в разных экотопах					F <sub>факт</sub>	НСР <sub>0,05</sub>
	№1	№2	№3	№4	№5		
Слой почвы 0-10 см							
Fe	13943,3	20331,0	11750,0	8504,4	16050,1	51,89	2664,9
Ca	11224,4	3462,3	12803,6	14428,4	3514,3	321,2	1251,5
K	1756,0	1755,9	1652,9	1739,4	1795,7	3,07	129,3
Mn	563,5	891,8	1283,8	795,9	1015,5	6,41	450,9
Zn	38,9	35,2	27,3	28,4	37,7	19,35	5,2
Ni	26,5	27,7	26,3	22,8	24,4	17,07	2,03
Cr	19,8	23,4	18,0	15,5	20,1	79,05	1,39
Pb	10,7	12,3	9,3	8,3	10,3	37,2	1,05
Co	5,92	7,79	6,56	4,38	5,86	25,4	1,05
Cu	7,52	6,10	3,82	4,06	4,17	266,9	0,42
Sr	3,41	5,18	2,95	3,48	4,74	170,7	0,31
Cd	0,23	0,27	0,16	0,26	0,38	16,7	0,08
Слой почвы 10-20 см							
Fe	16184,4	17419,9	11584,4	12805,3	22359,7	16,98	4439,2
Ca	12140,9	2615,0	15180,6	10890,8	2315,4	374,1	1293,8
K	1791,1	1762,7	1715,5	1658,4	1637,1	10,8	86,0
Mn	549,9	1215,3	1132,5	2193,0	2305,4	12,0	924,9
Zn	39,9	29,1	34,5	24,9	35,2	24,1	5,1
Ni	29,7	27,2	25,9	27,9	27,8	1,29	5,2
Cr	23,5	22,6	14,6	17,7	23,9	68,9	2,13
Pb	9,29	11,5	10,3	11,1	11,9	4,30	2,12
Co	5,85	8,72	6,03	8,47	9,62	9,61	2,33
Cu	5,26	4,14	6,70	3,95	4,47	87,6	0,52
Sr	3,65	3,13	3,51	2,29	3,00	58,3	0,30
Cd	0,20	0,16	0,23	0,23	0,24	-	-

**Примечание:** значение критерия Фишера при  $P = 0,05$  для летучих фракций органического вещества, выгорающих при прокаливании, равно 3,48, а для всех зольных элементов – 2,61; НСР – наименьшая существенная разность между значениями параметров разных экотопов на 5 %-ном уровне значимости.

Расчеты, проведенные на основе полученных данных, показали, что общая масса содержания макроэлементов в почве в экотопах огромна (табл. 4.78). Так, к примеру, масса железа в верхнем 20-см слое изменяется от 24 т/га в осиннике до 41,5 в культурах лиственницы. Масса всех учтенных нами элементов, число которых далеко не полно, изменяется от 50,4 т/га в почве лугового экотопа до 61,1 в культурах тополя. Для её перемещения из одного слоя почвы в другой, которое осуществляется в процессе биологического круговорота не только сверху вниз, но также и в обратном направлении, требуется очень большая энергия. В нисходящем потоке веществ участвуют атмосферные осадки, благодаря чему почвенные растворы поступают в нижние слои почвы, и растения посредством своих кроновых выделений, увеличивающих подвижность многих химических элементов (Демаков и др., 2015). Восходящий же поток элементов обеспечивают в основном растения, поглощая их корнями в нижних слоях почвы и поднимая по стволу в крону. Растения, таким образом, являются не пассивными потребителями элементов питания из почвы, а активными её преобразователями, обеспечивающими не только (и даже не столько) свое существование, но и подготавливая условия среды для смены в ходе сукцессий одних видов другими.

Таблица 4.78

**Масса зольных элементов в верхнем 20-см слое почвы разных экотопов**

Элементы	Масса элементов в различных экотопах, кг/га				
	№1	№2	№3	№4	№5
Fe	26019,0	41523,9	24809,7	24014,1	32197,6
Ca	20204,6	6640,6	29934,3	27444,3	12573,7
K	3059,5	3924,8	3586,0	3732,3	3498,1
Mn	962,0	2396,2	2551,1	3447,0	2618,5
Zn	67,9	71,1	66,6	58,3	69,4
Ni	48,6	61,3	55,5	56,5	52,5
Cr	37,3	51,3	34,2	36,8	40,5
Pb	17,3	26,5	20,9	21,7	21,3
Co	10,2	18,6	13,3	14,6	14,0
Cu	11,0	11,1	11,5	8,8	9,2
Sr	6,1	9,0	6,9	6,2	7,6
Cd	0,37	0,47	0,42	0,54	0,57
<b>В целом</b>	<b>50443,8</b>	<b>54734,8</b>	<b>61090,4</b>	<b>58841,2</b>	<b>51103,0</b>

В ходе проведения исследований нами было установлено, что многие зольные элементы вымываются из верхнего слоя почвы в нижние и для их обратного перемещения растения затрачивают определенную энергию. Железо, марганец, никель, хром и свинец наиболее активно вымываются в осиннике, кальций – в дубо-липняке, а калий, цинк, медь, стронций и кадмий – в культурах тополя (табл. 4.79). Медленнее же всего вымывание многих из этих элементов происходит в луговом экотопе. Суммарная масса всех элементов, вымытых из верхнего слоя почвы в нижний, наиболее велика в дубово-липовом экотопе. Меньше же всего эта величина на лугу и в культурах лиственницы. В ряде же экотопов отмечается аккумуляция

некоторых элементов в верхнем слое почвы: на лугу – марганца, свинца, меди и кадмия, в культурах лиственницы – кальция, меди, стронция и кадмия, в осиннике – кальция и стронция, в дубо-липняке – стронция и кадмия. Лишь в культурах тополя происходит вымывание всех оцененных нами элементов.

Таблица 4.79

**Отношение массы зольных элементов между различными слоями почвы**

Элемент	Отношение массы элементов в слое 10-20 см к слою 0-10 см, %				
	№1	№2	№3	№4	№5
Fe	117,8	112,0	123,4	188,0	132,2
Ca	109,7	98,7	148,5	93,3	314,3
K	103,5	130,8	130,1	117,7	125,3
Mn	99,1	176,2	110,3	346,3	197,4
Zn	104,0	106,8	159,0	108,3	112,3
Ni	114,0	126,8	123,6	152,1	149,0
Cr	120,6	124,8	101,1	140,8	133,1
Pb	87,7	120,8	139,5	165,5	138,8
Co	100,2	144,1	114,9	241,9	176,4
Cu	71,0	88,2	220,0	120,4	153,8
Sr	108,4	78,2	148,5	81,2	85,4
Cd	86,7	74,6	180,3	111,3	72,8
<b>Вся масса</b>	<b>113,1</b>	<b>113,7</b>	<b>134,8</b>	<b>134,3</b>	<b>163,0</b>

Содержание в почве большинства зольных элементов слабо коррелирует между собой (табл. 4.80 и 4.81), что обусловлено в определенной мере различиями в скорости их перемещения из одного слоя в другой. Это характеризует почву как слабо организованную в химическом отношении систему. В верхнем 10-см слое почвы очень тесная положительная связь существует между железом, свинцом и хромом, между никелем, свинцом и кобальтом, между хромом свинцом и кобальтом. Между содержанием железа и кальция связь тоже тесная, но обратная, указывающая на то, что с увеличением концентрации второго из них возрастает подвижность и скорость вымывания первого.

Таблица 4.80

**Матрица коэффициентов корреляции между содержанием элементов в слое почвы 0-10 см**

Элемент	Значение коэффициента корреляции между содержанием разных элементов ( N = 45 )										
	Fe	Ca	K	Mn	Zn	Ni	Cr	Pb	Co	Cu	Sr
Fe	1,00										
Ca	<b>-0,81</b>	1,00									
K	0,38	-0,27	1,00								
Mn	0,11	-0,07	-0,35	1,00							
Zn	0,47	-0,52	0,22	-0,31	1,00						
Ni	0,59	-0,30	-0,18	0,39	0,34	1,00					
Cr	<b>0,90</b>	-0,79	0,19	0,01	0,58	0,70	1,00				
Pb	<b>0,82</b>	-0,67	0,14	0,11	0,54	<b>0,78</b>	<b>0,85</b>	1,00			
Co	0,70	-0,53	-0,23	0,51	0,23	<b>0,90</b>	<b>0,79</b>	<b>0,80</b>	1,00		
Cu	0,43	-0,16	0,27	-0,48	0,60	0,50	0,54	0,58	0,28	1,00	
Sr	0,76	<b>-0,88</b>	0,37	-0,02	0,50	0,25	<b>0,72</b>	0,67	0,43	0,16	1,00
Cd	0,22	-0,59	0,16	0,09	0,46	-0,09	0,19	0,31	0,01	-0,11	0,61

Матрица коэффициентов корреляции между содержанием элементов в слое почвы 10-20 см

Элемент	Значение коэффициента корреляции между содержанием разных элементов ( N = 45 )										
	Fe	Ca	K	Mn	Zn	Ni	Cr	Pb	Co	Cu	Sr
Fe	1,00										
Ca	-0,64	1,00									
K	-0,13	0,15	1,00								
Mn	0,37	-0,26	-0,61	1,00							
Zn	0,35	0,18	0,16	-0,25	1,00						
Ni	0,39	0,06	-0,23	0,50	0,32	1,00					
Cr	<b>0,80</b>	-0,64	0,10	0,10	0,39	0,45	1,00				
Pb	0,54	-0,35	-0,46	<b>0,84</b>	-0,08	0,62	0,29	1,00			
Co	0,67	-0,54	-0,46	<b>0,86</b>	-0,14	0,57	0,44	<b>0,94</b>	1,00		
Cu	-0,20	0,66	0,12	-0,22	0,56	0,13	-0,39	-0,10	-0,33	1,00	
Sr	0,02	0,27	0,39	-0,54	<b>0,73</b>	0,14	0,16	-0,25	-0,42	0,63	1,00
Cd	0,01	0,18	-0,67	0,64	0,13	0,61	-0,09	0,49	0,39	0,27	-0,02

Тесная обратная связь существует также между концентрацией в почве кальция и стронция, так как последний из них связывается в почве слабее и вымывается легче (Рабинович, 1977). В слое почвы 10-20 см железо тесно связано с хромом, марганец – со свинцом и кобальтом, цинк – со стронцием. Содержание всех зольных элементов слабо связано с содержанием в почве гумуса.

Все оцененные нами зольные элементы объединяются между собой по степени сопряженности величины содержания в почве в ряд кластеров-плеяд (рис. 4.45). В верхнем 10-см слое почвы элементы образуют три плеяды, в первую из которых входят Fe, Cr, Pb, Sr, Ni и Co. Вторую плеяду слагают K, Cd, Zn и Cu, а третью – Ca и Mn. В слое почвы 10-20 см элементы сгруппированы только в две плеяды. В состав первой из них вошли те же элементы, что и в верхнем слое почвы, только место стронция занял в ней марганец. Вторую плеяду слагают элементы, входящие в состав второй и третьей плеяд верхнего слоя почвы, в которых марганец замещен стронцием.

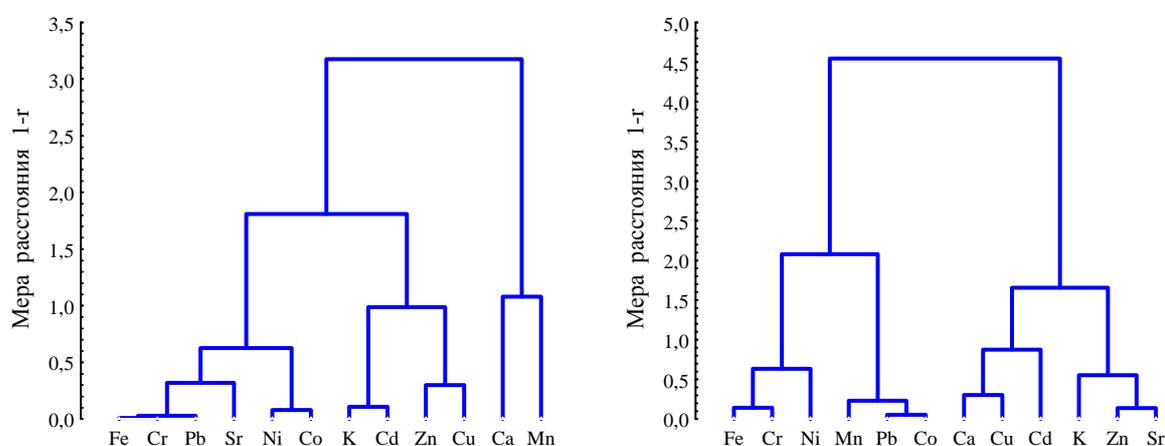


Рис. 4.45. Дендрограммы сопряженности зольных элементов между собой в слоях почвы 0-10 см (слева) и 10-20 см, построенные способом Варда по матрице коэффициентов корреляции.

Полученные нами результаты, основанные на ограниченном объеме собранного материала, не отражают в полной мере влияния различных древесных пород на изменение свойств пойменной луговой почвы, во многом связанное с направлением и скоростью перемещения веществ из одного слоя в другой. Они характеризуют лишь самые общие черты этого процесса. Для глубокого познания закономерностей протекания круговорота веществ в биогеоценозах необходимо проведение длительных наблюдений на стационарных объектах, лучше всего специально созданных для этой цели, как это было сделано сотрудниками Института леса Сибирского отделения РАН (Моделирование развития ..., 1984), за состоянием и продуктивностью всего биогеоценоза, а также детальных лабораторных исследований влияния кроновых выделений (экзометаболитов) различных видов деревьев на весь комплекс физико-химических параметров почв. Необходимо также проведение опытов по оценке роли одних видов деревьев на успешность развития других путем выращивания их в экотопах, занятых ранее различными древостоями. В упрощенной форме эти опыты можно поставить на сеянцах древесных пород, выращиваемых на грунте, взятом в различных биогеоценозах.

**Заключение.** Проведенные нами исследования показали, что древесная растительность очень сильно изменяет исходное состояние луговой аллювиальной почвы. Она воздействует, прежде всего, на температурно-влажностный режим под пологом леса, что существенным образом отражается на почвообразовательном процессе и изменении всех параметров почв: в лесных биогеоценозах, особенно в осинниках, в засушливые годы почва влажнее, чем на лугу, а в годы с обильными осадками, наоборот, суше. Влияние каждой породы деревьев на различные параметры луговой аллювиальной почвы сугубо специфично. Особенно сильно изменяется почва в осиннике, где формируется мощный гумусово-элювиальный горизонт, содержащий больше, чем в других экотопах депонированного в органике углерода, илестых частиц, обменных оснований, подвижных соединений калия и фосфора. Значения pH и степени насыщенности основаниями здесь также самые высокие и изменяются они по градиенту глубины почвы медленнее, чем в других экотопах, что связано с высоким содержанием в опаде соединений кальция, нейтрализующих органические кислоты, выделяющиеся в процессе его разложения. В осиннике медленнее, чем в других биогеоценозах, особенно луговых, протекает процесс вымывания илестых частиц из гумусово-элювиального горизонта в иллювиальный. В почве осинника меньше, чем в других экотопах, Fe, Ni, Cr, Pb и Co, которых больше всего содержится в культурах лиственницы. Лидером по содержанию в почве Mn являются культуры тополя, а меньше же всего этого элемента на лугу. Экотопы незначительно различаются между собой по содержанию в почве калия, многие соединения которого очень подвижны, и части микроэлементов. Многие зольные элементы вымываются из верхнего слоя почвы в нижние и для их обратного перемещения растения затрачивают определенную энергию. Так, Fe, Mn, Ni, Cr и Pb наиболее активно вымываются в осиннике, Ca – в

дубо-липняке, а К, Zn, Cu, Sr и Cd – в культурах тополя. Медленнее же всего происходит вымывание многих из этих элементов в луговом экотопе. Суммарная масса всех элементов, вымытых из верхнего слоя почвы в нижний, наиболее велика в дубово-липовом экотопе. Меньше же всего эта величина на лугу и в культурах лиственницы. В ряде экотопов отмечается даже накопление содержания некоторых элементов в верхнем слое почвы: в луговом экотопе – Mn, Pb, Cu и Cd, в культурах лиственницы – Ca, Cu, Sr и Cd, в осиннике – Ca и Sr, в дубо-липняке – Sr и Cd. Лишь в культурах тополя происходит вымывание всех этих элементов. Растения, таким образом, являются не пассивными потребителями элементов питания из почвы, а активными её преобразователями, обеспечивая как своё существование, так и подготавливая условия среды для смены сообществ в ходе сукцессий. Для детального освещения этого вопроса необходимо дальнейшее проведение полевых и лабораторных исследований, на которые мы и планируем направить свои усилия.

#### *Библиографический список*

1. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 107 с.
2. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. – М.: Наука, 1983. – 140 с.
3. Алексеенко В. А. Экологическая геохимия. – М.: Логос, 2000. – 626 с.
4. Арчегова И. Б., Кузнецова Е.Г. Влияние древесных растений на химический состав атмосферных осадков в процессе восстановления среднетаежных лесов // Лесоведение. – 2011. – № 3. – С. 34-43.
5. Ахтырцев Б.П. О генезисе серых лесных почв // Почвоведение. – 1979. – № 10. – С. 24-33.
6. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
7. Благовидов Н.Л. Некоторые закономерности почвообразования в лесах таежной зоны // Труды Ленинградской ЛТА. – 1956. – Вып. 73. – С. 199-216.
8. Бутузова О.В. К вопросу о генезисе скрытоподзолистых гумусированных почв // Почвоведение. – 1966. – № 5. – С. 1-6.
9. Вайчис М.В. Генезис и свойства лесных почв южной Прибалтики. – Вильнюс: Минтис, 1975. – 412 с.
10. Вайчис М.В. К вопросу о влиянии лиственницы европейской на изменение дерново-подзолистых почв // Почвоведение. – 1958. – № 5. – С. 12-22.
11. Ведрова Э.Ф. Влияние сосновых насаждений на свойства почв. – Новосибирск: Наука, 1980. – 101 с.
12. Виноградов А. П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. – М.: Наука, 1972. С. 7-20.
13. Высоцкий Г.Н. Почвообразовательные процессы в песках // Изв. РГО. – 1911. – Т. 47, вып. 6. – С. 303-311.
14. Высоцкий Г.Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. – М.: Государственное лесотехническое изд-во, 1938. – 67 с.
15. Гаджиев И.М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982. – 270 с.
16. Гаель А.Г., Хабаров А.В. Об особенностях почвообразования на песках Хреновского бора // Почвоведение. – 1969. – № 11. – С. 17-31.
17. Гаель А.Г., Хабаров А.В. Об особенностях почвообразования на песках Бузулукского бора в связи с их минералогическим составом // Почвоведение. – 1971. – № 2. – С. 119-135.
18. Газизуллин А.Х. Генезис почв, сформированных на красноцветных пермских отложениях Среднего Поволжья и Предуралья // Почвоведение. – 1995. – № 9. – С. 1061-1071.
19. Газизуллин А.Х. Почвообразование, почвы и лес. – Казань: РИЦ «Школа», 2005. – 540 с.
20. Газизуллин А.Х., Сабилов А.Т. Буроземообразование и псевдоподзоливание в почвах лесов Среднего Поволжья и Предуралья. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. – 204 с.
21. Газизуллин А.Х., Сабилов А.Т., Гиляев А.М. Экологические условия и генезис лесостепных черноземов Среднего Поволжья // Почвоведение. – 1998. – № 2. – С. 140-147.
22. Герасимов И.П. Элементарные почвенные процессы как основа для генетической диагностики почв // Почвоведение. – 1973. – № 5. – С. 102-113.
23. Герасимов И.П. Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения. – М.: Наука, 1976. – 246 с.

24. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
25. Гоголев И.Н. О роли прижизненного обмена веществ деревянистых растений в почвообразовании // Лес и почва. – Красноярск: ИЛиД, 1968. С. 38-48.
26. Горбунов Н.И. Генезис превращения минералов в почвах // Почвоведение. – 1969. – № 3. – С. 106-117.
27. Горшенин К.П. Влияние лесных посадок на химико-морфологическое строение чернозема // Почвоведение. – 1924. – № 3-4. – С. 41-51.
28. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.
29. ГОСТ 26423-85 Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
30. ГОСТ 27894.7-88 Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения подвижных форм железа.
31. ГОСТ 11623-89. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности.
32. ГОСТ 26212-91 - Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
33. ГОСТ 26487-85 Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО.
34. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
35. Демаков Ю.П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методические и методологические аспекты). – Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 2000. – 416 с.
36. Демаков Ю.П. Динамика сроков половодья на Малой Кокшаге // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 6. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. С. 312-316.
37. Демаков Ю.П., Исаев А.В. Пространственное изменение температуры почвы в суходольных и пойменных биогеоценозах // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 6. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. С. 39-47.
38. Демаков Ю.П., Исаев А.В., Швецов С.М., Калинин К.К. Потребление и вынос древесными растениями зольных элементов в пойменном биотопе // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 1 (17). – С. 36-49.
39. Демаков Ю.П., Исаев А.В. Влияние аэрального поступления веществ на их круговорот в лесных экосистемах // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 1 (25). – С. 66-86.
40. Демаков Ю.П., Исаев А.В., Таланцев В.И., Малюта О.В. Химическая и биологическая активность водных экстрактов лесных растений // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 2 (26). – С. 57-76.
41. Демаков Ю.П., Исаев А.В. Закономерности динамики радиального прироста деревьев дуба в пойменных лесах заповедника // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 7. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. С. 139-156.
42. Демаков Ю.П., Краснов А.В., Исаев А.В. Структура и закономерности развития древостоев с участием дуба в лесах Марийского Предволжья // Вестник Удмуртского государственного университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2015. – Т. 25, вып. 4. – С. 53-62.
43. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. – М.: Колос, 1972. – 360 с.
44. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: МГУ, 1972. – 292 с.
45. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). – М.: Наука, 1990.
46. Добровольская Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв. – М.: ИКЦ Академкнига, 2002. – 282 с.
47. Докучаев В.В. Русский чернозем. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1936. – 480 с.
48. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
49. Дюшофур Ф. Основы почвоведения и эволюции почв. – М.: Прогресс, 1970. – 591 с.
50. Зайдельман Ф.Р., Нарокова Р.Г. Генезис бурых, подзолистых и болотно-подзолистых почв на легких породах // Почвоведение. – 1975. – № 1. – С. 38-52.
51. Зайцев Б.Д. Лес и почва. – М.: Лесная пром-сть, 1964. – 162 с.
52. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. – М.: МГУ, 1987. – 255 с.
53. Зонн С.В. Влияние леса на почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 160 с.
54. Зонн С.В. Взаимодействие и взаимовлияние лесной растительности с почвами // Почвоведение. – 1956. – № 7. – С. 90-92.
55. Зонн С.В. Эволюция почв в лесных биогеоценозах // Почвоведение. – 1963. – № 10. – С. 1-12.
56. Зонн С.В. Почва как компонент лесного биогеоценоза // Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. С. 372-495.
57. Зонн С.В. Современные проблемы генезиса и географии почв. – М.: Наука, 1983. – 168 с.
58. Зонн С.В., Алешина А.К. К вопросу о разложении опада дубовых лесов и взаимодействии зольных элементов с его почвами // Труды Ин-та леса АН СССР. – 1953. – Т. 12, № 12. – С. 130-151.

59. Зонн С.В., Кузьмина Е.А. Влияние хвойных и лиственных пород на физические свойства и водный режим выщелоченных черноземов // Труды лаборатории лесоведения. – М.: АН СССР, 1960. С. 145-201.
60. Зонн С.В., Мина В.Н. О почвообразовательном значении дубовых лесов на различных почвах // Доклады АН СССР. – 1948. – Т. 63, Вып. 6. – С. 745-749.
61. Зонн С.В., Соколов Д.Ф. Процессы превращения органического вещества хвойных и широколиственных древесных пород и их влияние на состав гумуса выщелоченного чернозема // Труды лаборатории лесоведения. – 1960. – Т. 1. – С. 61-85.
62. Зонн С.В., Травлеев А.П. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв. – Киев: Наукова думка, 1989. – 216 с.
63. Иенни Г. Факторы почвообразования. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1948. – 347 с.
64. Исаев А.В., Демаков Ю.П., Гордеева Т.Х., Бажина А.А. Вариабельность параметров почвы пойменного биогеоценоза // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 8. Йошкар-Ола, 2015. С. 41-78.
65. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
66. Калининченко Н. П. Дубравы России. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. – 536 с.
67. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 264 с.
68. Карпачевский Л.О. Роль биоценоза в формировании почв // Роль почвы в лесных биогеоценозах: Чтения памяти академика В.Н. Сукачева. Вып. 12. – М.: Наука, 1995. С. 38-52.
69. Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А., Пройслер Т. и др. Воздействие полога ельника сложного на химический состав осадков // Лесоведение. 1998. № 1. С. 50-59.
70. Карпачевский Л.О., Строганова М.Н. Общие закономерности почвообразования в лесной зоне // Почвообразование в лесных биогеоценозах. – М.: Наука, 1989. С. 5-12.
71. Ковда В.А. Основы учения о почвах. – М.: Наука, 1973. – 447 с.
72. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. – М.: Наука, 1981.
73. Константинов В.Д. Место и роль почвы в лесных экосистемах // Генезис, эволюция и география почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1988. С. 98-115.
74. Копосов Г.Ф. О генезисе дерново-карбонатных почв // Почвоведение. – 1981. – № 4. – С. 3-15.
75. Копосов Г.Ф. Генезис почв гор Прибайкалья. – Новосибирск: Наука, 1983. – 256 с.
76. Коссович П.С. К вопросу о генезисе почв и об основаниях для генетической почвенной классификации // Опыт агрохимии. – 1906. Т. 7. С. 478-501.
77. Куклин В.В. Задержание дождевых осадков сосновыми и березовыми насаждениями в Красноярской лесостепи // Лесоведение. – 1974. – № 5. – С. 10-15.
78. Кулагин М. Л. Химизм дождевых осадков, проникающих под полог леса в Красноярской лесостепи // Гидроклиматические исследования в лесах Сибири. – М.: Наука, 1967. С. 56-64.
79. Курнаев С. Ф. Лесорастительное районирование СССР. – М.: Наука, 1973. – 201 с.
80. Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И. Сукцессионные изменения и эволюция экосистем (некоторые вопросы эволюционной экологии) // Журнал общей биологии. – 1990. – Т. 51, № 5, - С. 619-631.
81. Ливеровский Ю.А. Проблемы генезиса и географии почв. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
82. Лукина Н.В., Орлова М.А., Исаева Л.Г. Плодородие лесных почв как основа взаимосвязи почва-растительность // Лесоведение. – 2010. – № 5. – С. 45-56.
83. Марунич С. В., Буров А.С., Кузнецова Ю.Н., Недогарко И.В. Трансформация химического состава атмосферных осадков пологом древостоя южно-таежных лесов // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. – № 4. – С. 52-57.
84. Масилюнас Л. И., Паулюкявичюс Г.Б. Некоторые данные о химическом составе атмосферных осадков и вымывании химических веществ из крон деревьев // Труды АН Литовской ССР. Серия Биология. – 1963. – Т. 1. – С. 45-51.
85. Медведев Л. В., Шитикова Т.Е., Алексеенко В.А. Трансформация жидких атмосферных осадков древостоями южной тайги (на примере Валдая) // Структура и функционирование экосистем южной тайги. – М.: Наука, 1986. С. 26-55.
86. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля, марганца, кобальта, хрома методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: ФГУ ФЦАО, 2007. 20 с.
87. Методы биогеохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 450 с.
88. Мина В. Н. Выщелачивание некоторых веществ атмосферными осадками из древесных растений и его значение в биологическом круговороте // Почвоведение. – 1965. – № 6. – С. 7-17.
89. Мина В. Н. Влияние осадков, стекающих по стволам деревьев, на почву // Почвоведение. – 1967. - № 10. – С. 44-52.
90. Миронов Н.А. Зависимость между свойствами почв и составом смешанных насаждений // Научные доклады высшей школы. Биол. науки. – 1964. – № 1. – С. 199-204.
91. Миронов Н.А. Улучшение лесорастительных свойств почв под влиянием развития березового яруса в низкополотных сосновых насаждениях // Взаимоотношения леса с почвой. – Казань: КГУ, 1964. С. 65-74.
92. Мирчинк Т.Г. Почвенная Микология. – М.: МГУ, 1988. – 220 с.
93. Моделирование развития искусственных лесных биогеоценозов / Шугалей Л.С., Семечкина М.Г., Яшихин Г.И., Дмитриенко В.К. – Новосибирск: Наука, 1984. – 152 с.

94. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса. – М.: АН СССР, 1960. – 487 с.
95. Неганов А.Ф. Генезис коричневых и серо-коричневых лесных почв Башкирской АССР // Почвоведение. – 1938. – № 5. – С. 715-732.
96. Никонов В. В., Лукина Н.В. Влияние ели и сосны на кислотность и состав атмосферных выпадений в северо-таежных лесах индустриально-развитого района // Экология. – 2000. – № 2. – С. 97-105.
97. Перельман А. И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: МГУ, 1999. – 610 с.
98. Погребняк П.С. Обмен зольных веществ между древесной растительностью и почвой // Доклады АН УССР. – 1948. – № 3. – С. 3-13.
99. Поздняков Л.К. О роли осадков, проникающих под полог леса, в процессе обмена веществ между лесом и почвой // Доклады АН СССР. 1956. Т. 107, № 5. С. 753-756.
100. Поздняков Л.К. Гидроклиматический режим лиственных лесов Центральной Якутии. – М.: АН СССР, 1963. – 143 с.
101. Пономарева В.В. Теория подзолообразовательного процесса. – М.-Л.: Наука, 1964. – 379 с.
102. Пономарева В.В., Плотнокова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.
103. Похитон П. П. Влияние различных древесных пород на почву // Почвоведение. – 1958. – № 6. – С. 49-55.
104. Пристова Т. А. Влияние древесного полога лиственно-хвойного насаждения на химический состав осадков // Лесоведение. – 2005. – № 5. – С. 49-55.
105. Программа и методика биогеоценотических исследований / Под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1966. – 235 с.
106. Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. – Новосибирск: Наука, 1975. – 328 с.
107. Рабинович И.З. Микроэлементы в сельском хозяйстве Молдавии. // Кишинёв, 1977. – 256 с.
108. Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1982. – 232 с.
109. Разумовский С.М., Рыбалов Л.Б., Тихомирова А.Л. Закономерности сукцессий биогеоценозов Подмосковья (на примере Приокско-Террасного заповедника) // Региональный экологический мониторинг. – М.: Наука, 1983. С. 230-242.
110. Растворова О.Г. Влияние состава лесных насаждений на свойства серых лесных почв // Химия, генезис и картография почв. – М.: Наука, 1968. С. 112-115.
111. Ремезов Н.П. О процессе образования подзолистого горизонта // Почвоведение. – 1947. – № 5. – С. 265-276.
112. Ремезов Н.П. О роли леса в почвообразовании // Почвоведение. – 1953. – № 12. – С. 74-83.
113. Ремезов Н.П. Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса // Почвоведение. – 1956. – № 7. – С. 67-79.
114. Ремезов Н.П. О соотношении между биологической аккумуляцией и иллювиальным процессом в лесу // Почвоведение. – 1958. – № 6. – С. 1-12.
115. Ремезов Н.П. Генезис и лесорастительные свойства почв Мордовского государственного заповедника // Труды Мордовского государственного заповедника. Вып. 1. – Саранск: Саранское кн. изд-во, 1960. С. 25-71.
116. Ремезов Н.П. Динамика взаимодействия широколиственного леса с почвой // Проблемы почвоведения. – М.: АН СССР, 1962. С. 101-148.
117. Ремезов Н.П., Быкова Л.Н. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в осинниках // Почвоведение. – 1953. – № 8. – С. 28-41.
118. Роде А.А. Подзолообразовательный процесс. – М.-Л. АН СССР, 1937. – 454 с.
119. Роде А.А. О возможной роли растительности в подзолообразовании // Почвоведение. – 1944. – № 4-5. – С. 335-345.
120. Роде А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв. – М.: ОГИЗ, 1947. – 142 с.
121. Роде А.А. К вопросу о роли леса в почвообразовании // Почвоведение. – 1954. – № 5. – С. 50-63.
122. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. – М.: АН СССР, 1963. – 119 с.
123. Роде А.А. Генезис почв и современные процессы почвообразования. – М.: Наука, 1984.
124. Рожнова Т.А. Почвообразование на песчаных породах лесной зоны северо-запада Европейской части СССР // Ученые записки ЛГУ. Сер. биол. – 1954. – Вып. 36, № 174. – С. 135-197.
125. Рожнова Т.А. О провинциальных особенностях почвообразования на песчаных породах // Почвоведение. – 1964. – № 8. – С. 1-7.
126. Розанова И.И. Круговорот зольных веществ и изменение физико-химических свойств выщелоченных черноземов под хвойными и широколиственными насаждениями // Труды лаборатории лесоведения. – 1960. – Т. 1. – С. 5-60.
127. Розов Н.И., Строганова М.Н. Почвенный покров мира. – М.: МГУ, 1979. – 287 с.
128. Рубилин Е.В., Долотов В.А. Генезис и география серых лесных почв Европейской лесостепи СССР. – Л.: ЛГУ, 1970. – 72 с.
129. Руднева Е.Н. К вопросу о генезисе бурых лесных почв предгорий Закарпатья // Почвоведение. – 1957. – № 10. – С. 62-72.
130. Рунов Е.В., Терехов О.С. К вопросу об активности каталазы в некоторых лесных почвах // Почвоведение. – 1960. – № 9. – С. 75-81.

131. Сазонов А. А. Региональные закономерности усыхания ветвей дуба (*Quercus robur* L.) в период депрессии дубрав Беларуси // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. – Вып. 211. – С. 161-173.
132. Свиридова И. К. Результаты изучения вымывания азота и зольных элементов дождевыми осадками из крон древесных пород // Доклады АН СССР. – 1960. – Т. 133, № 3. С. 706-708.
133. Смирнов В.Н. Сравнительная характеристика дерново-подзолистых суглинистых почв смешанных хвойно-широколиственных и широколиственных лесов Среднего Поволжья // Почвоведение. – 1963. – № 5. – С. 64-75.
134. Смирнов В.Н. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения. – Йошкар-Ола: Маргнгоиздат, 1968. – 531 с.
135. Смольянинов И.И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 192 с.
136. Соколов А. А. Химический состав атмосферных осадков, прошедших сквозь полог елового и березового древостоя // Лесоведение. – 1972. – № 3. – С. 103-106.
137. Соколов Д.Ф., Иваницкая Е.Ф. Влияние продуктов распада растительных остатков на лесорастительные свойства почв сосняков. – М.: Наука, 1971. – 87 с.
138. Соколов И.А. Почвообразование и время: поликлимаксность и полигенетичность почв // Почвоведение. – 1984. – № 2. – С. 102-112.
139. Соколов И.А. Основные законы почвообразования // 100 лет Докучаевского почвоведения. – М.: Наука, 1986. С. 126-136.
140. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. – Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. – 288 с.
141. Сысуйев В. В. О механизме изменения химического состава атмосферных вод под пологом леса // Вестник МГУ. Сер. География. – 1975. – № 5. С. 107-110.
142. Таргульян В.О. Развитие почв во времени // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1982. С. 108-113.
143. Таргульян В.О., Александровский А.Л. Эволюция почв в голоцене (факты, проблемы, гипотезы) // История биогеоценозов в голоцене. – М.: Наука, 1976. – 76 с.
144. Ткаченко М. Е. Влияние отдельных пород деревьев на почву // Почвоведение. – 1939. – № 10. – С. 3-17.
145. Ткаченко М.Е. О роли леса в почвообразовании // Известия С-Пб Лесного ин-та. – 1908. – Вып. 18. – С. 85-198.
146. Тюрин И.В. Вопросы генезиса и плодородия почв. – М.: Наука, 1966. – 288 с.
147. Ульданова Р.А., Сабиров А.Т. О влиянии прибрежных лесных фитоценозов на формирование свойств почв // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2015. – Т. 25, Вып. 3. – С. 11-16.
148. Утенкова А.П. Некоторые материалы по изучению лесорастительных свойств почв дубняков и ельников Беловежской пущи // Почвоведение. – 1962. – № 6. – С. 70-78.
149. Фирсова В.П. Подзолообразование и буроземообразование в почвах лесной зоны // Труды Ин-та экологии растений и животных УрФ АН СССР. – 1970. – Вып. 76. – С. 3-18.
150. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова мира. – М.: Наука, 1984. – 235 с.
151. Фридланд В.М. Проблемы географии, генезиса и классификации почв. – М.: Наука, 1986. – 243 с.
152. Хабаров А.В. Почвообразование на песках юго-востока Русской равнины. – М.: Наука, 1977. – 164 с.
153. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1976. – 179 с.
154. Хрусталева М.А. Экогеохимия моренных ландшафтов Русской равнины. – М.: Техполиграфцентр, 2002. – 315 с.
155. Царалунга В. В. Санитарные рубки в дубравах: обоснование и оптимизация. – М.: МГУЛ, 2003. – 240 с.
156. Чернов И.Ю., Добровольская Т.Г., Лысак Л.В. Почва и микробное разнообразие // Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия. – М.: Тов. Науч. изданий КМК, 2011. С. 22-85.
157. Шакиров К.Ш. Влияние различных лесных насаждений на почвообразовательный процесс. – Казань: КГУ, 1961. – 63 с.
158. Шарафутдинова О.Д., Шарафутдинов Р.Н. Сезонная динамика биологической активности почв в осинных, березовых и еловых фитоценозах // Экологические основы рационального лесопользования в Среднем Поволжье. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. С. 245-247.
159. Шугалей Л.С. Моделирование процессов влияния основных древесных пород на почву // Исследование и моделирование почвообразования в лесных биогеоценозах. – Новосибирск: Наука, 1979. С. 79-158.
160. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 342 с.
161. Шумаков В.С. Биохимическая активность темно-серой лесостепной почвы под пологом разных насаждений // Почвоведение. – 1960. – № 10. – С. 47-54.
162. Эвальд Э. О генезисе буроземов и близких к ним бурых лесных и таежных почв // Почвоведение. – 1980. – № 5. – С. 46-58.
163. Экологические системы. Адаптивная оценка и управление / Под ред. К.С. Холинга. – М.: Мир, 1981. – 398 с.

## 5. Погода

Сведения о погоде основаны на данных наблюдений, проведенных на метеопосту заповедника, расположенного п. Старожильск Медведевского района, где установлены максимальный и минимальный термометры, осадкомер Третьякова, барометр-анероид БАММ-1.

### 5.1. Общая метеорологическая характеристика года

Среднегодовая температура 2016 года была выше нормы и составила  $4,96^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,16^{\circ}\text{C}$  выше нормы (норма  $+2,8^{\circ}\text{C}$ ). По среднемесячной температуре близкими к норме были январь и сентябрь. Самыми теплыми были февраль, март, август. В эти месяцы среднемесячная температура была выше нормы на  $9,4^{\circ}\text{C}$ ,  $3,85^{\circ}\text{C}$ ,  $3,8^{\circ}\text{C}$  соответственно. Самая высокая температура  $+34,5^{\circ}\text{C}$  наблюдались в мае, июне и августе. Зимние месяцы (январь, ноябрь, декабрь) были холоднее обычного. Самая низкая температура ( $-32,5^{\circ}\text{C}$ ) отмечена в конце января. Примерно такая же температура ( $-31,5^{\circ}\text{C}$ ) отмечена в середине декабря. Последние заморозки весной отмечены во второй декаде мая ( $-0,5^{\circ}\text{C}$ ). Осенью долгое время не наблюдались заморозки. Они пришли только в первой декаде октября ( $-2,5^{\circ}\text{C}$ ).

В 2016 году выпало 636,6 мм осадков, что на 115,1% выше нормы, (норме 553 мм). Сверх нормы осадки выпали в январе-апреле, июне, сентябре, ноябре и декабре. Из них самое большое количество осадков отмечено в январе (261,5% от нормы), феврале (172,5%), сентябре (184,5%), ноябре (177,7%). Нехватка выпавших осадков отмечена в мае (45% от нормы), июле (64,1%), августе (82,2%), октябре (18,9%). Наибольшее количество осадков в виде ливня (32 мм) выпало в июне с 19 на 20 число. При этом до этого не было осадков.

Аномальное погодное явление в этом году наблюдалось 11 ноября. При отрицательной температуре воздуха был дождь. Дождь на поверхности растений и предметов превратился в лед и покрыл их толстым чехлом (рис. 5.1). Под воздействием огромной массы льда много деревьев переломало. На поверхности снега появилась ледяная корка, толщиной от 0,5 до 1 см, которая препятствовала добыванию корма для зверей и птиц из-под снега.



Рис. 5.1. Ожеледь на побеге.

Данные об изменении температуры воздуха, количества выпавших осадков и атмосферного давления представлены в табл. 5.1, 5.2 и 5.3, а также на рис. 5.2, 5.3 и 5.4.

## Изменение температуры воздуха в 2016 году

Месяц	Декада	Среднедекадное значение температуры воздуха, °С			Max t воздуха, °С	Min t воздуха, °С
		Фактически	Норма	Отклонение		
Январь	I	-13,11	-11,3	-1,81	-4	-23
	II	-10,4	-13,4	3	-3	-30,5
	III	-13,5	-14,6	1,1	1,2	-32,5
	среднее	-12,3	-13,1	0,8	1,2	-32,5
Февраль	I	-3,3	-14,4	11,1	+2	-13,5
	II	-4,4	-12,3	7,9	+1,1	-14
	III	-2,3	-11,3	9	+1,5	-12,5
	среднее	-3,3	-12,7	9,4	+2	-14
Март	I	-0,8	-9,3	8,5	+5,5	-12
	II	-5,07	-6,7	1,63	+5	-16,5
	III	-1,55	-2,9	1,35	+8	-16,5
	среднее	-2,45	-6,3	3,85	+8	-16,5
Апрель	I	+3,7	0,4	3,3	+15	-3,5
	II	+7,8	4,5	3,3	+22,5	-0,9
	III	+8,7	6,9	1,8	+22	-1
	среднее	+6,8	3,9	2,9	+22,5	-3,5
Май	I	12,9	10,6	2,3	24	0
	II	12,2	12,1	0,1	24,5	-0,5
	III	17,6	13,1	4,5	34,5	2
	среднее	14,7	11,9	2,8	34,5	-0,5
Июнь	I	14,16	14,2	-0,04	25,5	2
	II	20,2	16,7	3,5	34,5	4,6
	III	18,5	17,7	0,8	31	6
	среднее	17,4	16,2	1,2	34,5	2
Июль	I	19,5	18,2	1,3	34	8
	II	20,9	18,8	2,1	30,5	12
	III	21,5	18,1	3,4	34	11
	среднее	20,6	18,4	2,2	34	8
Август	I	22,5	17,5	5	34,5	10
	II	22,5	16,0	6,5	34	11
	III	18,3	15,0	3,3	33,1	5
	среднее	21	16,2	3,8	34,5	5
Сентябрь	I	12,47	12,4	+0,07	+21,5	+3,5
	II	10,25	10,1	+0,15	+16	+2,5
	III	10,1	7,8	+2,3	+19,5	+3,5
	среднее	10,9	10,1	+0,8	+21,5	+2,5
Октябрь	I	7,8	5,0	2,8	+20,3	-2,5
	II	2,03	3,5	-1,47	+5,5	-5,2
	III	-1,6	0,5	-2,1	+4,5	-9,5
	среднее	2,6	3,0	-0,4	+20,3	-9,5
Ноябрь	I	-4,5	-2,2	-2,3	1	-11
	II	-6,5	-4,1	-2,4	0,6	-20,5
	III	-5,1	-5,9	0,8	0,5	-14,5
	среднее	-5,5	-4,1	-1,4	0,6	-20,5
Декабрь	I	-11,8	-7,9	-3,9	-3	-29,5
	II	-17,4	-9,1	-8,3	-2,5	-31,5
	III	-6,4	-11,0	6,6	+1	-20,5
	среднее	-10,9	-9,3	-1,6	+1	-31,5
<b>За год</b>		<b>4,96</b>	<b>2,8</b>	<b>2,23</b>	<b>+34,5</b>	<b>-31,5</b>

## Годовой ход выпадения осадков в 2016 году

Месяц	Декада	Среднедекадное количество осадков		
		Фактически, мм	Норма, мм	В %% от нормы
Январь	I	37	13	284,65
	II	36,6	8	457,5
	III	12,7	12	105,83
	Всего	86,3	33	261,51
Февраль	I	9,6	9	106,6
	II	15,2	11	134,5
	III	21,8	7	311,4
	Всего	46,6	27	172,5
Март	I	11,6	6	193,3
	II	2,4	7	34,28
	III	17,6	9	185,5
	Всего	31,6	22	143,6
Апрель	I	22,8	9	253,3
	II	12,2	14	87,1
	III	6,7	12	55,8
	Всего	41,7	35	119,1
Май	I	3,1	11	28,18
	II	4,3	16	26,9
	III	13,7	18	76,1
	Всего	21,1	45	47,1
Июнь	I	22,4	17	160
	II	34	23	147,8
	III	11,2	21	53,3
	Всего	67,6	61	110,6
Июль	I	37,7	27	139,6
	II	4,3	29	14,9
	III	11,2	27	44,33
	Всего	53,2	83	64,09
Август	I	5,4	16	33,75
	II	23,3	26	89,6
	III	20,6	18	114,4
	Всего	49,3	60	82,2
Сентябрь	I	28,2	18	156,6
	II	32,7	20	163,5
	III	42,4	18	235,5
	Всего	103,3	56	184,5
Октябрь	I	4,2	17	24,7
	II	2,9	17	17,06
	III	2,3	16	14,37
	Всего	9,4	50	18,88
Ноябрь	I	49,85	12	415,4
	II	11,75	13	90,38
	III	14,8	18	82,2
	Всего	76,4	43	177,67
Декабрь	I	15,5	12	129,1
	II	17,1	15	114
	III	17,4	11	158,2
	Всего	50	38	131,6
<b>Сумма за год</b>		<b>636,6</b>	<b>553</b>	<b>115,1%</b>

## Годовой ход атмосферного давления в 2016 году

Месяц	Декада	Среднедекадное значение атмосферного давления, мм.рт. ст.			Максимум	Минимум
		Фактически	Норма	Отклонение		
Январь	I	760,8	752	8,8	774,9	743,0
	II	755,1		3,1	763,4	748,6
	III	758,7		6,7	770,7	747,1
	среднее	758,2		6,2	774,9	743,0
Февраль	I	751,9		-0,1	762,1	742,6
	II	765,5		13,5	772,6	749,5
	III	757		5	768,3	742,5
	среднее	758,1		6,1	772,6	742,5
Март	I	763,3		11,3	770,2	755,8
	II	751,4		-0,6	768,1	735,2
	III	755,5		3,5	762,2	747,4
	среднее	756,7		4,7	770,2	735,2
Апрель	I	750		-1,2	759,1	736,5
	II	753,5		1,5	761,4	746,3
	III	757,4		5,4	767,3	743,7
	среднее	753,9		1,9	767,3	736,5
Май	I	759,1		7,1	761,3	756,1
	II	756,8		4,8	760,9	748,6
	III	757,8		5,8	762,1	753,2
	среднее	757,9		5,9	762,1	748,6
Июнь	I	753,2		1,2	763,2	745,6
	II	757,7		5,7	760,2	753,7
	III	756,7		4,7	764,2	749,3
	среднее	755,9		3,9	764,2	745,6
Июль	I	752,1		0,1	758,5	745,9
	II	755,4		3,4	758,7	751,3
	III	757,5		5,5	761,7	754,6
	среднее	755		3	761,7	745,9
Август	I	759,5		7,5	762,8	753,9
	II	760,6		8,6	764,7	753,7
	III	760		8	766,3	751,6
	среднее	760		8	764,7	751,6
Сентябрь	I	754,8		2,8	758,3	747,8
	II	753,7		1,7	762,1	746,3
	III	759,7		7,7	764,3	753,1
	среднее	756,1		4,1	764,3	746,3
Октябрь	I	764,8		12,8	770,3	755,2
	II	765,3		13,3	768,1	760,0
	III	772,1		20,1	784,6	754,5
	среднее	767,4		15,4	784,6	754,5
Ноябрь	I	757,6		5,6	764,3	749,2
	II	768,6		16,6	774,1	753,8
	III	758,7		6,7	782,3	744,7
	среднее	761,6		9,6	782,3	744,7
Декабрь	I	752,3		0,3	758,4	734,5
	II	755		3,0	767,3	744,1
	III	756,7		4,7	766,4	747,0
	среднее	754,7		2,7	767,3	734,5
<b>За год</b>		<b>758,0</b>		<b>6</b>	<b>784,6</b>	<b>734,5</b>

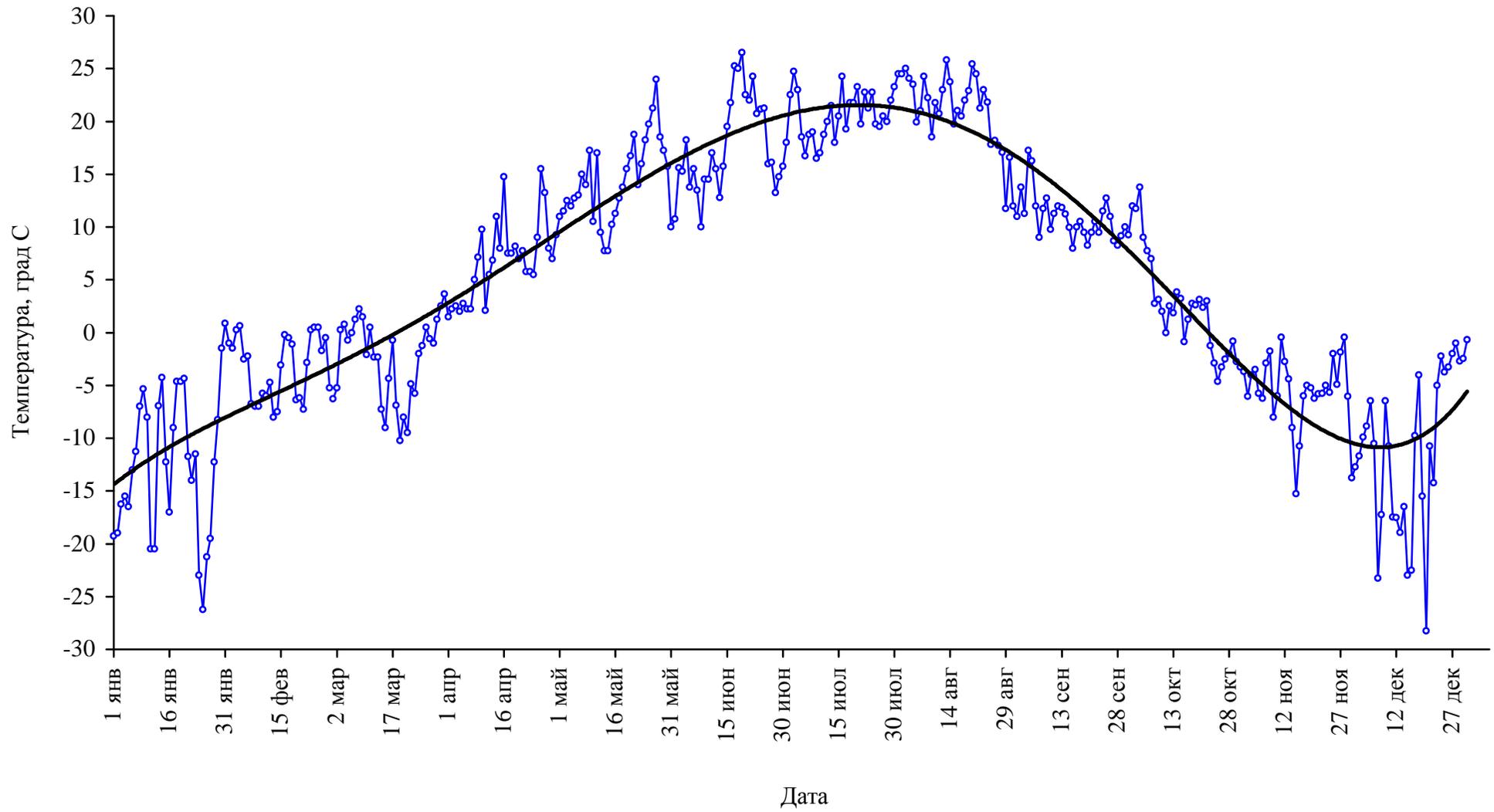


Рис. 5.2. Динамика среднесуточной температуры воздуха в 2016 году.

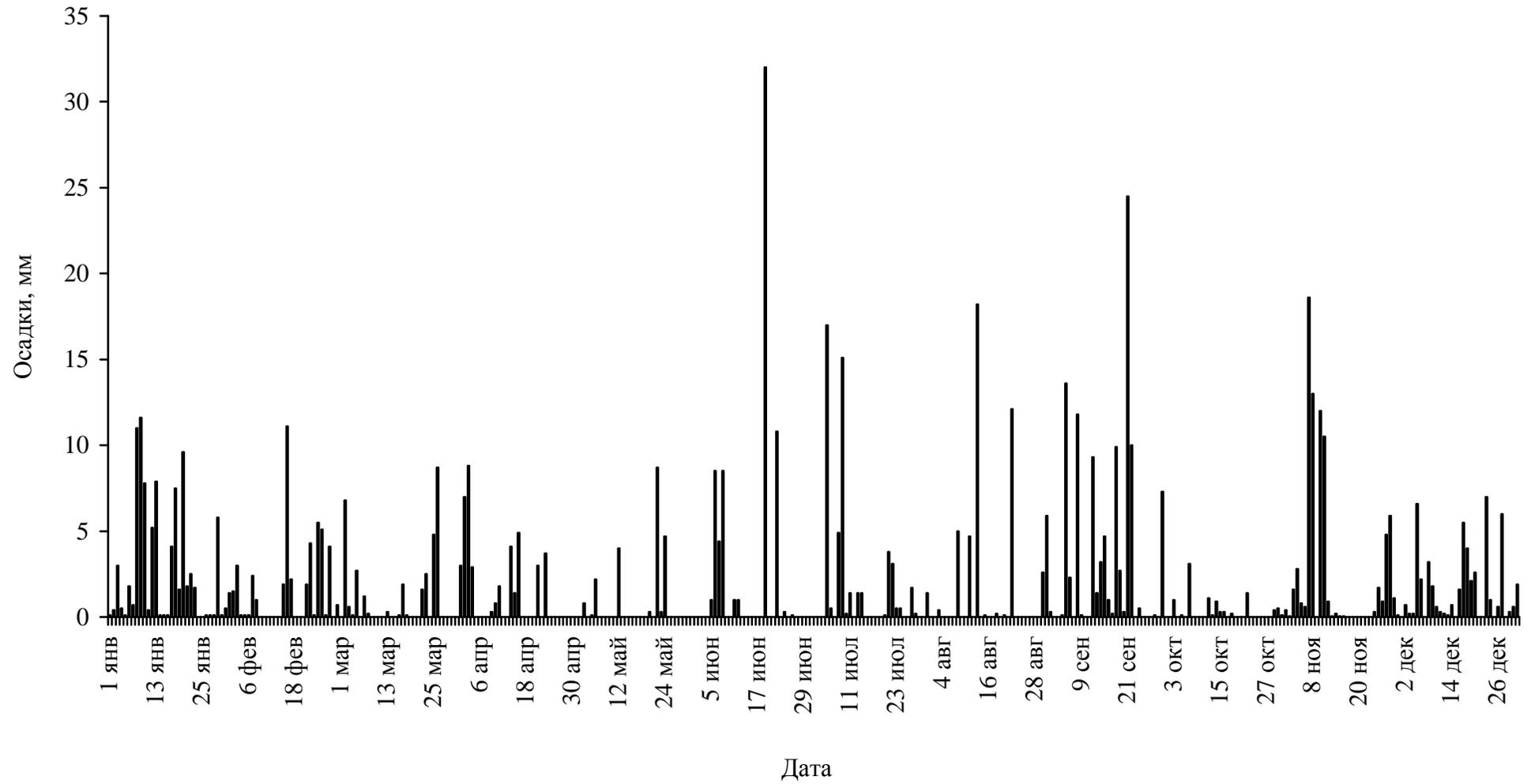


Рис. 5.3. Ход выпадения атмосферных осадков в 2016 году.

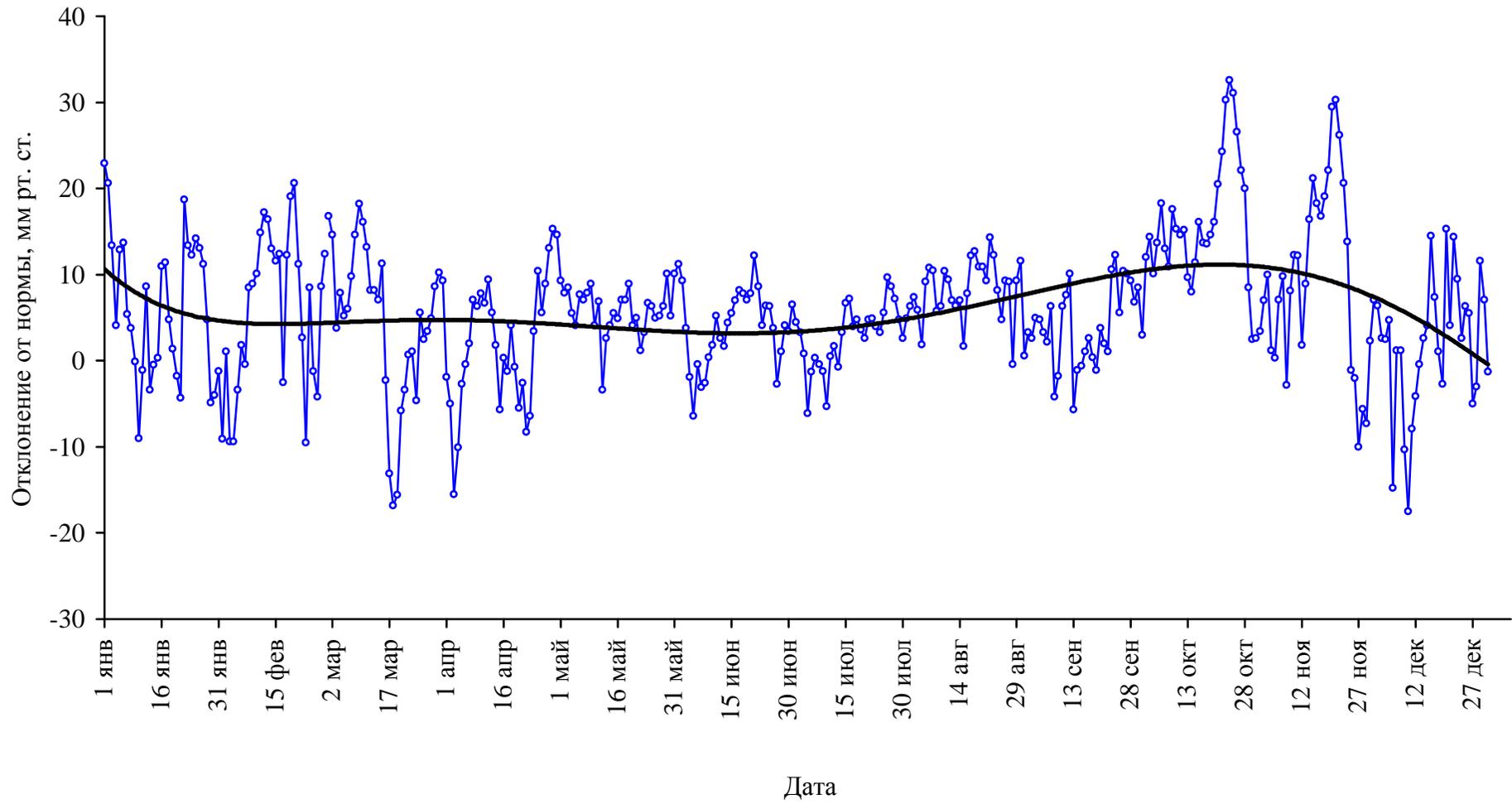


Рис. 5.4. Динамика отклонения атмосферного давления от нормы в 2016 году.

## 5.2. Метеорологическая характеристика каждого месяца

### ЯНВАРЬ

Средняя температура января 2016 года была выше среднемноголетних данных на  $0,8^{\circ}\text{C}$  и составила  $-12,3^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая температура была отмечена 24 января ( $-32,5^{\circ}\text{C}$ ), а максимальная – 31 января ( $+1,2^{\circ}\text{C}$ ). Количество осадков в течение месяца выпало аномально большое количество – 86,3 мм, что превышает норму на 261,51% (норма 33 мм). Наибольшее количество выпало за период с 9-11 января – 30,4 мм. Осадки в виде снега и дождя были 31 января (всего 0,5 мм).

Первая декада января была холодной, отклонение от нормы на  $1,81^{\circ}\text{C}$ . За это время, в еще не замерзшей полностью реке Большая Кокшага, практически везде вода замерзла (к 6.01). Лед, из-за падения уровня воды, треснул и осел (5.01) с образованием по берегам пустотелки. По краям лед и снег покрылся местами слоем воды. Декада началась с низких температур, когда минимальная температура достигала  $-22^{\circ}\text{C}$  –  $-23^{\circ}\text{C}$ . При этом среднесуточная температура достигала  $-19,25^{\circ}\text{C}$  и  $-19^{\circ}\text{C}$ . Затем температура постепенно увеличивалась и максимальная температура достигла к концу декады  $-4,2^{\circ}\text{C}$  и  $-4^{\circ}\text{C}$ , при среднесуточной температуре  $-5,35^{\circ}\text{C}$  и  $-8^{\circ}\text{C}$ . Осадки за первую декаду января были ежедневные, но последние три дня были очень снежные. Всего за декаду выпало 37 мм осадков (при норме 13 мм). Это составляет 284,65 % от средних многолетних данных за эту декаду января. Во время трех последних дней, когда снег валил постоянно 3 дня, выпало 30,4 мм осадков. Местами в поселке Старожильск сугробы резко выросли до 50 см. Высота снежного покрова в пойменном лесу составила также около 58-50 см, что на 30 см выше, чем к концу последней декады декабря 2015 г. Давление за эту декаду скакали от 103,31 кПа (1.01) до 99,06 (10.01) и в среднем составили 101,43 кПа, что немного выше нормы (норма 101,325 кПа).

Вторая декада января в отличие от первой была гораздо теплее, особенно вторая половина. Средняя декадная температура составила  $-10,4^{\circ}\text{C}$ , что на  $3^{\circ}\text{C}$  больше чем обычно. Заметно холодно было 4 дня (11, 12, 15, 16 января), когда среднесуточная температура была ниже  $10^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая температура была отмечена 12 января ( $-30,5^{\circ}\text{C}$ ), а максимальная температура регистрировалась 14, 18, 19 января ( $-3^{\circ}\text{C}$ ). Осадки за вторую декаду января были ежедневные. Всего три дня были малоснежные, когда выпало по 0,1 мм осадков. За декаду выпало 36,6 мм осадков (при норме 8 мм). Это составляет 457,5% от средних многолетних данных за эту декаду января. Снегопад часто сопровождался метелью. В п. Старожильск намело сугробов высотой 70 см. Уровень снега в пойменном лесу к концу декады в среднем составила 66,8 см. Ветра были в основном южные или юго-восточные. Только в период холодов, в начале декады (два дня) – северные и северо-западные, а в середине декады (два дня) – юго-западные. Давление за эту декаду не скакали так сильно. Максимальное давление составило

101,78 кПа (17 января), а минимальное – 99,8 (13 января) и в среднем составило 100,669 кПа, что на 0,656 кПа ниже нормы.

Последняя декада января отличалась контрастной погодой, но в целом средняя температура составила -13,5°C, что на 1,1°C выше от нормы. Самым холодным временем было 24-25 января, когда среднесуточная температура составила -23°C и -26,25°C соответственно. Минимальные температуры в эти дни достигали -32°C и 32,5°C (во время восхода солнца). После холодов среднесуточная температура постепенно увеличивалась и к концу декады достигла положительных значений - +0,85°C. В два последних дня декады дневные температуры достигали +1°C и +1,2°C. В эти дни снег увлажнился и начал оседать (30.01), пошел небольшой мелкий дождь (31.01). Осадков в III декаде января выпало 12,7 мм, что на 105,8% больше нормы (норма 12 мм). Без осадков было всего 2 дня, когда стояла ясная и солнечная погода. (23 и 24.01). Четыре дня были с незначительными осадками, не превышающими 0,1 мм. В последний день декады выпало 0,5 мм осадков, большая часть которой в виде дождя. Ветра в основном в эту декаду были южные, реже юго-восточные. Только в начале и конце декады (по одному дню) имели западные направления. К концу января уровень снега в пойменном лесу (снегомерный маршрут № 4) составил 66,4 см, что на 0,4 см меньше, чем к концу второй декады. Большая масса снега под своей массой проседала. Это было заметно при ходьбе на лыжах, когда на больших площадях снег с шумом проседал, вызывая сход снега с кустов и наклоненных деревьев. Давление за эту декаду колебалось часто. Максимальное давление составило 102,75 кПа (22 января), а минимальное – 99,6 (29 января) и в среднем составило 101,15 кПа, что на 0,175 кПа ниже нормы.

## ФЕВРАЛЬ

Февраль 2016 года отличался аномально теплой погодой. Средняя температура февраля была выше среднемноголетних данных на 9,4°C и составила -3,3°C. Самая низкая температура была отмечена ночью с 13 на 14 февраля (-14°C), а максимальная – 1 февраля (+2°C). Количество осадков в течение месяца выпало большое количество – 46,6 мм, что превышает норму на 172,5% (норма 27 мм). Наибольшее количество выпало за последнюю декаду февраля. Осадки были в основном в виде мокрого снега или дождя.

Первая декада февраля была аномально теплой. Среднедекадная температура составила -3,3°C, что на 11,1°C выше нормы (-14,4°C). Средняя дневная температура за декаду была положительной и составила +0,18°C. Особенно теплыми были первые 4 дня декады, когда дневная температура колебалась от +1°C до +2°C. Последние 4 дня декады были, похожи на мартовские, когда ночная и дневная температуры сильно различались. Ночью они опускались в разные сутки от -11,5°C до -13,5°C, а днем от -2°C до +0,5°C. Чаше проглядывало солнце, и некоторые дни были солнечными, без осадков. Осадки за первую декаду февраля были в

первые 8 дней. Из них 3 дня осадки были очень незначительные 0,1 мм и даже меньше. Всего за декаду выпало 9,6 мм осадков (при норме 9 мм). Это составляет 106,66% от средних многолетних данных за эту декаду месяца. Первые два дня декады осадки были в виде дождя (всего 2,9 мм). В следующий день (3 мм) осадки в виде дождя и снега. Высота снежного покрова из-за дождя и оттепели в пойменном лесу уменьшилась за декаду на 8,4 см и составила в среднем 58 см. Давление за эту декаду колебались от 99 кПа (4.01) до 101,6 кПа (10.02) и в среднем составили 100,24 кПа, что ниже нормы (норма 101,325 кПа). Низкие давления (99 кПа, 99,01 кПа, 99,05 кПа) были в основном в начале декады. За эту декаду (с 8 февраля) были замечены следы самцов рябчика, которые обходили часть своей территории пешком. С этого же дня начался гон у лисы, ложный гон у зайца и белки. В последний день декады, в заповеднике, на Кундышском болоте, на снегу, были замечены следы глухаря, который крыльями чертил снег.

Вторая декада февраля была также аномально теплой. В отличие от первой была немного холодной, особенно начало и конец. Средняя декадная температура составила  $-4,4^{\circ}\text{C}$ , что на  $7,9^{\circ}\text{C}$  больше чем обычно. Заметно холодно было по ночам 4 дня (11, 13, 14, 19, 20 февраля), когда температура опускалась от  $-12^{\circ}\text{C}$  до  $-14^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая среднесуточная температура была отмечена 13 февраля ( $-8^{\circ}\text{C}$ ), а с максимальная среднесуточная температура регистрировалась 16 февраля ( $-0,2^{\circ}\text{C}$ ). Дней с положительной и нулевой дневной температурой было 5. Максимальная температура достигла  $1,1^{\circ}\text{C}$  (16 февраля). Осадки за вторую декаду февраля были в течение 3 дней. Всего за три дня выпало 15,2 мм осадков, что составило 134,5 % от нормы. Большая часть, 11,1 мм были в виде дождя, когда 16 февраля ночью был настоящий ливень. Небольшие снегопады сопровождалась метелью. Уровень снега в пойменном лесу к концу декады в среднем составила 58,7 см. Ветра были в основном южные или юго-западные, особенно в начале и середине. Последние три дня декады ветра поменялись на с или с-в, которые принесли небольшие ночные холода. Давление за эту декаду сильно скакало. В первой половине декады оно было относительно стабильное от 101,81 кПа до 102,55 кПа. Во второй сильно колебалось от 99,92 кПа (17 февраля) до 103 кПа (20 февраля). Среднедекадное давление составило 102,058 кПа, что на 0,633 кПа выше нормы. В начале декады (11 февраля) глухари начали чертить крыльями снег, готовясь к току. С этого же дня начали активизироваться куницы, зайцы, белки, лисы.

Последняя декада февраля отличалась также аномально теплой погодой. В целом средняя температура за декаду составила  $-2,25^{\circ}\text{C}$ , что на  $9,4^{\circ}\text{C}$  выше от нормы. Самым холодным временем было 21 февраля, когда среднесуточная температура составила  $-7,25^{\circ}\text{C}$ , а минимальная  $-12,5$  (самая низкая температура за декаду). Такими же прохладными были второй день и два последних дня декады. Минимальные температуры в эти дни достигали  $-6^{\circ}\text{C}$ ,

-11,5°C и -6,5°C соответственно. Семь дней декады (кроме 21 и 29 февраля) были с положительными дневными температурами (от +0,3°C до +1,5°C). С 23 по 25 февраля среднесуточная температура была положительной – от +0,25°C до +0,5°C. Средняя дневная температура за эту декаду также была положительной и составила +0,37°C. Осадков в III декаде февраля выпало 21,8 мм, что составляет 311,4% больше нормы (норма 7 мм). Без осадков был всего 1 день. Три дня были с незначительными осадками, не превышающими 0,1 мм. Основное количество осадков выпало в первой половине декады. Они были в основном в виде мокрого снега или выпавший снег, из-за положительных дневных температур, быстро отсыревал. Ветра в основном в эту декаду были юго-западные или западные. Северо-западное направление ветер имел 26 и 28 февраля. К концу декады уровень снега в пойменном лесу (снегомерный маршрут № 4) составила 64,08 см, что на 5,4 см выше, чем к концу второй декады. Давление за эту декаду колебалось часто. Максимальное давление составило 102,41 кПа (29 февраля), а минимальное – 98,99 (23 февраля) и в среднем составило 100,91 кПа, что на 0,415 кПа ниже нормы.

### МАРТ

Март был теплее обычного. Средняя температура марта была выше среднемноголетних данных на 3,85°C и составила -2,4°C. Самая низкая температура была отмечена 15 и 21 марта (-16,5°C), а максимальная – 31 марта (+8°C). За месяц (большая часть в начале) выпало большое количество осадков – 31,6 мм, что превышает февральскую норму на 143,6%. Среднее месячное давление составило 100,89 кПа, что всего на 0,435 кПа ниже нормы.

Первая декада марта была заметнее теплее обычного, отклонение от нормы (-9,3°C) на 8,5°C. Минимальная температура -12,5°C была отмечена в начале декады – 1 марта. В этот и последующий день были самые холодные за декаду (среднесуточные температуры -6,3°C и -5,25°C). В следующие дни декады кроме 5 и 10 марта среднесуточные температуры были положительными и колебались от 0°C (6.03) до +2,25°C (8.03). За первые 10 дней марта выпало 11,6 мм осадков, что составляет 193,3% от нормы (6 мм). Больше половины осадков выпало в виде дождя. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 101,765 кПа, что на 0,44 кПа выше нормы (норма 101,325 кПа). Максимальное давление были 1 и 9 марта – 102,5 кПа и 102,68 кПа, а минимальное 3 марта – 100,76 кПа. Два дня после оттепели и выпадения осадков в виде дождя, стоял густой туман. Ветра в эту декаду были в основном юго-восточные. К концу декады уровень снега в пойменном лесу составил 58,4 см. В последний день декады, 10 марта, после ночных заморозков появился наст, который на открытых местах хорошо держал лыжника.

Вторая декада марта была чуть теплее обычного. Средняя декадная температура составила -5,07°C, что на 1,63°C превышает норму (-6,7°C). Самая низкая температура была в се-

редине декады (15 марта) и ближе к концу декады (19 марта) –  $-16,5^{\circ}\text{C}$  и  $-15,5^{\circ}\text{C}$  соответственно. Максимальная температура отмечена в начале декады – 11 марта ( $+5^{\circ}\text{C}$ ). Относительно теплая погода была в первый день декады, когда среднесуточная температура достигала  $+0,5^{\circ}\text{C}$ . В остальные дни среднесуточные температуры были отрицательными. Из 10 дней декады дневная температура была положительной в первые три дня и 16 и 17 марта, а 18 марта достигала  $0^{\circ}\text{C}$ . Количество осадков в течение II декады месяца выпало 2,4 мм, что составляет 34,28% от нормы (норма 7 мм). С осадками были 4 дня. Из них 2 дня выпадало всего по 0,1 мм осадков. Свежий снег выпал на наст. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 100,182 кПа, что на 1,143 кПа меньше нормы. Максимальное давление было 11 марта – 102,02 кПа, а минимальное 18 марта – 98,02 кПа. В первые 5 дней давление превышало 101,2 кПа, а последующие дни были ниже 99,95 кПа. Ветра в эту декаду дули северо-западные, реже западные. Два дня (14 и 15 марта) ветра были северо-восточные или восточные, а 1 марта – юго-восточные. Уровень снега в пойменном лесу к концу декады составило 57,6 см. В начале декады (11 марта), после продолжительных теплых дней на реке Б. Кокшага появились закраины, которые в последующем, после похолодания, снова исчезли. Отмечен пролет орлана-белохвоста на оз. Соленом (16 марта).

Третья декада марта была теплее обычного. Средняя декадная температура составила  $-1,55^{\circ}\text{C}$ , что на  $1,35^{\circ}\text{C}$  превышает норму ( $-2,9^{\circ}\text{C}$ ). Самая низкая температура была в начале декады (21 марта) и составила  $-16,5^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура отмечена в конце декады – 31 марта ( $+8^{\circ}\text{C}$ ). Относительно теплая погода была только в последние 3 дня декады, когда среднесуточная температура была примерно в пределах  $+1,3^{\circ}\text{C}$  –  $+3,7^{\circ}\text{C}$ . Еще в середине декады (26 марта) среднесуточная температура достигала  $+0,5^{\circ}\text{C}$ . Все ночные температуры были отрицательными. Также отрицательную дневную температуру имели первый и третий день декады (21 и 23 марта). Осадков за последнюю декаду марта выпало значительное количество – 17,6 мм (185,5% от нормы), за 4 дня. Осадки были в первой половине декады. Наибольшее количество выпало с 26 на 27 марта – 8,7 мм (в виде дождя). Давление атмосферного воздуха в среднем за декаду составило 100,72 кПа (на 0,605 кПа меньше нормального атмосферного давления). Самое низкое давление 99,65 кПа было 24 февраля. Давление превышающее нормальное наблюдалось в последние 3 дня декады. Из них 30 марта было самое большое атмосферное давление 101,62 кПа. Ветра в эту декаду были в основном северо-восточные (5 дней) и юго-западные (4 дня). Остальные два дня дули северные ветры. Уровень снега в пойменном дубово-липовом лесу составил 53,6 см. В эту декаду начался пролет птиц. За эту декаду произошли следующие изменения в природе и жизни животных.

## АПРЕЛЬ

Средняя температура апреля 2016 года была выше среднемноголетних данных на  $2,9^{\circ}\text{C}$  и составила  $+6,8^{\circ}\text{C}$  (при норме  $+3,9^{\circ}\text{C}$ ). Самая низкая температура была отмечена утром 7 апреля  $-3,5^{\circ}\text{C}$ , а максимальная – днем 16 апреля ( $+22,5^{\circ}\text{C}$ ). Осадков за этот месяц выпало 41,7 мм, что составило 119,1% от нормы. Основное количество осадков выпало в первую декаду. Среднее атмосферное давление за месяц составило 100,51 кПа, что ниже обычного на 0,815 кПа (норма 101,325 кПа). За этот месяц прилетели большинство птиц, которые успели создать пары, свить гнезда и отложить яйца, а некоторые уже сесть для их высаживания. Снеговой покров исчез. Начали раскрываться почки у большинства деревьев и кустарников, а некоторые даже дали первые раскрывшиеся листья. Многие весеннецветущие растения к концу месяца массово цвели.

Первая декада апреля была теплее обычного, отклонение от нормы на  $3,3^{\circ}\text{C}$ . Минимальная температура  $-3,5^{\circ}\text{C}$  отмечена утром 7 апреля, когда ночью было звездное небо. Всего три ночи были холодные, с отрицательной температурой, в начале декады (1 апреля) и во второй половине декады 7 и 8 апреля. К утру в эти дни лужи покрывались небольшим слоем льда, а 7 и 8 апреля был даже на снегу наст, который держал человека и продержался до 9-10 часов утра. Максимальная дневная температура была в последний день декады, 10 апреля -  $+15^{\circ}\text{C}$ . Все десять дней декады были с положительной дневной температурой (от  $+3^{\circ}\text{C}$  до  $+15^{\circ}\text{C}$ ). Днем ветра были в основном северо-западные или северо-западные, только 3 последние дня ветер был юго-западный. За первые 10 дней апреля выпало 22,8 мм осадков (все в виде дождя), что составляет 253,3% от нормы (9 мм). Из 10 дней с осадками были 5 дней. Дожди способствовали таянию снега и к концу декады снежный покров на открытых участках на половину был сокращен. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 100,092 кПа, что ниже обычного на 1,233 кПа (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было в последний день декады (10 апреля) – 101,3 кПа, что ниже нормального давления. Минимальное давление было 3 апреля – 98,19 кПа. Уровень снега в пойменном лесу, к концу декады в среднем составлял 31,3 см. Половодье в реке не наступил, а подъем воды по сравнению с зимним уровнем льда составил 125 см (на утро 10 апреля).

Вторая декада апреля была теплее обычной. Средняя декадная температура составила  $+7,8^{\circ}\text{C}$ , что на  $3,3^{\circ}\text{C}$  превышает норму ( $+4,5^{\circ}\text{C}$ ). Самая низкая температура была отмечена в начале декады 20 апреля ( $-0,9^{\circ}\text{C}$ ), а максимальная в середине декады – 16 апреля ( $+22,5^{\circ}\text{C}$ ). Из десяти ночей, 2 были с отрицательной температурой, но еще 3 ночи были с нулевой температурой. Всего за декаду были 6 утренних заморозка. Из них два раза лужи покрывались тонким слоем льда, а остальные дни на почве местами был слабый иней. Дневные температуры были все положительными и в среднем составили  $+14,1^{\circ}\text{C}$ . только первый день декады

был прохладным ( $+5,1^{\circ}\text{C}$ ). Дневная температура постепенно нарастала и к 16 апреля достигла  $+22,5^{\circ}\text{C}$ . Была практически летняя погода, только холодный воздух от реки и леса ухудшал полное ощущение лета. В дальнейшем дневная температура постепенно падала и дошла до  $+13,5^{\circ}\text{C}$  к концу декады. Из-за холодного усиливающегося ветра температура казалась ниже, чем на самом деле. Вода на р. Б. Кокшага в п. Старожильск от уровня 145 см (относительно уровня льда зимой) в начале декады поднялась до 428 см 18 апреля. В этот день был пик половодья. Вода поднималась первые сутки на 20-30 см. На третьи сутки был подъем на 50 см, а последующие две – по 1 м. в дальнейшем вода поднималась по 30 и 15 см. На своем пике уровень воды продержался один день и начал уменьшаться сначала 0,5 см потом 4,5 см к концу декады. Вода затопила крайние огороды у восточного конца поселка и на северном конце. Уже к концу декады в них начали появляться островки суши. К концу второй декады апреля снега в поселке Старожильск уже не было. В лесу оставалось около 1% снега. Снег еще лежал по краям лесных полей, на северной экспозиции. Осадков за декаду выпало ниже нормы – 12,2 мм, что составило 87,1% от нормы (норма 14 мм).

Ветра в эту декаду были в основном юго-восточные – 6 дней. С северо-западного направления дули два дня и по одному дня с восточного и северо-восточного. Ветра были переменчивые слабовозметные или умеренные во второй половине декады. Порой за день они меняли направление на противоположное. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 100,455 кПа. Максимальное давление было 12 апреля – 101,51 кПа, а минимальное 15 апреля – 99,5 кПа. Чуть выше нормы (норма 101,325 кПа) давление поднималось только 12 апреля и достигла максимального значения (101,51 кПа) за декаду. Остальные дни были все с низким атмосферным давлением. Снега в пойменном лесу к концу второй декады уже не стало, из-за подтопления речной водой.

Третья декада апреля была чуть теплее обычной. Средняя декадная температура составила  $+8,7^{\circ}\text{C}$ , что на  $1,8^{\circ}\text{C}$  ниже нормы ( $+6,9^{\circ}\text{C}$ ). Самая низкая температура была отмечена утром 24 апреля ( $-1^{\circ}\text{C}$ ), а максимальная – 26 апреля ( $+22^{\circ}\text{C}$ ). Ночные температуры колебались от  $-1^{\circ}\text{C}$  до  $+9^{\circ}\text{C}$ . Две ночи были с отрицательной температурой, а одна с нулевой температурой. В эти дни были утренние заморозки. Осадков за последнюю декаду апреля выпало чуть меньше обычного, всего 6,7 мм при норме 12 мм, что составляет 55,8%. Всего с осадками было 2 дня. Еще один день был небольшой дождь, который даже не промочил местами высохший песок и осадкомером нельзя было это зафиксировать. Солнечных дней было много, а ночи были часто ясными и звездными. Давление атмосферного воздуха в среднем за III декаду составило 100,978 кПа. Максимальное давление было 29 апреля – 102,3 кПа, а минимальное 22 апреля – 99,15 кПа. Чуть выше нормы (норма 101,325 кПа) давление поднималось 25, и с 27-30 апреля. Остальные дни были все с низким атмосферным давлением. Ветра

в эту декаду были выше умеренного, в основном юго-восточные (5 дней). В первый день декады, при юго-западном шквалистом ветре, был сильнейший ураган, переломавший сухой в лесу.

## МАЙ

Средняя температура мая 2016 года была выше среднемноголетних данных на  $2,8^{\circ}\text{C}$  и составила  $+14,7^{\circ}\text{C}$  (при норме  $+11,9^{\circ}\text{C}$ ). Самая низкая температура была отмечена утром 11 мая  $-0,5^{\circ}\text{C}$ , а максимальная – днем 28 мая ( $+34,5^{\circ}\text{C}$ ). Жаркой погоде мая способствовало малое количество осадков. При норме 45 мм выпало всего 21,1 мм осадков, что составило 47,1% от нормы. Из-за жаркого конца мая цветение многих растений началось раньше обычного, проходило быстро. В сухих сосняках к концу месяца листья некоторых растений начинали увядать, и только к вечеру тургор в них восстанавливался. Птицы первого периода прилета успели вывести птенцов, а некоторые сами начали добывать корм. Атмосферное давление в среднем за май составило 101,04 кПа, что чуть ниже обычного (норма 101,325 кПа).

Первая декада мая была чуть теплее обычного. Среднедекадная температура составила  $+12,95^{\circ}\text{C}$  отклонение от нормы на  $2,3^{\circ}\text{C}$  (норма –  $+10,6^{\circ}\text{C}$ ). Минимальная температура –  $0^{\circ}\text{C}$  отмечена ночью с 10 на 11 мая. К утру местами на траве образовался иней. Других ночей с отрицательной температурой не было. Максимальная ночная температура ( $+10,5^{\circ}\text{C}$ ) была с 9 на 10 мая. В среднем ночная температура за эту декаду составила  $+4,95^{\circ}\text{C}$ . Дневные температуры колебались от  $+17^{\circ}\text{C}$  (в начале декады) до  $+24^{\circ}\text{C}$  (предпоследний день декады) и в среднем составили  $+20,95^{\circ}\text{C}$ . Днем ветра были умеренные, в основном юго-восточные (5 дней), северо-западные и южные (по 2 дня) и юго-западный (1 день). За первую декаду мая выпало 3,1 мм осадков, что составляет 28,18% от нормы (11 мм). Из 10 дней с осадками были 4 дня. Из них за два дня выпало всего 0,1 мм осадков. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 101,205 кПа, что чуть ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было в первый день декады – 101,5 кПа, а минимальное в последний день декады – 100,8 кПа.

Вторая декада мая по средним температурным показателем была близка к норме –  $12,2^{\circ}\text{C}$ . Отклонение от нормы составило  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Минимальная температура  $-0,5^{\circ}\text{C}$  отмечена утром 14 и 15 мая. Утром в эти дни и 13 мая на почве был заморозок и иней, который прихватил цветки цветущих в это время растений. Максимальные ночные температуры были в начале и конце декады –  $+9,5^{\circ}\text{C}$  и  $+10,5^{\circ}\text{C}$ . Дневные температуры колебались от  $+16^{\circ}\text{C}$  (13 и 14 мая) до  $24,5^{\circ}\text{C}$  (13 и 15 мая). Днем ветра были умеренные, в основном юго-западные или юго-восточные (по 3 дня). Два дня дул северо-восточный ветер. Северо-западный и южный ветра были по одному дню. За вторые 10 дней мая выпало 4,3 мм осадков, что составляет 26,9 % от нормы. В прошлом году осадки превышали двойную норму. С осадками были 2

дня. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 100,893 кПа, что ниже нормы (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 19 мая – 101,45 кПа, а минимальное 12 мая – 99,8 кПа. Выше нормы давление показывало всего один день.

Третья декада мая была теплее обычного (среднедекадная - +17,6°C), отклонение от нормы на 4,5°C (в 2015 г. – на 6,6°C). Минимальная температура +2°C отмечена в последний день декады. Максимальная дневная температура отмечена 28 мая (34,5°C). В эти же сутки была отмечена и максимальная ночная температура 13,5°C. При этом среднесуточная температура составила +24°C. Дневные температуры колебались от 17,5°C до 34,5°C и составили в среднем 24,5°C. Ночные температуры были в пределах от +2°C до +13,5°C и составили в среднем +9,8°C. За последние 11 дней мая выпало 13,7 мм осадков, что составляет 76,1% от нормы (норма 18 мм). Дожди были в основном в начале декады. Отсутствие воды привело к дальнейшему уменьшению уровня воды на реке Большая Кокшага. Атмосферное давление в среднем за III декаду составило 101,04 кПа, что чуть выше нормы (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 29 и 31 мая – 101,6 кПа, а минимальное 22 мая – 100,42 кПа. Из-за жаркого конца мая купальный сезон был открыт 28 мая.

## ИЮНЬ

Средняя температура июня 2016 года была выше среднемноголетних данных на 1,2°C и составила +17,4°C (при норме +16,2°C). Самая низкая температура была отмечена утром 1 июня - 2°C, а максимальная – днем 19 июня (+34,5°C). Прохладная погода в начале месяца сменилась жарким в середине месяца и нормальной температурой в конце декады. С 17 по 20 июня наблюдался такой фенологический период, как полное лето, которое обычно бывает в июле или даже в августе. При июньской норме 61 мм осадков выпало 67,6 мм, что составило 110,6% от нормы. Наибольшее количество осадков 32 мм выпало в один день – 19 июня (больше половины месячной нормы).

Среднедекадная температура первой декады июня была близкая к норме, отклонение от нормы на -0,04°C. Минимальная температура 2°C отмечена в первый день декады. Максимальная ночная температура была с 6 на 7 июня – +12°C. Дневные температуры колебались от +13°C до 25,5°C. Максимальная дневная температура была 4 июня. Днем в основном ветра были с-з, только к концу декады он поменялся на ю-з. За первую декаду июня выпало 22,4 мм осадков, что составляет 160% от нормы (17 мм). Из 10 дней с осадками были только 4 дня. Выпавшие подряд осадки смогли хорошо промочить почву, а на лесных дорогах появились лужи. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 100,419 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 1 июня – 101,75 кПа, а минимальное 5 июня – 99,4 кПа, перед дождем.

Вторая декада июня в отличие от первой и была теплой, отклонение от нормы на 3,5°C. В первой половине декады ночные температуры были еще не очень высокие, в пределах от 4,6°C до 11°C. Ночные и дневные температуры второй половины резко отличались высокими значениями. По их показаниям наступило полное лето, когда ночные температуры выше +15°C, а дневные выше 30°C. Максимальная температура днем составила 34,5°C (19 июня), а ночью 19°C (17 июня). Максимальная среднесуточная температура отмечалась 17 июня - 25,25°C, а минимальная 13 июля - 12,8°C. Днем ветра были северо-восточные с приходом тепла поменялись на юго-восточные. С осадками были 3 дня. За декаду выпало 34 мм осадков, что составляет 147,8% от нормы (норма 23 мм). Сильный ливень был 19 июня – 32 мм. Небольшие осадки (по 1 мм) были в первые два дня декады. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 101,022 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 17 июня – 101,35 кПа, в самый жаркий день декады, а минимальное 13 июня – 100,49 кПа, в самый прохладный день декады.

Средняя температура третьей декады июня была близка к норме и превысила многолетние данные всего на 0,8°C. Минимальная температура 6°C отмечена утром 28 июня. В первой половине декады ночные температуры были высокие и колебались в пределах от +14,5°C (21 июня) до 16°C. Дневные температуры были в пределах от 26,5°C до 31°C. В остальные дни ночи были прохладны, колебание температур от 6°C (28.06) до 11°C (26.06). Дневные температуры при этом колебались от +21°C до 24,5°C. Ветра были в основном северо-восточные и северо-западные. Дождливыми были 3 дня, из них основная масса осадков – 10,8 мм выпало 22 июня. Небольшие дожди (0,3 и 0,1 мм) были 24 и 26 июня. За третью декаду июня выпало 11,2 мм осадков, что составило всего лишь 53,3% от нормы (норма 21 мм). Атмосферное давление в среднем за III декаду составило 100,89 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 21 июня – 101,89 кПа, а минимальное 27 июня – 99,9 кПа. Повышенное давление было всего два первых дня декады.

## ИЮЛЬ

Средняя температура июля 2016 года была выше среднемноголетних данных на 2,2°C и составила +20,6°C (при норме +18,4°C). Самая низкая температура была отмечена ночью с 5 на 6 июля +8°C, а максимальная – днем 3 и 31 июля (+34°C). Высокие температуры с нехваткой осадков привели к раннему созреванию многих ягод и их исчезновению. Грибы появлялись в небольшом количестве и также быстро исчезали. Только лисички плодоносили продолжительное время. Ветра в основном были северо-западные. Осадков не хватало во второй и третьей декаде, что привело к пожелтению некоторых листьев липы, вяза, черемухи, березы и началу их листопада. При норме 83 мм выпало всего 53,2 мм осадков, что составляет 64,09%. Из-за этого на открытых местах (пустошах) начали вянуть растения и желтеть вайи

орляка. Среднемесячное давление было 100,67 кПа, что на 0,665 кПа ниже обычного (норма 101,325 кПа).

Первая декада июля началась с увеличением температуры после последней декады июня. Средняя температура этой декады июня была чуть выше нормы 19,5°C, при норме 18,2°C. Отклонение за I декаду составило 1,3°C. Максимальная температура 34°C отмечена в начале квартала - 3 июля. В этот день и ночная температура была высокой – 15,5°C. Только ночью с 8 на 9 июля она была чуть выше - 16°C. Температурные данные 3 июля соответствуют периоду полного лета. Но в дальнейшем температура стала падать. Минимальная ночная температура была с 5 на 6 июля – +8°C. Дневные температуры колебались от +18,5°C (9 июля) до 34°C. Днем ветра были ниже умеренного, были в основном западные или северо-западные. Эти ветра принесли дожди и прохладу. За первую декаду июля выпало 37,7 мм осадков, что составляет 139,6 % от нормы (27 мм). Сперва 5 и 6 июля были дожди (17 и 05 мм), затем один день был без осадков, потом дожди продолжились еще 3 дня, но в конце декады (10 июля) небольшой дождь (0,2 мм) был только утром. Затем установилась ясная, солнечная погода. За эти три дня выпало всего 20,2 мм осадков. Дожди хорошо промочили почву. Увядавшая трава на открытых местах снова зазеленела. Пересохшие лесные ручьи наполнились водой, а уровень воды в р. Б. Кокшага начала подниматься. До этого она сильно обмелела, обнажая топляк и песчаные берега. После дождя лужи в понижениях лесных дорог быстро исчезли. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 100,274 кПа, что на 1,053 кПа ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было в начале декады (1 июля) – 101,12 кПа. Даже это значение не достигло нормального атмосферного давления. Минимальное давление – 99,45 кПа было 5 июля перед дождями.

Вторая декада июля отличилась от первой сухой и более теплой погодой. Среднесуточная температура отклонилась от нормы на 2,1°C. Из-за нехватки осадков некоторые растения начали сохнуть. За этот квартал зацвели оставшиеся растения, начали появляться зрелые ягоды и плоды, а также некоторые виды грибов. Минимальная ночная температура +12°C отмечена утром с 14 и 15 июля. Также было. Максимальная ночная температура была ночью с 16 на 17 и 20 на 21 июля – +18°C. Эти температуры оказались самыми высокими ночными за два месяца лета. В целом средняя ночная температура была 14,5°C. Дневные температуры колебались от +24°C до +30,5°C и в среднем составила 27,4°C. Днем ветра были в основном северо-западные (6 дней). Юго-восточными, северо-восточными, юго-западными и северными ветрами были по одному дню. Практически все дни были ясные (по крайней мере, утром), но после появления ветра появлялись кучевые облака. Дождливыми были 4 дня – 11, 13, 14 июля выпало по 1,4 мм осадков, а в последний день декады всего 0,1 мм. За вторую декаду июля выпавшие осадки (4,3 мм) составили 14,9% от нормы (29 мм). Атмосферное давление в

среднем за II декаду составило 100,708 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 16 июля – 101,22 кПа, а минимальное 13 июля – 100,17 кПа.

Третья декада июля была самой жаркой декадой за месяц, отклонение от нормы на 3,4°C. Минимальная температура 11°C отмечена в середине III декады, ночью с 26 на 27 и с 27 на 28 июля. Остальные ночи были также относительно прохладны, колебались от 11°C до 16°C (ночью с 22 по 23.07). Средняя ночная температура третьей декады была ниже почти на 1°C, чем таковая во второй декаде. Дневные температуры колебались от +25°C (в первый день декады) до +34°C (конец декады). Из-за жарких дней плохо плодоносили огурцы на грядках, а у малины не все цветки дали плоды. Ветра были в основном юго-восточные и северо-западные (по 5 дней). За третью декаду июля выпало всего 11,2 мм осадков, что составляет 44,33% от нормы (27 мм). К концу квартала в лесах начали желтеть листья липы, вяза и березы, а листья начали падать уже в начале декады. Атмосферное давление в среднем за III декаду составило 100,99 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 26 июля – 101,55 кПа, а минимальное 30 июля – 100,61 кПа.

#### АВГУСТ

Средняя температура августа 2016 года была выше среднеголетних данных на 3,8°C и составила +21°C (при норме +16,2°C). Самая низкая температура была отмечена 31 августа +5°C, а максимальная – в начале (2 августа) I декады (+34,5°C). Птицы начали позже собираться на юг. Осадков было меньше обычных. При норме 60 мм выпало всего 49,3 мм осадков, что составляет 82,2%. Среднемесячное давление составило 101,33 кПа (при норме 101,325 кПа). Грибы из-за неравномерного выпадения осадков то появлялись, то исчезали. Мухоморы и белые грибы практически не плодоносили в этом месяце. Клюква не успела созреть к концу месяца. Брусника также не вся поспела. В этом году она меньше по размерам и менее сочная, чем обычно.

В первой декаде августа продолжилось повышение температуры. Среднедекадная температура составила +22,5°C. Отклонение среднесуточных температур от нормы за I декаду составило +5°C. Начали созревать ягоды брусники, рябины. Из-за жаркой погоды и отсутствия осадков перестали расти грибы, а в лесу начался преждевременный листопад у деревьев и кустарников. Отцвели основные травы и созрели у многих семена. Максимальная температура 34,5°C отмечена в начале декады – 2 августа. Дневные температуры колебались от +26°C до +34,5°C. Минимальная ночная температура была с 9 на 10 августа – +10°C. Днем ветра были малозаметные, в основном юго-западные (7 дней). Два дня дул юго-восточный ветер, а один – западный. За первую декаду августа выпало 5,4 мм осадков, что составляет 33,75% от нормы (16 мм). Основная масса дождя выпала 8 августа – 5 мм. Еще 0,4 мм выпало 3 августа. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 101,252 кПа, что чуть

ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 7 и 10 августа – 101,66 и 101,65 кПа, а минимальное 2 августа – 100,51 кПа. За эту декаду вылетели последние птенцы птиц, а некоторые из них начали улетать на юг.

Вторая декада августа ничуть не отличалась по температурному режиму. Средние ночные температуры (15,5°C) были даже выше, чем в первую декаду месяца (14,5°C). Среднедекадная температура составила +22,5°C. Отклонение среднесуточных температур от нормы за II декаду составило 6,5°C. Ночная температура колебалась от 11°C до 19,5°C. Минимальная температура отмечена с 16.08 на 17.08. Максимальная дневная температура +34°C отмечена 20 августа. Это всего на 0,5°C меньше максимальной температуры за 2016 г. Дневные температуры колебались от +27°C (15 августа) до +34°C. Днем ветра были умеренные, в основном юго-западные (5 дней) и юго-восточные (4 дня). Северо-западный ветер был всего в один день. За вторую декаду августа выпало 23,3 мм осадков, что составляет 89,6% от нормы (26 мм). Дождливых было 4 дня. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 101,404 кПа, что чуть выше обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 18 августа – 101,95 кПа, а минимальное 15 августа – 100,48 кПа. За эту декаду начали улетать многие певчие птицы и готовятся к отлету хищные. Начали массово цвести солонечник русский, крестовник татарский. Грибы начали появляться только после дождя. Начали собирать и продавать бруснику.

В третьей декаде августа (до середины) продолжилась аномально теплая температура. Первые 4 дня были по-летнему теплые, а 23 августа ночные и дневные температурные режимы соответствовали такому фенотипу года, как Полное лето. Затем с ночи 24 августа температура начала падать. Ночные температуры в последний день декады упали до 5°C, но заморозков не было. Среднедекадная температура составила +18,3°C. Отклонение среднесуточных температур от нормы за III декаду составило 3,3°C. Ночная температура колебалась в пределах +18°C (в первый день декады) до +5°C (в последний день декады) и в среднем составила +11,5°C. Дневная температура колебалась от +18°C до +33,1°C и в среднем составила +25,2°C. Начало желтения листьев (из-за жары) деревьев приостановилось. Почему-то основная масса ягод брусники еще не успела созреть, хотя они уже начали опадать с кистей. Ягоды клюквы были еще с зелеными боками. В сосняках пожелтели вайи орляка, листья ландыша, купены и других растений.

За третью декаду августа выпало 20,6 мм осадков, что составляет 114,4% от нормы (18 мм). Дождливых было 3 дня (в начале и конце декады). Самое большое количество осадков (12,1 мм) выпало с 22 августа. Эти осадки привели появлению плодовых тел некоторых грибов, которых практически давно не было. Были отмечены лисички, подберезовики, подосиновики, сыроежки, дождевики, луговые опята и в небольшом количестве белые грибы. Ат-

атмосферное давление в среднем за III декаду составило 101,33 кПа, что равно обычному (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 22 августа – 102,17 кПа, а минимальное 28 августа – 100,2 кПа. Ветра в эту декаду были северо-западные и северные. Произошли следующие феноявления в природе.

### СЕНТЯБРЬ

Средняя температура сентября 2016 года была выше на +0,8°C, чем многолетние данные и составила +10,9°C (при норме +10,1°C). Самая низкая температура была отмечена 17 сентября +2,5°C, а максимальная – 4 сентября (+21,5°C). Последние ласточки (4 особи) отмечены 20 сентября. Последние пролетные трясогузки были 29 сентября. Пеночки теньковки и горихвостки-лысушки пели до конца сентября. Осадков было больше обычного. При норме 56 мм выпало всего 103,3 мм осадков, что составило 184,5%. До конца сентября обильно «плодоносили» грибы. Золотая осень наступила 23 августа, а бабье лето в сентябре было 1 день – 25 сентября. Такого короткого бабьего лета не было за весь период наблюдений в заповеднике. До конца сентября летали бабочки, некоторые стрекозы, стрекотали кобылки и кузнечики. Конец листопада у черемухи был 24 сентября. Некоторые липы также в этот день были уже без листьев.

Первая декада сентября отличалась от предыдущей декады резким уменьшением средних ночных и дневных температур. Заморозки за эту декаду не было. Отклонение среднесуточных температур от нормы за I декаду составило всего +0,07°C. Максимальная температура 21,5°C отмечена в первой половине декады – 4 сентября. Дневные температуры колебались от +14°C до +21,5°C. Минимальная ночная температура была 4 и 8 сентября – +3,5°C, а максимальная 6 сентября – 13,5°C. Ветра были в основном северо-западные и северо-восточные (по 3 дня), принесшие прохладу и дожди. По два дня дули западные и юго-западные ветра. За первую декаду сентября выпало 28,2 мм осадков, что составляет 156,6% от нормы (18 мм). С осадками были 6 дней. Самые дождливые были 5 и 8 сентября – по 13,6 и 11,8 мм соответственно. Этих осадков было достаточно, чтобы начали появляться грибы. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 100,629 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 7 и 10 сентября – 101,1 кПа, а минимальное 8 сентября – 99,7 кПа.

Дни второй декады сентября отличались колебаниями, но бабье лето, как в прошлом году в это время так и не наступило. Отклонение среднесуточных температур от нормы за II декаду составило всего +0,15°C. Ночная температура составила в среднем +7,49°C. Наименьшая температура составила +2,5°C (17 сентября), что на +0,49°C меньше, чем в первую декаду. Заморозков в эту осень еще не было. Максимальная дневная температура +16°C отмечена 12 сентября. Дневные температуры колебались от +8°C (16.09) до +16°C (12.09) и со-

ставили в среднем  $+13,01^{\circ}\text{C}$ . Днем ветра были умеренные, слабо заметные в основном северо-западные или юго-западные. За вторую декаду сентября выпало 32,7 мм осадков, что составило 163,5% от нормы (20 мм). Дождливым были все дни, кроме первого дня декады. Максимальное количество осадков 9,3 и 9,9 мм выпали 12 и 18 сентября соответственно. За эту декаду массово начали плодоносить все грибы. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 100,485 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 12 сентября – 101,6 кПа, а минимальное в следующий день – 99,5 кПа.

В третьей декаде сентября продолжилась прохладная погода, но с меньшим количеством дождливых дней. Золотая осень наступила 23 сентября. Среднесуточная температура третьей декады сентября была чуть ниже второй декады и составила  $10,1^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,3^{\circ}\text{C}$  выше средних многолетних данных за этот период. Максимальная температуры достигали до  $+19,5^{\circ}\text{C}$  (25.09). Дневная температура колебалась от  $+9,2^{\circ}\text{C}$  до  $+19,5^{\circ}\text{C}$ . Ночные температуры колебалась в пределах  $+3,5^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$ , и в среднем составила  $+7,1^{\circ}\text{C}$ , что на  $+0,39^{\circ}\text{C}$  меньше, чем во вторую декаду. Ночных заморозков в эту осень так и не было. Дневная температура колебалась от  $+10,5^{\circ}\text{C}$  до  $+26,5^{\circ}\text{C}$  и в среднем составила  $+22,3^{\circ}\text{C}$ . Самые большие температуры (от  $13^{\circ}\text{C}$  до  $19,5^{\circ}\text{C}$ ) держались пять дней - с 22 по 26 сентября. За третью декаду августа выпало 42,4 мм осадков, что составляет 235,5% от нормы (18 мм). Дождливым были 5 дней. Основное количество осадков выпало в первые 2 дня и последний день декады. Из-за большого количества осадков было обильное появление грибов. Также появились грибы и на отмерших деревьях (опята осенние и вешенка обыкновенная). Атмосферное давление в среднем за III декаду составило 101,28 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 24 сентября – 101,9 кПа, а минимальное 22 сентября – 100,4 кПа. Основные певчие птицы улетели на зимовку. Остальные большими стаями передвигаются с остановками на юг. Практически до конца III декады периодически стрекотали кобылки, кузнечики, летали бабочки дневные, стрекозы, осы. Золотая осень (без бабьего лета) наступила 23 сентября.

## ОКТЯБРЬ

Средняя температура октября 2016 года была ниже среднемноголетние данные и составила  $+2,6^{\circ}\text{C}$  (при норме  $+3^{\circ}\text{C}$ ). Самая низкая температура была отмечена утром с 25 на 26 октября  $-9,5^{\circ}\text{C}$ , а максимальная – в начале месяца, 4 октября ( $+20,4^{\circ}\text{C}$ ). С 23 по 25 октября наблюдалось очень высокое атмосферное давление (самое большое в этом году). Оно достигало 104,3-104,6 кПа при норме 101,325 кПа. Осадков было очень мало. При норме 50 мм выпало 9,5 мм осадков, что составило 18,88%. Из-за нехватки осадков уровень воды в реке был очень маленьким, как в жару летом. Первый заморозок на почве был только 9 октября. Первый редкий снег начал падать ночью 12 октября. Снежный покров образовался 29 октября.

Старицы покрылись первым тонким льдом 23 октября. Постоянный лед появился только 26 октября. Последние горихвостки-чернушки отмечены 22 октября. Небольшие стайки зябликов с вьюрками, стаи уток-крякв так и не улетели к концу месяца. Первые свиристели появились 2 октября, пуночки – 22 октября. За месяц устанавливался дважды снежный покров, который почти полностью растаял. Медведи к концу месяца не легли на зимовку. Зайцы в «белых штанишках» были замечены 22 октября.

Первая декада октября началась с увеличением дневных температур, которая продолжилась до 4 октября. Отклонение среднесуточных температур от нормы за I декаду составило  $2,8^{\circ}\text{C}$ . В конце декады (3 дня) были утренние заморозки. Появились первые замерзшие корки на поверхности воды в емкостях. Листопад усилился и к концу декады у осины, ив, ольхи осталось около 10% листьев. Только березы держали еще около половины пожелтевших листьев. В начале декады еще было много грибов (белые, подберезовики и другие малоизвестные грибы), которые после заморозков начали встречаться реже. Днем видны были еще осы, некоторые бабочки, комары толкунцы. Максимальная температура  $+20,3^{\circ}\text{C}$  была отмечена 4 октября. Дневные температуры колебались от  $+6,5^{\circ}\text{C}$  до  $+20,3^{\circ}\text{C}$  и в целом составили  $+12,13^{\circ}\text{C}$ . Ночные же температуры колебались в пределах от  $+8^{\circ}\text{C}$  до  $-2,5^{\circ}\text{C}$ . Минимальная ночная температура была в последнее утро декады. Ветра были разнообразные, умеренные, порой за сутки менялись на противоположные. По два дня ветра были западные, северные, северо-восточные, юго-западные. По одному дню дули с юго-востока и северо-запада. За первую декаду октября выпало 4,2 мм осадков, что составило 24,7% от нормы (17 мм). Основное количество осадков выпало 7 октября – 3,1 мм. Большинство луж на лесных дорогах высохли. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 101,971 кПа, что выше обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 6 октября – 102,7 кПа, а минимальное 1 октября – 100,66 кПа.

Вторая декада октября (первый день) началась с нулевой среднесуточной температурой, которая постепенно увеличивалась (до 15 октября). Затем, 16 октября среднесуточная температура была  $-0,85^{\circ}\text{C}$ . Среднесуточная температура за эту декаду составила  $2,03^{\circ}\text{C}$ . Отклонение среднесуточных температур от нормы за II декаду составило  $-1,47^{\circ}\text{C}$  (норма  $+3,5^{\circ}\text{C}$ ). Ночная температура колебалась от  $+2,7^{\circ}\text{C}$  до  $-5,2^{\circ}\text{C}$  и составила в среднем  $-0,21^{\circ}\text{C}$ . Минимальные ночные температуры были с 11 и 16 октября –  $-5^{\circ}\text{C}$  и  $-5,2^{\circ}\text{C}$ . Максимальная дневная температура  $+5,5^{\circ}\text{C}$  отмечена 12 октября. Дневные температуры колебались от  $+2,5^{\circ}\text{C}$  до  $+5,5^{\circ}\text{C}$  и составили в среднем  $+4,27^{\circ}\text{C}$ . При этой температуре вились комары-толкунцы. Вторично зацвели некоторые кусты ракитника русского. Грибы росли до конца декады, хотя многие были подморожены. Днем ветра были умеренные, в основном северные (5 дней) и северо-западные (4 дня). За вторую декаду октября выпало всего 2,9 мм осадков, что состав-

ляет 17,06% от нормы (17 мм). Осадки были в основном в виде дождя и немного в виде снега. С осадками было 6 дней. Грунтовые воды начали подать, уменьшился уровень воды в реке. В эту декаду отмечены массовые кочевки свиристелей, дроздов, грачей, галок, снегирей. Еще были замечены последние зяблики, вьюрки, дубоносы, горихвостки чернушки, камышовые овсянки. Пеночки теньковки уже не обнаружены. С небольшим количеством не опавших листьев к концу декады остались береза, ивы, позднораспускающийся дуб. Первый снег выпал 13 октября. Последняя радуга отмечена 15 октября. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 102,03 кПа, что выше обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 16 и 20 октября – 102,4 кПа, а минимальное 14 октября – 101,33 кПа.

Третья декада октября продолжилась с положительными дневными и ночными температурами, которые были два дня. Затем ночные температуры и даже дневные были отрицательными. Среднесуточная температура с 23.10 также достигла отрицательных величин. Среднесуточная температура за III декаду составила  $-1,6^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,1^{\circ}\text{C}$  ниже нормы (норма  $+0,5^{\circ}\text{C}$ ). Ночные температуры колебалась в пределах  $-9,5^{\circ}\text{C}$  (с 25 на 26.10) до  $+3^{\circ}\text{C}$  (с 22 на 23.10), и в среднем составила  $-4,18^{\circ}\text{C}$ , что на  $-3,97^{\circ}\text{C}$  меньше чем во второй декаде. Дневная температура колебалась от  $-2^{\circ}\text{C}$  до  $+3^{\circ}\text{C}$  и в среднем составила  $+0,92^{\circ}\text{C}$ . Максимальная дневная температура  $+3^{\circ}\text{C}$  отмечена 22 числа квартала. За третью декаду октября выпало 2,4 мм осадков, что составляет 15% от нормы (16 мм). В виде снега выпало 1 мм, а 1,4 мм в виде дождя (22.10). С осадками были 4 дня. За эту декаду выпал первый снежный покров (29.10), который не растаял до конца декады. К концу декады старицы покрылись льдом, а по берегам озер и в некоторых участках реки появилась небольшая полоса льда. Атмосферное давление в среднем за III декаду составило 102,94 кПа, что выше обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было 24 октября – 104,6 кПа (самое большое за этот год). Минимальное давление было 30 октября – 100,59 кПа. Ветра в этой декаде были в основном северные (6 дней) и юго-западные (3 дня). По одному дню ветра дули с юга и с востока. До середины декады были еще свежие грибы, хотя температуры ночные были отрицательные. До конца декады слетели почти все листья с деревьев, кроме березы и вербы.

## НОЯБРЬ

Средняя температура ноября 2016 года была ниже среднемноголетних данные и составила  $-5,5^{\circ}\text{C}$ , при норме  $-4,1^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая температура была отмечена утром с 15 на 16 ноября  $-20,5^{\circ}\text{C}$ , а максимальная – в начале месяца, 8 ноября ( $+1^{\circ}\text{C}$ ). При самой низкой температуре была самая низкая среднесуточная температура месяца  $-15,25^{\circ}\text{C}$ . Первая и последняя декады месяца были более теплыми, чем вторая. Среднесуточная температура последней декады, в отличие от первых двух декад была выше, чем средние температуры за этот период по многолетним данным. Среднее значение давления за этот месяц составило 101,58 кПа, что

чуть выше нормы. Одно из высоких давлений за год наблюдалось 21 ноября - 104,3 кПа при норме 101,325 кПа. Самое низкое давление - 98,92 кПа отмечено 27 ноября. Осадков за этот месяц было много, особенно в первой декаде месяца. При норме 43 мм выпало 76,4 мм осадков, что составило 177,67%. Из-за этого поверх образовавшегося льда на реке появилась вода, которая при замерзании образовала второй слой. В этот месяц (11 ноября) выпал ночью ледяной дождь, который при отрицательной температуре воздуха образовал на деревьях ледяной панцирь, который погнул и поломал много деревьев. Основная масса птиц улетели еще в прошлый месяц. Но некоторые вполне здоровые особи встречались и в этот месяц. В первой половине месяца были отмечены последние орланы-белохвосты, зимняки, овсянки, вьюрки. Во второй половине – зяблики, зарянка, утки-кряквы, зеленушки, рябинники. К концу месяца закончилось откочевывание с севера свиристелей, пуночек, чечеток, снегирей. Их число стабилизировалось. Закончились кочевки серых ворон, галок в западные регионы.

Первая декада ноября продолжилась с уменьшением дневных и ночных температур. Средняя температура ноября 2016 года была ниже среднемноголетних данных на  $-2,3^{\circ}\text{C}$  и составила  $-4,5^{\circ}\text{C}$  (при норме  $-2,2^{\circ}\text{C}$ ). Самая низкая температура была отмечена в последние 2 ночи декады и составили  $-11^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура была 8 ноября и составила  $+1^{\circ}\text{C}$ . Осадков было больше обычного, особенно в конце декады в виде дождя. С осадками было 9 дней. При норме 12 мм выпало 49,85 мм осадков, что составляет 415,4% от нормы (12 мм). Первый выпавший снег так и не растаял, хотя были обильные дожди, около 43,6 мм. Земля промерзла и образовавшиеся лужи после дождя плохо просачивались. До конца декады были утки-кряквы, овсянка, вьюрки, зяблики, орлан белохвост. Ветра были с разных направлений, в основном северные – 3 дня. С севера-запада и юго-востока ветра дули по два дня. По одному дню ветра были южными, западными и северо-восточными., западные, но к концу декады сменились на юго-восточные. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 101,01 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было в последний день декады - 10 ноября – 101,9 кПа, а минимальное 8 ноября – 99,89 кПа.

В первые два дня второй декады температура воздуха в дневное время суток была положительной. Из-за продолжительного дождя при отрицательной температуре все вокруг покрылось наледью. Из-за этого многие птицы не могли долгое время достать корм (семена и ягоды). В первые два дня декады отключился свет в домах. Среднесуточная температура за декаду составила  $-6,5^{\circ}\text{C}$ , что на  $-2,4^{\circ}\text{C}$  больше, чем средние многолетние данные за этот период. Температура в дневное время суток колебалась от  $+0,6^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ , а ночью – от  $-1,5^{\circ}\text{C}$  до  $-20,5^{\circ}\text{C}$ . Низкие температуры привели к сковыванию реки льдом во многих местах. Количество выпавших осадков в этой декаде примерно равнялось норме. Выпало в начале декады осадки в основном виде дождя. С осадками было 6 дней. При норме 13 мм выпало 11,75 мм

осадков, что составляет 90,38 от нормы (13 мм). В виде дождя выпало 11,4 мм осадков. На дорогах появились большие лужи, а на реке поверх льда выступила вода (поднялся уровень воды). Хотя были продолжительные дожди и положительные температуры, первый снег так и не растаял в этом году. Днем ветра были едва заметные, но к концу декады с приходом антициклона и поменявшим направление на южное заметно усилились. Временами мело и сдувало слой свежего снега, выпавший на ледяную корку. Направление ветров были северные, южные и юго-восточные (все по 3 дня), а один день дул восточный ветер. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 102,476 кПа, что выше обычного на 1,151 кПа (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было в последний день декады - 20 ноября – 104,19 кПа, а минимальное 12 ноября – 100,5 кПа.

В третьей декаде ноября температура воздуха в первые 4 дня была практически одинаковой, умеренно холодной. В эти дни среднесуточная температура была в пределах от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-5,8^{\circ}\text{C}$ . В дальнейшем она стала постепенно повышаться и достигла  $-0,5^{\circ}\text{C}$  (28 ноября). С 27 по 29 ноября максимальная температура достигла положительных величин, до  $+0,5^{\circ}\text{C}$ . Снег стал влажным, с крыши начало капать, а на открытых участках появился слабый туман. В конце декады погода стала зимним, по выпавшим осадкам и температуре ( $-14,5^{\circ}\text{C}$ ). В целом средняя температура последней декады ноября составила  $-5,1^{\circ}\text{C}$ , что на  $0,8^{\circ}\text{C}$  выше от нормы (норма  $-5,9^{\circ}\text{C}$ ). Низкие температуры в конце декады привели к сковыванию льда в реке. Остались только небольшие по площади небольшие полыньи. Количество выпавших осадков в этой декаде было ниже нормы. Первые 3 дня были без осадков. Выпало 14,8 мм осадков, что составило 82,2% от нормы (18 мм). Поднявшаяся после дождей в прошлой неделе вода поверх замерзшей реки начала спадать и упала на 40 см. По краям лед треснул и появилась пустоледка. Уровень снега в пойменном лесу составила в среднем 20,2 см, что на 12,4 см выше, чем в конце прошлой декады. Днем ветра были слабые, в основном южного направления – 4 дня. С юго-запада ветра дули 3 дня, с запада 2 дня, а с севера 1 день. Атмосферное давление в среднем за III декаду составило 101,15 кПа, что ниже обычного на 0,175 кПа (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было в первый день декады - 21 ноября – 104,3 кПа, а минимальное ближе к концу декады - 27 ноября – 98,92 кПа.

## ДЕКАБРЬ

Средняя температура декабря 2016 года была ниже среднемноголетние данные и составила  $-10,9^{\circ}\text{C}$  (при норме  $-9,3^{\circ}\text{C}$ ), что ниже на  $-1,6^{\circ}\text{C}$ . Самая низкая температура была отмечена 20 декабря  $-31,5^{\circ}\text{C}$ , а максимальная – в конце месяца, 31 декабря ( $+1^{\circ}\text{C}$ ). К концу месяца, из-за оттепели на поверхность льда на реке Б. Кокшага выступила вода, и появились по краям промоин. Осадков было больше обычного. При норме 38 мм выпало 50 мм осадков, что

составляет 131,6%. Осадки были на протяжении всего месяца и выпадали равномерно по декадам. Уровень снега к концу месяца в пойменном лесу в среднем стало 43,4 мм.

Первая декада декабря началась с увеличением среднесуточных температур, от  $-12,8^{\circ}\text{C}$  в первый день декады до  $-6,5^{\circ}\text{C}$  (5 декабря). В дальнейшем температура начала колебаться, достигнув самого низкого значения утром 8 декабря –  $-29,5^{\circ}\text{C}$ . В этот день была и самая низкая дневная температура  $-17^{\circ}\text{C}$ . Среднесуточная температура достигла  $-23,3^{\circ}\text{C}$ . Средняя декадная температура составила  $-11,8^{\circ}\text{C}$ , что на  $-3,9^{\circ}\text{C}$  меньше нормы (норма  $-7,9^{\circ}\text{C}$ ). Максимальная температура  $+3^{\circ}\text{C}$  отмечена днем 6, 9, 10 декабря. Земля к концу первой декады в пойменном лесу была покрыта снегом в среднем на 30 см. За первую декаду декабря выпало 15,5 мм осадков, что составляет 129,1% от нормы (12 мм). С осадками были 8 дней. Атмосферное давление в среднем за I декаду составило 100,032 кПа, что ниже обычного (норма 101,325 кПа). Максимальное давление было в начале декады - 1 декабря – 101,2 кПа, а минимальное в начале декады - 10 декабря – 97,93 кПа. Ветра были слабые или умеренные в основном южные (4 дня), юго-западные (3 дня), по одному дню дули ветра с севера, запада и северо-запада.

Вторая декада декабря началась с наступлением холодов. Первые четыре дня декады температуры не слишком отличались по значениям, а среднесуточные составили от  $-16,5^{\circ}\text{C}$  до  $-17,5^{\circ}\text{C}$ . Следующие два дня отличались с еще большим уменьшением дневных и ночных температур. Ночная температура достигла до  $-31^{\circ}\text{C}$ . В дальнейшем (2 дня) наступило потепление, со среднесуточной температурой до  $-4^{\circ}\text{C}$  (18 декабря). Среднесуточная температура последнего дня декады была самой низкой за весь год и достигла  $-28,25^{\circ}\text{C}$ . В этот день отмечена и самая низкая температура за год  $-31,5^{\circ}\text{C}$ . Среднесуточная температура за вторую декаду декабря составила  $-17,2^{\circ}\text{C}$ , что на  $-8,1^{\circ}\text{C}$  ниже нормы (норма  $-9,1^{\circ}\text{C}$ ). Небо в эту декаду было в основном переменн-облачное (4 дня) с низкими, быстро бегущими облаками. Ясное и облачное небо были по 3 дня. Днем ветра были разные: южного направления дули 3 дня, северного и западного направления по 2 дня, северо-восточного, юго-западного и северо-западного – по 1 дню. Без осадков был всего один день (15.12). За декаду выпало 17,1 мм, что составляет 114% от нормы (норма 15 мм). К концу декады уровень снега в пойменном лесу в среднем составил 39,14 мм. Атмосферное давление в среднем за II декаду составило 100,657 кПа, что ниже обычного. Максимальное давление было в самые холодные дни 15 и 20 декабря – 102,19 кПа и 102,3 кПа соответственно, а минимальное 11 декабря – 99,2 кПа.

Третья декада декабря отличалась аномально высокими для этого времени года температурами. Только два первых дня декады были относительно прохладными. Среднесуточные температуры III декады колебались от  $-14,3^{\circ}\text{C}$  (22.12) до  $-0,7^{\circ}\text{C}$  (31.12). Два дня (28.12 и 31.12) дневные температуры достигали положительных величин ( $+0,7^{\circ}\text{C}$  и  $+1^{\circ}\text{C}$ ). Среднесу-

точная температура за декаду составила в среднем  $-4,4^{\circ}\text{C}$ , что  $6,6^{\circ}\text{C}$  выше от нормы (норма  $-11^{\circ}\text{C}$ ). Из-за оттепели появилась капель на крыше, снег отсырел, начал оседать и сползать с крыши. На реке поверх льда и под снегом появилась вода. С осадками были 7 дней. Выпало 17,1 мм осадков в виде снега. Дождя не было, но дважды отмечалась мелкая изморозь. За эту декаду выпало 158,2% осадков от нормы. Ветра в эту декаду были слабые и дули в основном с юго-запада – 5 дней. По два дня отмечались западные и юго-восточные ветра. По одному дню ветра были направлены с севера и северо-запада. Небо в эту декаду было облачным (9 дней). Два дня отмечалось переменно-облачное небо. Атмосферное давление в среднем за III декаду составило 100,89 кПа, что ниже обычного. Максимальное давление было 22 декабря – 102,18 кПа, а минимальное 27 декабря – 99,59 кПа.

### 5.3. Результаты снегомерной съемки в зимний период 2016-2017 годов

Результаты снегомерной съёмки, которая традиционно была проведена на четырех постоянных маршрутах, заложенных в различных экотопах заповедника, представлены в табл. 5.4 и на рис. 5.5.

Таблица 5.4

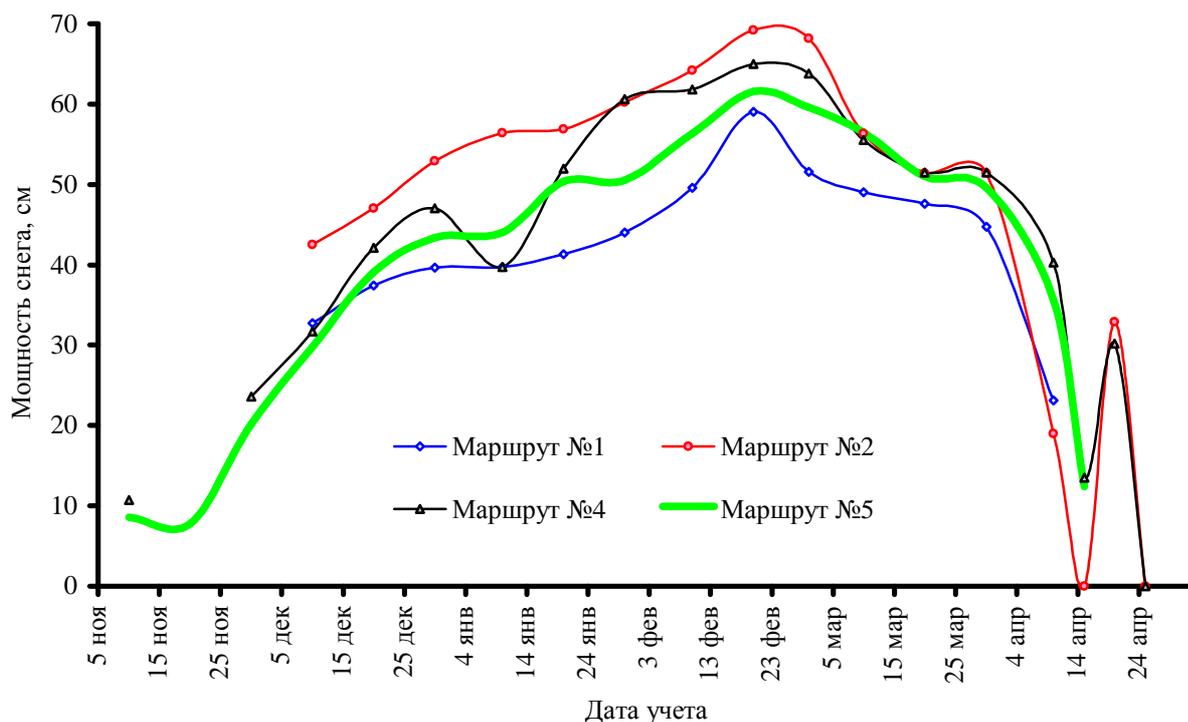
Динамика высоты снежного покрова в 2016-2017 гг.

Дата	Средняя высота снежного покрова на маршрутах, см				Характеристика состояния снежного покрова
	№ 1	№ 2	№ 4	№ 5	
10.11.2016	-*	-	10,7**	8,6	Пушистый, сухой
20.11.2016	-	-	-	7,8	Зернистый, влажный
30.11.2016	-	-	23,6	20,2	Пушистый, сухой
10.12.2016	32,7	42,5	31,7	29,8	Пушистый, сухой
20.12.2016	37,4	47,0	42,1	39,1	Зернистый, влажный
30.12.2016	39,68	52,9	47,0	43,4	Пушистый, сырой
10.01.2017	39,7	56,4	39,7	44,0	Пушистый, сухой
20.01.2017	41,3	56,9	52,0	50,4	Плотный, сухой
30.01.2017	44,0	60,2	60,6	50,5	Сухой, пушистый, ниже плотный
10.02.2017	49,6	64,2	61,8	56,3	Пушистый, сухой
20.02.2017	59,0	69,2	-	61,6	Влажный, зернистый
01.03.2017	51,6	68,2	63,8	59,6	Зернистый, сухой
10.03.2017	49,0	56,3	55,5	56,5	Зернистый наст, влажный
20.03.2017	47,6	51,4	51,5	51,0	Зернистый наст, влажный
30.03.2017	44,7	51,4	51,5	49,6	Зернистый наст, влажный
10.04.2017	23,1	19,0	40,3	35,6	Зернистый влажный
15.04.2017	-	0,0	13,5	12,4	Зернистый влажный
20.04.2017	-	32,9	32,0	-***	Пушистый влажный
25.04.2017	8,0	0,0	0,0	-***	Зернистый сырой
30.04.2017	0,0	0,0	0,0	0,0	

**Примечание:** \* - данные отсутствуют; \*\* - учет проведен 7.11; \*\*\* - снегомер затоплен.

Замер мощности снегового покрова начал проводиться с конца первой декады ноября, когда снегом была покрыта вся территория, прилегающая к маршрутам. Мощность снега в это время составила 8,6 см. Наибольшая средняя мощность снегового покрова отмечена на

втором маршруте и составила 69,2 см, наименьшая на первом маршруте – 59,0 см. Динамика накопления снегового покрова в 2016 году в целом повторяет среднеголетнюю: характеризуется одним, четко выраженным пиком. Однако плавный ход линии нарушается периодическими оттепелями, приведшими к ее прогибам. Так оттепель в конце февраля - начале марта с достаточно высокими для этого времени года положительными температурами, привела к заметному проседанию снежного покрова.



**Рис. 5.5.** Динамика толщины снежного покрова в 2016-2017 гг.

Резкое таяние снега началось в первой декаде апреля с установлением среднесуточной температуры воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Снег полностью растаял на всех маршрутах уже к 15 апреля, но в ночь с 19 на 20 апреля в результате установления отрицательных температур и сильных снегопадов его уровень вновь повысился, составив более 30 см. Снежный покров продержался всего несколько дней и полностью растаял к 30 апреля, пополнив запасы воды в реках.

## 6. Воды

### 6.1. Мониторинг уровня воды на реке Большая Кокшага

Наблюдения за уровнем воды проводили госинспекторы Топчий И.Н., Капустин А.Б. и Лежнин В.Н. на водомерном посту, находящемся в урочище Шимаево, нулевая отметка которого составляет 74,335 м над уровнем моря по водомерной рейке, установленной на опоре железнодорожного моста. В период половодья уровень воды измеряли два раза в сутки (в 8 и 20 часов), а после того как река вошла в берега – один раз в 3-5 дней. Результаты наблюдений представлены на рис. 6.1.

Результаты мониторинга показали, что гидрограф уровня воды в реке в 2016 году имеет относительно спокойный характер: половодье имеет один пик, меженный период отличается постоянством уровня без каких-либо скачков, осенний подъем воды также постепенен. Половодье на реке Большая Кокшага в районе заповедника началось 13 апреля, что на 5 дней позднее средних многолетних сроков. Отсчет уровня воды в реке начался 14 апреля с отметки 434 м, когда вода полностью освободилась ото льда. Подъем воды был весьма стремительным и за 5 дней достиг максимальной отметки в 460 см, на которой продержался в течение двух дней (18 и 19 апреля). Этот уровень один из самых высоких за 15 лет наблюдений (в 2005 году он составил 480 см). С 20 апреля уровень воды начал постепенно снижаться и через 23 дня (12.05) период половодья закончился (условной датой окончания половодья принимается дата перехода уровня воды ниже отметки в 200 см). Продолжительность паводкового периода в 2016 году составила 29 дней.

После окончания половодья уровень воды в реке продолжал постепенно понижаться и 18.08 достигл абсолютного за этот год минимума в 40 см. Река и мелкие ее притоки в это время сильно обмелели, сплавляться на резиновой лодке было весьма трудно из-за периодически встречающегося торчащего из воды топляка. Затем до середины первой декады сентября уровень оставался практически неизменным, не превышая 46 см и только после 8.09 начал постепенно повышаться, что ознаменовало начало осеннего паводка. Летний меженный период длился 119 дней с 13.05 по 8.09. Уровень воды в это время флуктуировал весьма слабо: варибельность значений не превышала 40 см. Низкие значения гидрографа и спокойных его характер в летнюю межень связаны с весьма незначительным количеством осадков, выпавших за этот период.

Осенний паводок, начавшийся 8.09, имеет нестабильный флуктуирующий характер. Постепенный подъемом уровня воды в реке продолжался до 18.09 с отметками, не превышающими 61 см. Затем, после обильных дождей, наблюдался достаточно резкий подъем уровня, который происходил в течение 9 дней и достиг отметки в 96 см (25.09). После чего до 4.10 он продолжал плавно повышаться, достигнув отметки в 101 см. В середине первой декады октября паводок пошел на спад, что продолжалось вплоть до ледостава, начавшегося 7.11. с установлением устойчивых отрицательных температур.

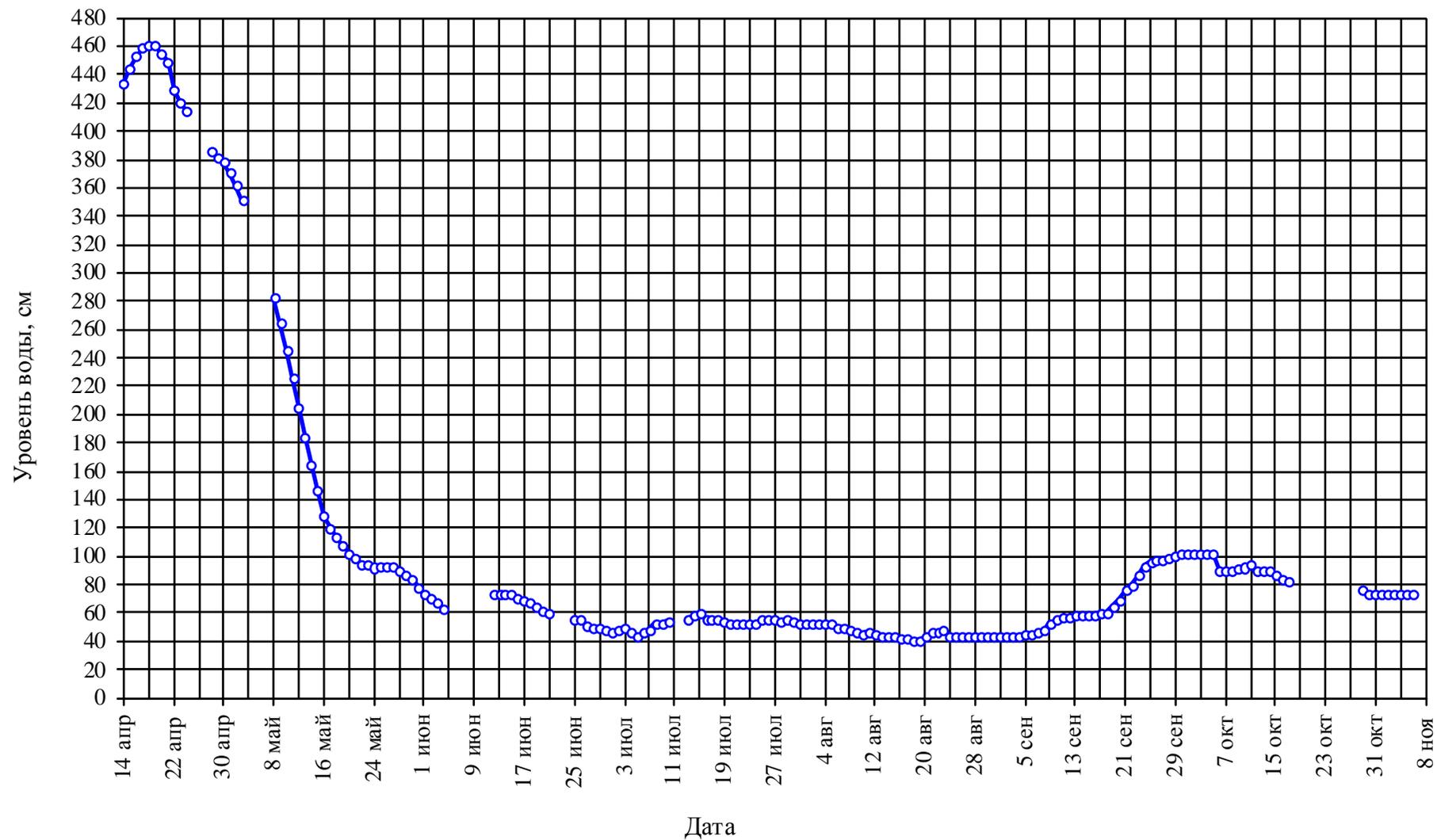


Рис. 6.1. Динамика уровня воды в реке Большая Кокшага в 2016 году на гидропосту Шимаево.

## **7. Флора и растительность**

### **7.1. Флора и ее изменения**

#### **7.1.1. Дополнения к списку флоры заповедника**

##### **7.1.1.1. Сосудистые растения**

В ходе геоботанического и флористического обследования территории заповедника новых видов сосудистых растений не выявлено.

##### **7.1.1.2. Моховидные**

В ходе геоботанического и флористического обследования территории заповедника новых видов моховидных не выявлено.

##### **7.1.1.3. Лишайники**

В ходе геоботанического и флористического обследования территории заповедника новых видов лишайников не выявлено.

##### **7.1.1.4. Грибы**

В ходе геоботанического и флористического обследования территории заповедника новых видов грибов не выявлено.

##### **7.1.1.5. Водоросли**

В ходе геоботанического и флористического обследования территории заповедника новых видов водорослей не выявлено.

#### **7.1.2. Редкие виды. Новые места обитания**

Новых мест произрастания редких видов высших растений на территории заповедника не выявлено.

### **7.2. Растительность и её изменения**

#### **7.2.1. Сезонная динамика растительных сообществ**

##### **7.2.1.1. Фенология сообществ**

Фенологические наблюдения в 2016 году проведены за основными видами древесных и травянистых растений, а также за отдельными природными явлениями по фенологическим анкетам, форма которых представлена в Летописи природы за 1995 год. Ряд исходных дан-

ных был использован для составления Календаря природы (раздел 9.1).

У вяза, липы и дуба весенние фенофазы наступили в 2016 году на 7-3 дня раньше, чем в прошлом (табл. 7.1), а у ольхи и осины на 2 и 9 дней позднее. Сок у березы в этом году начал двигаться на два дня позже прошлогодних сроков, а листопад у некоторых видов деревьев (липа и береза) начался из-за засухи 19 июля еще до осенней раскраски листьев. Плоды рябина засыхали на ветках. Осенняя окраска листьев из-за поздних холодов наступила на 1-2 недели раньше, чем в прошлом году. У большинства травянистых растений из-за высоких температур в период начала вегетации фенофазы в 2016 году наступили на 3-5 дней раньше, чем в прошлом (табл. 7.2). У растений весенней генерации даты созревания плодов сдвинулись на 2-4 дня в более поздние сроки (табл. 7.3). У многих же видов растений летом и осенью ягоды созрели немного раньше, чем в прошлом году.

Таблица 7.1

## Сезонное развитие в 2016 году основных видов деревьев

Вид	Дата наступления фенофазы							
	начало распускания почек	начало облиствения	начало цветения	начало опадания семян	Осенняя раскраска		Листопад	
					начало	массово	начало	массово
Сосна обыкновенная	6.05	17.05	12.05	5.05	-	-	-	-
Ель обыкновенная	10.05	11.05	12.05	16.04	-	-	-	-
Пихта сибирская	13.05	17.05	14.05	17.07	-	-	-	-
Берёза бородавчатая	26.04	3.05	4.05	16.07	3.09	15.09	19.07	23.09
Осина	4.05	15.05	15.04	17.05	12.09	15.09	12.09	22.09
Дуб черешчатый	30.04	3.05	11.05	10.08	18.09	26.09	2.09	18.09
Липа мелколистная	4.05	5.05	25.06	16.03	18.09	28.09	19.07	21.09
Ольха чёрная	30.04	4.05	8.04	12.04	10.09	18.09	18.09	24.09
Вяз гладкий	26.04	30.04	22.04	30.05	12.09	25.09	10.08	19.09

**Примечание:** начало сокодвижения у берёзы отмечено 7.04, а листопада, обусловленного засухой, 19.07.

Таблица 7.2

## Сезонное развитие в 2016 году некоторых травянистых растений

Вид	Дата наступления фенофазы				
	Цветение			Созревание плодов	
	начало	массовое	конец	начало	массовое
Мать-и-мачеха	10.04	26.04	9.05	5.05	14.05
Прострел раскрытый	24.04	30.04	9.05	30.05	6.06
Медуница	18.04	28.05	25.05	28.05	5.06
Калужница болотная	26.04	9.05	23.05	30.05	8.06
Земляника лесная	9.05	20.05	15.06	6.06	13.06
Ландыш майский	14.05	25.05	16.06	16.07	8.08
Костяника	23.05	28.05	3.06	7.07	17.07
Купальница европейская	23.05	1.05	7.06	24.06	3.07
Зверобой продырявленный	18.06	28.06	10.07	29.07	4.08
Купена лекарственная	19.05	27.05	13.06	18.07	12.08
Таволга вязолистная	22.06	30.06	5.07	26.07	12.08

Таблица 7.3

## Сезонное развитие в 2016 году деревьев, кустарников и кустарничков

Вид	Дата наступления фенофазы						начало осенней раскраски
	начало распуска- ния почек	начало облисте- ния	Цветение		Созревание плодов		
			начало	массовое	начало	массовое	
Черёмуха обыкновенная	17.04	29.05	8.05	10.05	10.07	31.07	19.07
Рябина обыкновенная	24.04	1.05	12.05	20.05	2.08	5.08	27.08
Калина обыкновенная	5.05	8.05	26.05	30.06	25.08	3.09	12.09
Ива козья	17.04	29.04	16.04	25.04	15.05	19.05	10.09
Ракитник русский	3.05	6.05	9.05	19.05	15.06	18.07	6.08
Лещина обыкновенная	1.05	6.05	8.04	14.04	12.08	25.08	15.08
Крушина ломкая	4.05	12.05	15.06	24.06	13.07	20.07	20.08
Смородина чёрная	17.04	29.04	9.05	13.05	23.06	10.07	22.09
Шиповник	2.05	6.05	2.06	15.06	30.07	12.08	10.09
Малина лесная	22.04	29.04	30.05	10.06	13.07	10.07	8.09
Ежевика сизая	2.05	5.05	2.06	20.06	13.07	20.07	10.09
Черника	30.04	3.05	5.05	11.05	3.07	17.07	18.08
Голубика	8.05	9.05	21.05	25.05	2.07	12.07	17.08
Брусника	7.05	10.05	25.05	3.06	31.07	29.08	-
Толокнянка	23.05	27.05	13.05	17.05	5.08	20.08	-
Клюква	15.06	20.06	1.06	15.06	13.08	10.09	-

## 7.2.2. Флуктуации растительных сообществ

## 7.2.2.1. Глазомерная оценка плодоношения деревьев, кустарников и ягодников

Глазомерная оценка плодоношения (в баллах) деревьев, кустарников и ягодников в 2016 году проведена по методике, изложенной в Летописи природы 1995 года. Результаты представлены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

## Глазомерная оценка плодоношения деревьев, кустарников и ягодников

Вид	Балл урожайности	Вид	Балл урожайности
Сосна обыкновенная	IV	Смородина чёрная	III
Ель обыкновенная	III	Костяника	V
Пихта сибирская	II	Малина лесная	IV
Дуб черешчатый	I	Ежевика сизая	III
Липа мелколистная	IV	Черника	III
Черёмуха обыкновенная	III	Голубика	III
Рябина обыкновенная	III	Брусника	III
Калина обыкновенная	III	Клюква болотная	IV
Лещина обыкновенная Ши-	I	Земляника лесная	III
повник майский	III	Куманика	III
Свида белая	II	<b>Средний балл</b>	<b>III</b>

Средняя урожайность растений в 2016 году составила III балла, что чуть выше, чем в прошлом году (2,8 балла). Стабильно плодоносили сосна, липа, шиповник, но у липы не во всех плодах развились жизнеспособные семена. Для кабанов и медведей этот год, как и предыдущие, был неблагоприятным, т.к. урожая желудей дуба не было. Плодоносили только отдельные молодые деревья дуба. У ели в этом году был большой урожай шишек, поэтому дятлам и белкам не пришлось питаться только семенами сосны. Клестов-еловиков в этом году было много и они даже смогли вывести потомство до марта. Хорошо плодоносили в этом году береза и ольха, семена у них долго держались на деревьях. У многих ягодников в этом году урожайность была средней.

#### 7.2.2.2. Количественная оценка урожайности желудей дуба черешчатого

Учет урожайности желудей проведен 05.10.2016 года на пяти постоянных пробных площадях (ППП-1, 2, 3, 15, 20) под кронами 27 деревьев дуба черешчатого на площади 108 м<sup>2</sup> по методике, изложенной в Летописи природы за 1995 и 1997 гг. Он показал полное отсутствие урожая: все учетные площадки были пустыми, отсутствовали даже больные и поврежденные желуди.

#### 7.2.2.3. Количественная оценка урожайности ягод клюквы

Учёт урожайности ягод клюквы на сплаvine оз. Кошеер в 2016 году был проведен 4 октября, что на 10 дней позже, чем в прошлом году. Однако и к этой дате еще не все ягоды успели созреть. За основу учетов была принята методика, изложенная в Летописи природы за 1995 и 1997 гг. Результаты учета приведены в табл. 7.5 и 7.6.

Таблица 7.5

Ведомость учета урожайности клюквы на учётной площади № 1 (0,01 га)

Номер учетной площадки	Общая масса ягод, г на 10 м <sup>2</sup>				Масса 100 штук зрелых ягод, г
	зрелых	не зрелых	зрелых и незрелых	сухих, гнилых, перезрелых	
1	71,4	12,6	84	9	
2	28,2	8,2	36,4	4,4	67,6
3	47	4,8	51,8	2,2	
4	58,8	0,8	59,6	5,6	
5	20,6	0,0	20,6	2,2	72,4
6	32,0	0,0	32,0	5,0	
7	62,2	0,0	62,2	4,6	
8	77,4	0,0	77,4	5,0	71,8
9	30,8	0,6	31,4	2,65	
10	48,6	0,8	49,4	3,4	
Итого	477	27,8	504,8	44,05	
Основные статистики всех выборок					
min	20,6	0	20,6	2,2	67,6
max	77,4	12,6	84	9	72,4
M <sub>x</sub>	47,70	2,78	50,48	4,41	70,60

## Ведомость учета урожайности клюквы на учётной площади № 2 (0.01 га)

Номер учетной площадки	Общая масса ягод, г на 10 м <sup>2</sup>				Масса 100 штук зрелых ягод, г
	зрелых	не зрелых	зрелых и незрелых	сухих, гнилых, перезрелых	
1	35,0	1,0	36,0	0,4	
2	43,2	0,0	43,2	2,6	56,5
3	87,6	1,6	89,2	0,8	
4	109,2	0,8	110,0	4,0	
5	78,6	0,0	78,6	2,2	56,4
6	212,6	1,6	214,2	6,0	
7	148,2	2,8	151,0	10,0	
8	156,6	1,0	157,6	4,0	55,8
9	121,0	1,2	122,2	4,8	
10	170,4	0,6	171,0	4,2	
Итого	1162,4	10,6	1173,0	39,0	
Основные статистики всех выборок					
min	35	0,0	36,0	0,4	55,8
max	212,6	2,8	214,2	10,0	56,5
M <sub>x</sub>	116,24	1,06	117,30	3,90	56,23

На учетной площади № 1 урожай ягод (зрелых и незрелых) составил 50,48 кг/га (11,34 кг/га в прошлом году), а на учетной площади № 2 – 117,3 кг/га (57,24 кг/га в прошлом году). На болотах с кочкарным комплексом урожай клюквы был больше, чем на сплаvine с ровной поверхностью (примерно в 2,3 раза). Сухих, гнилых, незрелых и перезрелых ягод в этом году было немало: на УП № 1 – 4,41 кг/га (1,15 кг/га в 2015 году), что в 11,4 раза меньше, чем здоровых ягод (в 2015 г. – в 9,8 раза). На втором участке негодных ягод было в 30 раз меньше, чем здоровых (в 2015 г. – в 36,2 раза). Средняя урожайность по болоту составила в текущем году 83,89 кг/га, против 34,29 кг/га в прошлом. Урожайность клюквы в заповеднике была в этом году в целом выше, чем на соседних с заповедником болотах. Средняя масса 100 ягод на УП № 1 составила 70,6 г (59,33 г в 2015 году), а на УП № 2 – 56,23 г (46,47 г в 2015 году).

#### 7.2.2.4. Количественная оценка урожайности ягод черники

Определение урожайности ягод черники в 2016 году проведено, как и в прошлом, 13 июля по методике, изложенной в Летописи природы за 1997 г. К этому времени еще не все ягоды были зрелыми. Учётные площади расположены в припойменной террасе р. Б. Кокшага: УП № 3 находится на просеке, где в начале 90-х годов была проведена проходная рубка, а УП № 4 – под пологом леса в сосняке черничнике с елью. Результаты учёта представлены в табл. 7.7 и 7.8. Урожай ягод на открытом месте (УП № 3) составил в пересчёте на гектар 27,4 кг против 61,26 кг/га в прошлом году. Под пологом же леса на УП № 4 он был в 3,5 раза ниже и составил 7,78 кг/га (17,12 кг/га в 2015 году). В целом урожай ягод черники был средним и в 2,2 раза ниже прошлогоднего. Негодных ягод на открытом месте было 0,45 кг/га (в 2015 году

1,02 кг/га), а под пологом леса 0,15 кг/га (в 2015 году - 0,35 кг/га). Вес 100 ягод на открытом месте составил в этом году 35,5 г (в 2015 году – 38,2 г), а под пологом леса 30,2 г (в 2015 году – 34,3 г). Плоды в целом были более сочными, чем в прошлом году и плохо держались на веточках, во время сбора они легко обрывались и мялись.

Таблица 7.7

## Ведомость учета урожайности черники на учётной площади № 3 (0,01 га)

Номер учетной площадки	Общая масса ягод, г на 10 м <sup>2</sup>				Масса 100 штук зрелых ягод, г
	зрелых	не зрелых	зрелых и незрелых	сухих, гнилых, перезрелых	
1	45,2	0,4	45,6	0,4	
2	30,2	0,0	30,2	1,2	36,6
3	33,4	0,2	33,6	0,2	
4	9,0	0,0	9,0	0,6	
5	26,4	0,1	26,5	0,4	35,8
6	21,0	0,1	21,1	0,8	
7	43,2	0,0	43,2	0,6	
8	24,8	0,0	24,8	0,1	34,2
9	22,4	0,1	22,4	0,1	
10	17,6	0,0	17,6	0,1	
Итого	273,2	0,9	274,0	4,5	106,6
Основные статистики всех выборок					
min	9,0	0,0	9,0	0,1	34,2
max	45,2	0,4	45,6	1,2	36,6
M <sub>x</sub>	27,32	0,09	27,40	0,45	35,53

Таблица 7.8

## Ведомость учета урожайности черники на учётной площади № 4 (0,01 га)

Номер учетной площадки	Общая масса ягод, г на 10 м <sup>2</sup>				Масса 100 штук зрелых ягод, г
	зрелых	не зрелых	зрелых и незрелых	сухих, гнилых, перезрелых	
1	2,2	0,0	2,2	0,0	
2	12,0	0,0	12,0	0,0	32,4
3	10,8	0,0	10,8	0,0	
4	8,6	0,0	8,6	0,1	
5	7,4	0,0	7,4	0,0	29,8
6	2,0	0,0	2,0	0,0	
7	5,2	0,0	5,2	0,6	
8	5,2	0,0	5,2	0,0	28,4
9	7,4	0,0	7,4	0,4	
10	17,0	0,0	17,0	0,4	
Итого	77,8	0,0	77,8	1,5	
Основные статистики всех выборок					
min	2,0	0,0	2,0	0,0	28,4
max	17,0	0,0	17,0	0,6	32,4
M <sub>x</sub>	7,78	0,00	7,78	0,15	30,20

### 7.2.2.5. Урожайность грибов

Оценка плодоношения наиболее распространенных на территории заповедника видов шляпочных грибов весеннего и летне-осеннего комплексов проведена глазомерно по следующей шкале: 0 – неурожай; грибов нет; I – неурожай; грибы встречаются единично; II – плохой урожай; грибов очень мало и они встречаются только в исключительно благоприятных местах; III – средний урожай; грибы встречаются всюду, но в небольшом количестве; IV – большой урожай; грибы встречаются в большом количестве, наблюдаются повторные слои грибов; V – обильный урожай; грибов очень много и они появляются в течение сезона неоднократно. Результаты учета представлены в табл. 7.9.

Таблица 7.9

Урожайность основных видов шляпочных грибов в 2016 году

Вид	Средний балл плодоношения	Вид	Средний балл плодоношения
Строчок обыкновенный	II	Валуй	IV
Сморчок конический	I	Подгруздок белый	III
Сморчковая шапочка	II	Груздь настоящий	II
Трутовик серно-жёлтый	III	Груздь чёрный	IV
Трутовик чешуйчатый	II	Гриб-зонтик белый	II
Вешенка обыкновенная	II	Мухомор красный	IV
Белый гриб	V	Волнушка розовая	III
Подосиновик	IV	Лисичка настоящая	IV
Подберёзовик	V	Рыжик	I
Козляк	IV	Опёнок осенний	II
Моховик жёлто- бурый	IV	Зеленушка	III
Маслёнок	IV	Зимний гриб	II

Урожай грибов в текущем году в целом был выше (3 балла), чем в прошлом (2,62 балла). Традиционно высокоурожайной осталась в этом году лисичка (IV балл). Такая же «урожайность» была у подосиновика, козляка, моховика темно-бурого, масленка, валуя, груздя черного и мухомора красного. Самый высокий урожай в этом году был у белого гриба, какой не отмечался за весь период существования заповедника. Практически все плодовые тела гриба были без «червей», т.к. появились они поздно. В окружающих заповедник населенных пунктах люди массово заготавливали белый гриб в течение месяца для сдачи заготовителям. Такая же высокая урожайность была у колпака кольчатого, который является съедобным, но, к сожалению, не был включен в перечень основных видов шляпочных грибов заповедника. Большая урожайность отмечалась также у подберезовика. Средний «урожай» в этом году был у зеленушки, волнушки розовой, подгруздока белого, а также дереворазрушающего гриба трутовика серно-желтого, который также является съедобным. Опенок осенний и зимний гриб снизили урожайность (с III до II). Стабильно очень низким был урожай у строчка обыкновенного, сморчка конического, сморчковой шапочки и рыжика.

Первые грибы, которыми являются в заповеднике сморчки, начали появляться в 2016 году вдоль дорог и по противопожарным канавам уже 18 апреля. С 22 апреля начали появляться плодовые тела строчка обыкновенного и саркосцифы ярко-красной. Строчок гигантский в этом году впервые был отмечен в березняке липовом 4 мая. Здесь же появилась редкая миростама вытянутая, а на упавшем стволе липы первая вешенка обыкновенная. Сморчковые шапочки появились 7 мая. В этот же день появились на опушке леса на поверхности прошлогодней травы первые плодовые тела пиронемы омфалодес. Массовое плодоношение строчков отмечено 8 мая.

Во второй половине мая грибы весенней генерации отошли, а плодовые тела вешенки из-за малого количества осадков начали сохнуть. Первые молодые плодовые тела трутовика серно-желтого и изменчивого начали появляться 23 мая в пойменном лесу. Первые рядовки появились после дождей 24 мая. В пойме р. Шастолинь-энер 26 мая отмечены первые плодовые тела трутовика чешуйчатого, а на следующий день здесь появились луговые опята. Массовый рост плодовых тел трутовика серно-желтого отмечен 27 мая.

В дальнейшем появление новых грибов началось только 8 июня. В этот день в пойменном лесу на валеже отмечены трутовик зимний, на лугах – опята луговые, а в смешанных лесах – первые плодовые тела маслят, подберезовиков и даже белого гриба. Первые лисички с диаметром шляпок до 2 см отмечены в 89 кв. заповедника на лесной дороге в сосняке вейниковом. На заброшенной железной дороге 16 июня был отмечен первый шпальный гриб. Первые плодовые тела веселки обыкновенной обнаружены по запаху в липняке широколиственном в охранной зоне (5 кв. Старожильского лесничества) 17 июня. Здесь же отмечены первые плодовые тела рогатика. Трутовики серно-желтый и чешуйчатый 26 июня уже начали разлагаться. В этот же день исчезли и маслята, а среди травы вдоль дороги появились первые шампиньоны полевые. Лисички желтые в большом количестве начали встречаться с 27 июня. В этот же день в березняке липовом отмечены первые плодовые тела подгруздка черного, сыроежки серой, сухляка двулетнего. Вновь отмечены плодовые тела вешенки обыкновенной. Из мухоморов впервые в этом году обнаружен мухомор пантерный (7 июля). 13 июля после осадков вдоль дорог появились дождевики грушевидные, а в лесу – желчный гриб и валуи, снова появились вешенка обыкновенная и белый гриб. Редкий гриб – лопастник курчавый – появился 14 июля. С 15 июля в небольшом количестве начали появляться основные съедобные грибы: сыроежки (около 4 видов), подберезовик, подосиновик сосновый, массово лисички, а также малосъедобные грибы: гиропор синеющий, гриб-зонтик большой (первые грибы), груздь-скрипун.

С 19 июля начали сохнуть лисички и подосиновики сосновые, а вдоль болот в небольшом количестве еще продолжали появляться подберезовики и маслята. В городе на рынке с 22 июля начали в большом количестве продавать белые грибы-боровики, которые, возмож-

но, были собраны в других районах республики. С 23 июля уже начали отходить валуи, но появились первые бледные поганки. На следующий день повторно начали появляться плодовые тела мухомора пантерного. Трутовик серно-желтый начал повторно появляться 28 июля. В этот же день в сосновом лесу отмечены первые ежовики пестрые. Молодые лисички и сыроежки начали появляться после продолжительного отсутствия лишь с 15 августа, когда пошли дожди. С 18 августа в небольшом количестве начали появляться подберезовики, подосиновики, белые грибы и дождевики. В это же время на Волжских островах в большом количестве встречались белые грибы. Молодые плодовые тела трутовика серно-желтого появились снова 24 августа.

Грибы осенней генерации начали расти с 30 августа. В этот день отмечено появление лисичек и сыроежек, а 3 сентября по краю болот и на гривах – белых грибов, сыроежки розовой, а в сосняках – подберезовиков и подосиновиков. С 5 сентября к ним добавились ложнодождевики, груздь настоящий, подгруздок белый, свинушки. В большом количестве грибы начали встречаться с 6 сентября. В этот день отмечены маслята, гриб зонтик и все вышеуказанные осенние грибы. Первые мухоморы красные, мухомор пантерный, ежовик пестрый, а также осиновик белый, гиропор синеющий, гиропор каштановый и паутинник фиолетовый, которые являются редкими и охраняемыми видами, отмечены 7 сентября. С 8 сентября начали встречаться волнушки, краснушки, моховик темно-бурый и опять осенние. На следующий день отмечено появление моховика зеленого и нового слоя вешенки. С 12 сентября отмечено появление козляка, колпака кольчатого, мокрухи клейкой, лисичек серых (вороночника рожковидного), рыжика соснового и гриба-зонтика большого. Стало много лисичек. Черные грузди отмечены с 13 сентября, навозник белый – с 14 сентября, опять чешуйчатые – с 15 сентября, опять луговые – с 16 сентября. Массово с 18 сентября начали встречаться мухоморы, волнушки и маслята. В этот день отмечены еще осенние опята, которые отошли к 23 сентября. С 18 сентября повторно начал появляться трутовик чешуйчатый, а с 19 сентября массово начали встречаться моховик темно-бурый и козляк. В этот день впервые в этом году был обнаружен мухомор поганковидный. Ежовик желтый, который является в заповеднике редким видом, был обнаружен 20 сентября. В дальнейшем начали массово встречаться все съедобные грибы. Белые грибы-боровики начали появляться с 25 сентября. В этот же день в сосняке была отмечена первая зеленушка, а на ветках липы – дрожжалка оранжевая. Лопастник курчавый встречен 27 сентября, а первый зимний гриб – 30 сентября. С этого дня количество появляющихся грибов начало сокращаться. 7 октября на песчаной пустоши в большом количестве обнаружена алеврия оранжевая, а на следующий день в молодом сосново-березовом лесу отмечен лопастник инфулообразный. 9 октября после первых заморозков плодоношение грибов резко сократилось и они начали постепенно исчезать. Многие грибы, особенно трубчатые, подмерзли. Выдерживали утренние заморозки краснушки, серушки и

зеленушки. Последние свежие грибы (моховик зеленый и темно-бурый, краснухи, серушки, зеленушки, лопастники, маслята, сыроежки розовые) были обнаружены 22-23 октября. С 23 октября после появления льда на поверхности луж в результате сильных заморозков, которые держались не только ночью, но и днем, грибы расти перестали. До начала второй декады октября свежими оставались только зимние опята и дрожжалка оранжевая.

#### 7.2.2.6. Структура и продуктивность луговых фитоценозов заповедника

Изучение структуры и продуктивности луговых сообществ на территории заповедника «Большая Кокшага» были проведены в 2016 году 21 июля в период наибольшего набора растениями вегетативной массы. Местом обследования был участок разнотравно-кострецового луга центральной поймы урочища Конопляник. Этот луг скашивался в последний раз в 1999 году и был одним из наиболее продуктивных лугов центральной поймы.

При исследовании продуктивности луга были заложены 5 учетных площадок размером 1×1 м, на которых весь травяной покров при помощи серпа скашивали на высоте 10 см от поверхности почвы и помещали в отдельные полиэтиленовые пакеты. Укос проводили в сухую погоду и в этот же день взвешивали на электронных веса, учитывая при этом массу каждого вида с точностью до 0,1 г. Некоторые сухие и отмершие части растений, вид которых установить было невозможно, относили к категории растительного мусора. Всего была оценена масса 17 видов растений и растительного мусора (табл. 7.10).

Таблица 7.10

#### Структура и продуктивность фитоценоза на разнотравно-кострецовом лугу

Название вида	Продуктивность травостоя на учетных площадках, г					Сумма, г	Доля, %
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5		
Кострец безостый	1458,2	1336,8	1138,1	1288,2	970,2	6191,5	66,33
Таволга вязолистная	323,2	301	386,4	416,4	222,4	1649,4	17,67
Осока острая	214,6	122,8	89,6	34,8	151	612,8	6,57
Подмаренник мареновидный	79,6	96,4	95	56,4	52,2	379,6	4,07
Растительный мусор	60,4	42,2	64,4	77,4	47,8	292,2	3,13
Чина луговая	16,2	17,6	8,6	23,8	18,4	84,6	0,91
Очиток пурпурный	29,4					29,4	0,31
Лисохвост луговой		4,2	17,6	2		23,8	0,25
Гравилат речной	0,8	17,7				18,5	0,20
Полевица белая	1,6	12,4				14,0	0,15
Бодяк полевой				5,4	5,8	11,2	0,12
Дудник лесной		5,2	2,2			7,4	0,08
Будра плющевидная	2,6		0,8	0,2	3,4	7,0	0,07
Тысячелистник хрящеватый					4,6	4,6	0,05
Люттик золотистый			3,2	0,4	0,6	4,2	0,04
Горошек мышиный				2,2		2,2	0,02
Вероника длиннолистная			1,6			1,6	0,02
<b>В целом</b>	<b>2186,6</b>	<b>1956,3</b>	<b>1807,5</b>	<b>1907,2</b>	<b>1476,4</b>	<b>9334,0</b>	<b>100,0</b>

В результате учета было установлено, что продуктивность разнотравно-кострецового луга составляет 18,7 тонн травы в свежескошенном состоянии на 1 га площади. Наибольшую долю в этих луговых сообществах имеет доминант травяного яруса – *кострец безостный* (66,3%). Высока доля *таволги вязолистной* (17,7%), *осоки острой* (6,6%), подмаренника мареновидного (4,1%). Эти виды имеют толстый грубый стебель большой массы. Доля растительного мусора составила 3,13% от общего веса укосов. Доля остальных 12 видов растений составляет всего 2,23% от общей массы травы. С высоким постоянством (100%) в разнотравно-кострецовом лугу в этом году произрастали *кострец безостный*, *таволга вязолистная*, *осока острая*, *подмаренник мареновидный*, *чина луговая*. *Таволга вязолистная* при отсутствии сенокоса стала доминировать почти во всех луговых сообществах. Встречаемость будры плющевидной составила 80%. С меньшей встречаемостью (60%) произрастали 2 вида: *лисохвост луговой* и *лютик золотистый*. У четырех видов (*гравилата речного*, *полевицы белой*, *дудника лесного*, *бодяка полевого*) встречаемость составила 40%. Еще три растения разнотравно-кострецового луга (*очиток пурпурный*, *тысячелистник хрящеватый*, *вероника длиннолистная*) встречались еще реже (20%). У *бодяка полевого* встречаемость и массовая доля были прежде выше, чем в этом году, что обусловлено сокращением численности кабанов и зарастанием старых кабаньих пороев, где и появлялись новые экземпляры этого растения.

#### 7.2.2.7. Динамика повреждений парциальных кустов брусники на учетных площадках

Исследования за распространением заболеваний парциальных кустов брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. на территории заповедника «Большая Кокшага» проводятся на постоянных учетных площадках с 2012 года.

Учетная площадка (УП) № 1 располагается в сосняке зеленомошно-брусничном. Возобновление сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., березы повислой *Betula pendula* L. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника обыкновенная (проективное покрытие 70%), зеленые мхи (21%), голубика *Vaccinium uliginosum* L. (3%), молиния голубая *Molinia caerulea* (L.) Moench (1%), багульник болотный *Ledum palustre* L. (5%).

Учетная площадка (УП) № 2 располагается в сосняке бруснично-зеленомошном. Возобновление ели обыкновенной *Pinus sylvestris* L., дуба черешчатого *Quercus robur* L., рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia* L. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника обыкновенная (60%), ландыш майский *Convallaria majalis* L. (3%), марьянник обыкновенный *Melampyrum pratense* L. (5%), раkitник русский *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wolf.) Klásk. (1%), вейник тростниковый *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth (2%).

В пределах данных сообществ в 2012 году были заложены учетные площадки размером 1 м<sup>2</sup>, на которых замаркированы все парциальные кусты брусники и определены их координаты.

наты. Для каждого парциального куста ежегодно определяли онтогенетическое состояние, календарный возраст и жизненность, отмечали характер повреждений, зарисовывали структуру парциального куста.

Онтогенетические состояния парциальных кустов брусники определены по их описаниям на основании ряда качественных и количественных признаков (Прокопьева и др., 2000). Календарный возраст парциальных кустов определяли по морфологическим признакам (Авдошенко, 1948; Солоневич, 1956; Жуйкова, 1959; Миронов, 1983).

В данной работе приводятся данные об изменении характера поражения парциальных кустов грибами и повреждения насекомыми за 2012-2016 гг.

Для анализа динамики поражений парциальных кустов брусники были составлены таблицы, которые были проанализированы с помощью критерия  $\chi^2$  и точного критерия (с помощью компьютерной программы RCEXACT) для таблиц сопряженности (Хромов-Борисов и др., 2004).

#### **Сокращения, используемые в работе:**

здор. – здоровый

нас. – насекомое

некр.ст. – некроз стебля

с.п. – серая пятнистость

пестр. – пестролистность

фацид. – фацидиоз

экзоб. – экзобазидиоз

УП – учетная площадка

im – имматурное онтогенетическое состояние

v – виргинильное онтогенетическое состояние

g<sub>1</sub> – молодое генеративное онтогенетическое состояние

g<sub>2</sub> – средневозрастное генеративное онтогенетическое состояние

g<sub>3</sub> – старое генеративное онтогенетическое состояние

ss – субсенильное онтогенетическое состояние

sc – отмирающее растение

**Повреждения брусники, обнаруженные на учетных площадках и частота заболеваний парциальных кустов в разные годы.** Мы изучали частоту повреждений парциальных кустов брусники на учетных площадках в 2012-2016 гг. (рис. 7.1-7.2). В изучаемые годы происходит увеличение частоты пораженных и поврежденных парциальных кустов на обеих учетных площадках: от 54-70% в 2012 году до 92-96% в 2016 г., причем динамика изменения частот на разных учетных площадках происходит одинаково ( $\chi^2=4,42$ ,  $v=4$ ,  $P>0,1$ ).

При изучении парциальных кустов брусники на учетных площадках в 2012-2016 гг. были обнаружены и выделены следующие заболевания:

1. Гипертрофия стебля, вызываемая *Calyptospora goeppertiana* Kuhn.
2. Экзобазидиоз, вызванный *Exobasidium vaccini* Woron., и *Exobasidium vaccinia-uliginosi* Boudier. (рис. 7.3).
3. Серая пятнистость, вызываемая *Phyllosticta leptidea* (Fr.) Allesch. (рис. 7.4).
4. Ожог, вызванный *Monilinia nidulans* Kook. и *Phomopsis vaccinii* Farr&Castl. (рис. 7.5).
5. Фацидиоз, вызванный *Phacidium vaccinii* Fr. (рис. 7.6).
6. Некроз стебля (рис. 7.7).
7. Пестролистность растений.

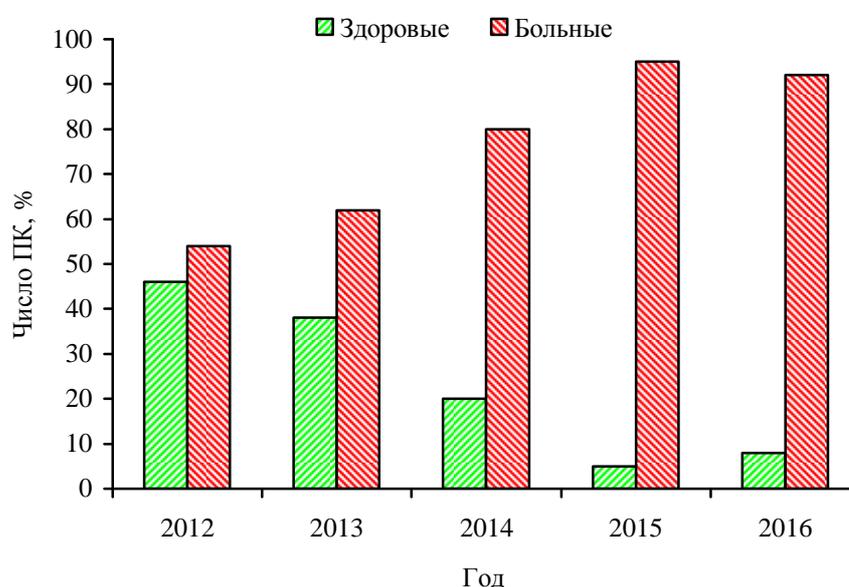


Рис. 7.1. Динамика встречаемости больных парциальных кустов на УП 1.

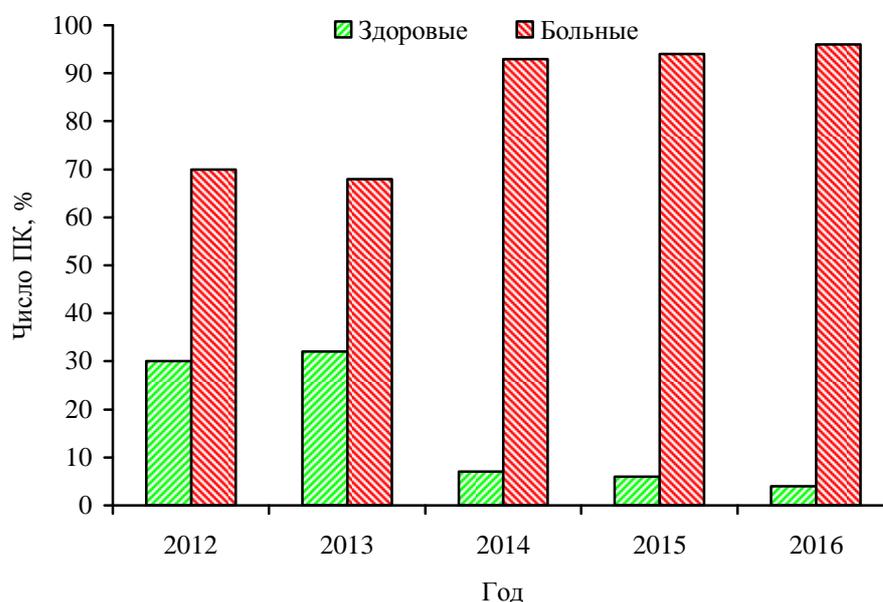


Рис. 7.2. Динамика встречаемости больных парциальных кустов на УП 2.



а)



б)

Рис. 7.3. Экзобазидиоз, вызываемый а) *Exobasidium vaccine* Woron., б) *Exobasidium vaccinii-uliginosi* Boudier.



Рис. 7.4. Серая пятнистость, вызываемая *Phyllosticta leptidea* (Fr.) Allesch.



Рис. 7.5. Ожог, вызываемый *Monilinia nidulans* Kook. и *Phomopsis vaccinii* Farr&Castl.



Рис. 7.6. Фацидиоз, вызываемый *Phacidium vaccinii* Fr.



Рис. 7.7. Некроз стебля.

Фото Л.В. Рыжовой.

Учетная площадка № 1 характеризуется высокой частотой парциальных кустов, пораженных серой пятнистостью (табл. 7.11). Так частота поражения серой пятнистостью к 2016 г. увеличивается до 65%. Наибольший процент повреждения насекомыми наблюдался в 2013г. – 14,9%, в 2013 г. – 9,5%, в остальные годы от 0,7 до 1,7%. Наибольшая частота совместного поражения серой пятнистостью и экзобазидиозом наблюдалась в 2014-2016 гг. – от 9,0 до 11,2%. Поражение экзобазидиозом в разные годы варьирует незначительно – от 1,0 до 5,3%. Другие отдельные заболевания, а также совместные поражения несколькими заболеваниями встречаются в основном в отдельные годы и отличаются небольшой встречаемостью.

Таблица 7.11

**Частота заболеваний парциальных кустов брусники в разные годы (%) на УП 1**

Характер поражения	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
здор.	45,98	50,0	20,3	12,2	8,7
с.п.	32,2	25,2	57,9	68,8	64,6
экзоб.	4,8	5,3	2,6	1,0	2,2
нас.	14,9	9,5	1,7	1,2	0,7
некр.с	0,8	0	0	0	0
ожог	0	2,1	0,2	0,6	0,2
ожог+нас.	0	0	0	0	0,2
нас.+экзоб.	0,4	0,9	0	0	0
нас.+фацидиоз	0	0	0	0,2	0
с.п.+нас.	0,4	3,8	4,5	3,5	5,8
с.п.+некр.с.	0	0	0,2	0	0
с.п.+экзоб.	0,4	1,2	11,2	9,0	10,2
с.п.+ожог	0	0,6	0	1,6	4,6
с.п.+ожог+нас.	0	0	0	0	1,2
с.п.+фацидиоз	0	0	0	1,2	0,5
с.п.+экзоб+нас.	0	0	1,0	0,4	0,5
с.п.+экзоб.+некр.с.	0	0	0,2	0	0
с.п.+фацидиоз+ожог	0	0	0	0	0,2
с.п.+ожог+экзоб	0	0	0	0,2	0
с.п.+экзоб+нас.+ожог	0	0	0	0	0,2
мучнистая роса	0	1,2	0	0	0
пестролистность	0	0,3	0	0	0
<b>Всего</b>	<b>248</b>	<b>338</b>	<b>424</b>	<b>492</b>	<b>413</b>

На учетной площадке № 2 наибольшая частота характерна для поражения парциальных кустов серой пятнистостью, повреждения насекомыми и их совместная встречаемость. В первые годы наблюдений также наблюдается довольно высокая частота здоровых парциальных кустов – до 35%, однако в последующие годы она снижается до 3,0% (табл. 7.12).

Наибольшая частота поражения серой пятнистостью наблюдается в 2012 г. (42,2%) и в 2013 г. (32,4%). Наибольшее повреждение насекомыми наблюдалось в 2014 г. (33,6%) и в 2015 г. (34,1%), в остальные годы частота парциальных кустов, поврежденных насекомыми, невелика и не превышает 11%. Совместное поражение серой пятнистостью и повреждений насекомыми наиболее сильно выражено в 2014 г. – 37,4%.

**Частота заболеваний парциальных кустов брусники в разные годы (%) на УП 2**

Характер поражения	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
здоров	29,5	35,1	7,5	6,06	3,2
с.п.	42,6	32,4	6,5	15,9	20,4
гипер.	0	2,7	1,9	5,3	2,1
ожог	3,3	2,7	0	0,8	0
нас.	6,6	10,8	33,6	34,1	18,3
с.п.+ожог	1,6	2,7	0,9	1,5	2,15
с.п.+нас	11,5	10,8	37,4	19,7	19,4
с.п.+гипер	1,6	0	0	1,5	2,1
с.п.+экзоб	0	1,4	3,7	3,8	11,8
гипер+нас	0	0	1,9	2,3	0
ожог+нас	1,6	0	0,9	0	0
экзоб+нас.	0	0	1,9	6,1	3,2
экзоб	0	1,4	0	2,8	12,9
с.п.+экзоб+нас	0	0	3,7	0,8	2,1
нас.+с.п.+ожог	0	0	0	0	1,1
гипер+с.п.+нас	0	0	0	0	1,1
пестролистность	1,6	0	0	0	0
Всего	61	74	107	132	93

В дальнейшем анализе рассматриваются данные поражений, имеющих наибольшую частоту. Под словом «другое» подразумеваются отдельные заболевания или одновременные поражения двумя-четырьмя болезнями, встречающиеся с небольшой частотой.

**Динамика изменения характера повреждения парциальных кустов брусники разных онтогенетических состояний на учетных площадках.** Нами рассмотрено изменение характера повреждений парциальных кустов брусники на учетных площадках в целом за все годы наблюдения (табл. 7.13). На учетной площадке № 1 изменение характера повреждения

Таблица 7.13

**Зависимость динамики повреждения парциальных кустов брусники разных онтогенетических состояний**

Онтогенетическое состояние в предшествующем и последующем годах	Значение вероятности различий на учетных площадках	
	УП 1	УП 2
im-im	0,99	0,68
im-v	1,00	>0,975
im-g <sub>1</sub>	0,018	0,27
v-v	0,47	0,55
v-g <sub>1</sub>	<b>&lt;0,001</b>	0,64
v-g <sub>2</sub>	–	1,00
g <sub>1</sub> -g <sub>1</sub>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,0002</b>
g <sub>1</sub> -g <sub>2</sub>	<b>&lt;0,05</b>	0,21
g <sub>1</sub> -g <sub>3</sub>	0,20	0,17
g <sub>2</sub> -g <sub>2</sub>	<b>0,017</b>	0,71
g <sub>2</sub> -g <sub>2</sub>	–	1,00
g <sub>3</sub> -g <sub>3</sub>	–	0,18

**Примечание:** здесь и далее: прочерк означает отсутствие парциальных кустов с такими повреждениями. Жирным шрифтом выделено значение  $P < 0,05$ .

парциальных кустов в зависимости от онтогенетического состояния выявляется для виргинильных парциальных кустов, которые на следующий год становятся молодыми генеративными ( $P < 0,001$ ); для молодых и средневозрастных генеративных парциальных кустов не изменивших свое онтогенетическое состояние ( $P < 0,017$ ); для молодых генеративных парциальных кустов, которые на следующий год перешли в средневозрастное генеративное онтогенетическое состояние ( $P < 0,05$ ). На учетной площадке № 2 такая зависимость наблюдается только для молодых генеративных, не изменивших свое онтогенетическое состояние парциальных кустов ( $P = 0,0002$ ).

В табл. 7.14 представлено изменение на следующий год характера повреждения молодых генеративных парциальных кустов, оставшихся на следующий год в этом же онтогенетическом состоянии.

Таблица 7.14

**Изменение характера повреждений молодых генеративных парциальных кустов брусники (переход  $g_1-g_1$ ) ( $P < 0,001$ )**

Состояние в предшествующем году	Объем выборки	Характер повреждения в следующем году, %								
		Здор.	С.п.	Нас.	С.п+нас.	С.п.+Экзоб.	Экз-об.	Нас.+фа-цид.	С.п.+ожог	Другое
С.п.	168	9,5	<b>66,7</b>	0,0	6	4,2	2,9	3,6	2,9	4,2
Нас.	22	<b>36,4</b>	13,6	13,6	9,1	18,2	0,0	0,0	0,0	9,1
Здор.	85	14,1	<b>44,7</b>	3,5	3,5	<b>25,9</b>	1,2	0,0	1,2	5,9
С.п.+экзоб.	8	0,0	<b>64,3</b>	0,0	17,9	0,0	0,0	0,0	3,6	14,3
С.п.+Нас	23	0,0	<b>61,0</b>	4,3	8,7	0,0	0,0	4,3	0,0	<b>21,7</b>
Экзоб.	8	<b>37,5</b>	12,5	0,0	12,5	<b>25,0</b>	0,0	0,0	0,0	12,5
Другое	23	8,7	<b>56,5</b>	0,0	8,7	4,3	0,0	0,0	13,0	8,7

Здоровые парциальные кусты на следующий год чаще всего поражаются серой пятнистостью (около 45%), а так же совместными заболеваниями серой пятнистостью и экзобазидиозом (26%). Около 56-67% парциальных кустов, пораженных в предшествующий год серой пятнистостью, серой пятнистостью и экзобазидиозом, а также другими (малочисленными) болезнями, на следующий год поражаются серой пятнистостью. Парциальные кусты, поврежденные насекомыми, становятся здоровыми в 36% случаев. После заболевания экзобазидиозом 38% парциальных кустов становятся здоровыми и 25% дополнительно поражаются серой пятнистостью.

В табл. 7.15 представлено изменение на следующий год характера повреждения молодых генеративных парциальных кустов, пораженных в предшествующий год разными заболеваниями. Парциальные кусты, не имеющие никаких повреждений, на следующий год остаются здоровыми в 36% случаев, и чуть меньше половины парциальных кустов (46%) поражаются серой пятнистостью. Парциальные кусты, пораженные серой пятнистостью в 61% случаев, не изменяют характер заболевания. Растения, одновременно поврежденные насекомыми и пораженные серой пятнистостью, в 43% случаев становятся здоровыми. Парциальные кусты,

пораженные насекомыми, а так же имеющие совместное повреждение насекомыми и поражение экзобазидиозом в 100% случаев, на следующий год поражаются серой пятнистостью.

Таблица 7.15

**Изменение характера поражений молодых генеративных парциальных кустов брусники (переход  $g_1$ - $g_2$ ;  $P < 0,005$ )**

Состояние в предшествующем году	Объем выборки	Характер повреждения в следующем году, %			
		Здоров.	С.п.	С.п.+экзоб.	Другое
Здор.	22	<b>36,4</b>	<b>45,5</b>	4,5	13,6
С.п.	74	13,5	<b>60,8</b>	10,8	14,9
Нас+с.п.	7	<b>42,8</b>	28,6	28,6	0,0
Нас.	6	0,0	<b>100,0</b>	0,0	0,0
Нас+экзоб.	5	0,0	<b>100,0</b>	0,0	0,0
С.п.+экзоб.	9	0,0	<b>66,7</b>	11,1	22,2
Другое	10	0,0	0,0	50	50

**Динамика изменения характера повреждения парциальных кустов брусники разных онтогенетических состояний на учетных площадках по годам в зависимости от повреждения в предшествующем году.** В табл. 7.16 приведена статистика изменения повреждения парциальных кустов на следующий год в зависимости от характера повреждения в предшествующий год. Такая зависимость на УП 1 наблюдается только для некоторых онтогенетических переходов, в основном в тех случаях, когда наблюдается последовательный переход парциального куста из одного онтогенетического состояния в следующее или нахождение в определенном онтогенетическом состоянии два года. Для УП 2 такая зависимость наблюдается только для перехода  $g_2$ - $g_2$ , когда парциальный куст был поражен серой пятнистостью ( $P=0,016$ ).

Таблица 7.16

**Зависимость изменения характера повреждения парциальных кустов, разных онтогенетических состояний на УП 1 (в таблице указана вероятность P)**

Онтогенетическое состояние в предшествующем и последующем годах	Различия характера повреждения в следующем году, %			
	здоровые	с.п.	нас.	с.п.+нас.
im-im	<b>0,0008</b>	<b>0,00003</b>	–	–
im-v	<b>0,0003</b>	0,31	0,333	0,4
im- $g_1$	0,33	0,1	0,059	0
v-v	<b>0,000001</b>	0,77	–	0,558
v- $g_1$	0,116	<b>0,0002</b>	–	1
$g_1$ - $g_1$	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,005</b>	<b>0,002</b>	–
$g_1$ - $g_2$	<b>0,007</b>	<b>0,00001</b>	1,0	<b>0,005</b>

В табл. 7.17 представлено изменение на следующий год характера повреждения молодых генеративных парциальных кустов, пораженных в предшествующий год серой пятнистостью. Можно видеть, что такие парциальные кусты на следующий год не изменяют характер повреждения в 53-76% случаев. Около 18% парциальных кустов после поражения в 2012 го-

ду серой пятнистостью становятся на следующий год здоровыми. Это связано с небольшой степенью повреждения парциальных кустов и опадением пораженных листьев.

Таблица 7.17

**Изменение ( $P < 0,005$ ) характера повреждения парциальных кустов (переход  $g_1-g_1$ ), пораженных в предшествующем году серой пятнистостью на УП 1**

Год поражения серой пятнистостью	Объем выборки	Характер повреждения в следующем году, %					
		Здор.	С.п.	Экзоб.	С.п.+ экзоб.	С.п.+н ас	Другое
2012	17	17,6	52,9	21,4	0,0	11,8	0,0
2013	25	0,0	76,0	4,0	16,0	4,0	0,0
2014	65	0,65	70,8	0,0	18,5	1,5	8,1
2015	55	9,09	63,1	1,8	1,5	5,5	7,3

В табл. 7.18 представлено изменение на следующий год характера повреждения имматурных парциальных кустов, пораженных в предшествующий год серой пятнистостью. Можно видеть, что такие парциальные кусты на следующий год не изменяют характер повреждения в 2013-2014 г. в 20-28,6%, в 2015-2016 г. в 70-96% случаев. Около 43% парциальных кустов после поражения в 2012 г. серой пятнистостью становятся на следующий год здоровыми. Это связано с небольшой степенью повреждения парциальных кустов и опадением поврежденных листьев на следующий год.

Таблица 7.18

**Изменение ( $P=0,000003$ ) характера повреждения имматурных парциальных кустов (переход  $im-im$ ), пораженных в предшествующем году серой пятнистостью на УП 1**

Год поражения	Объем выборки	Характер повреждения в следующем году, %		
		Здоровые	С.п.	Другое
2012	7	42,8	28,6	28,6
2013	5	20,0	20,0	60,0
2014	28	3,5	96,4	0,0
2015	10	10,0	70,0	20,0

В табл. 7.19 представлено изменение на следующий год характера повреждения виргинильных парциальных кустов, пораженных в предшествующий год серой пятнистостью. Можно видеть, что такие парциальные кусты на следующий год не изменяют характер повреждения в 2013 году в 28 %, а в 2014-2016 годах в 53-80 % случаев. Около 50 % парциальных кустов после поражения в 2012 году серой пятнистостью становятся на следующий год здоровыми. В последующие годы частота здоровых парциальных кустов уменьшается с 7 до 3%. В 2014 и 2016 годах около 20% парциальных кустов, пораженных серой пятнистостью, дополнительно поражаются экзобазидиозом. Возможно, это связано с обильными осадками в эти годы, т.к. известно, что развитию экзобазидиоза способствует повышенная влажность (Воронин, 1961).

**Изменение ( $P=0,0001$ ) характера повреждения парциальных кустов (переход  $v-g_1$ ), пораженных на УП 1 в предшествующем году серой пятнистостью**

Год повреждения	Объем выборки	Характер повреждения в следующем году, %				
		Здор.	С.п.	С.п.+ ожог	С.п.+ экзоб.	Другое
2012	18	50,0	28,0	0,0	0,0	22,0
2013	14	7,1	64,3	0,0	21,4	7,1
2014	15	6,6	80,0	6,6	6,6	0,0
2015	30	3,3	53,3	13,3	20,0	20,0

В табл. 7.20 представлено изменение на следующий год характера повреждения молодых генеративных парциальных кустов, пораженных в предшествующий год серой пятнистостью и перешедших на следующий год в средневозрастное онтогенетическое состояние. Можно видеть, что 2013 г. 29% парциальных кустов на следующий год не изменяют характер повреждения, а в последующие годы поражение серой пятнистостью увеличивается от 58 до 83%. Около 53% парциальных кустов после поражения в 2012 г. серой пятнистостью становятся на следующий год здоровыми, в 2014 г. доля таких парциальных кустов составляет всего 8%. Возможно это связано с большой степенью повреждения парциальных кустов серой пятнистостью и «выздоровления» в данном случае не происходит. Так же наблюдаются совместные заболевания серой пятнистостью и экзобазидиозом. В 2014-2016 гг. частота поражения этими заболеваниями варьирует от 4,0 до 16,7%.

**Изменение ( $P=0,00001$ ) характера повреждения парциальных кустов (переход  $g_1-g_2$ ), пораженных на УП 1 в предшествующем году серой пятнистостью**

Год повреждения	Объем выборки	Характер повреждения в предшествующем году, %			
		Здоров.	С.п.	С.п.+ экзоб.	Другое
2012	17	53	29,4		17,6
2013	12	8,3	58,3	16,7	16,7
2014	18	0,0	83,3	11,1	5,6
2015	25	0,0	72,0	4,0	24,0

Динамика повреждения у здоровых имматурных парциальных кустов (ставших на следующий год виргинильными), представлена в табл. 7.21. Можно видеть, что на второй год наблюдения парциальные кусты остаются здоровыми более чем в половине случаев (58%), 25% парциальных кустов на следующий год поражаются серой пятнистостью и около 14% – насекомыми. В последующие годы резко увеличивается частота парциальных кустов, пораженных серой пятнистостью – до 58-64%, здоровыми остаются не более 21% парциальных кустов. К 2016 г. также увеличивается встречаемость экзобазидиоза – до 14%.

Таблица 7.21

**Изменение ( $P < 0,005$ ) характера повреждения парциальных кустов на УП 1  
(переход im-v), здоровых в предшествующем году**

Год, в котором ПК были здоровыми	Объем выборки	Характеристика повреждения на следующий год, %					
		Здоровый	С.п.	Экзобазидиоз	С.п+экз об.	Повреждения насекомыми	Другое
2012	36	58,3	25,0	2,8	0,0	13,9	0,0
2013	17	17,6	58,8	0,0	11,8	5,9	5,9
2014	23	17,4	60,9	8,7	13,0	0,0	0,0
2015	14	21,4	64,3	14,3	0,0	0,0	0,0

Динамика повреждения у здоровых имматурных парциальных кустов (не изменившие свое онтогенетическое состояние), представлены в табл. 7.22. Можно видеть, что на второй и на третий год наблюдения парциальные кусты остаются здоровыми более чем 64-80% случаев. На второй и на третий год парциальные кусты поражаются одновременно серой пятнистостью и экзобазидиозом 10-14,6%, а в 2016 г. такие парциальные кусты не встречаются. В 2015-2016 гг. резко увеличивается частота парциальных кустов, пораженных серой пятнистостью – до 50-68%, здоровыми же остаются не более 23-26% парциальных кустов, что возможно связано с высокой степенью поражения парциальных кустов брусники. В 2014-2015 гг. также увеличивается встречаемость совместных заболеваний. Например, одновременное повреждение насекомыми и поражение серой пятнистостью наблюдается у 14-18% парциальных кустов.

Таблица 7.22

**Изменение ( $P = 0,00068$ ) характера повреждения парциальных кустов на УП 1  
(переход im-im), здоровых в предшествующем году**

Год, в котором ПК были здоровыми	Объем выборки	Характеристика повреждения на следующий год, %				
		Здор.	С.п.	Экзоб.	Нас.+с.п.	Экзоб.+с.п.
2012	10	80,0	10,0	10	0,0	0,0
2013	11	63,6	9,1	0,0	18,2	9,1
2014	22	22,7	50,0	0,0	13,6	13,6
2015	19	26,3	68,4	0,0	5,3	0,0

Динамика повреждения у здоровых виргинильных парциальных кустов (не изменившие свое онтогенетическое состояние), представлены в табл. 7.23. Можно видеть, что на второй год наблюдения 82% парциальных кустов остаются здоровыми. В 2014 г. частота поражения серой пятнистостью составляет 58%, а в 2016 г. – 33%. В 2013 и 2015 гг. поражение только серой пятнистостью не наблюдается, но выявлено одновременное поражение серой пятнистостью и повреждения насекомыми. В 2015 г. частота таких парциальных кустов составляет около 77%.

**Изменение ( $P=0,000001$ ) характера повреждения парциальных кустов на УП 1  
(переход v-v), здоровых в предшествующем году**

Год	Объем вы- борки	Характеристика повреждения на следующий год, %			
		Здор.	С.п.	С.п.+нас.	Другое
2012	11	81,8	0,0	0,0	18,2
2013	12	33,3	58,3	8,3	0,0
2014	17	23,5	0,0	76,5	0,0
2015	9	22,2	33,3	11,1	22,2

Динамика повреждения у здоровых молодых генеративных онтогенетических парциальных кустов (не изменившие свое онтогенетическое состояние), представлены в табл. 7.24. На второй год наблюдения парциальные кусты остаются здоровыми в 67% случаев, а поражение серой пятнистостью и повреждение насекомыми составляет 13%. В 2014-2015 гг. здоровыми остаются всего лишь 6-10% парциальных кустов, а степень поражения серой пятнистости в 2014-2016 гг. резко увеличивается до 60-77%. Заболевание экзобазидиозом в 2014-2015 гг. возрастает до 8-10%, что возможно связано с обильными осадками в эти годы.

Таблица 7.24

**Изменение ( $P<0,001$ ) повреждения парциальных кустов на УП 1 (переход g<sub>1</sub>- g<sub>1</sub>),  
которые были здоровыми в предшествующем году**

Год	Объем выборки	Характеристика повреждения на следующий год, %					
		Здор.	С.п.	Нас.	С.п.+нас.	Экзоб.	Другое
2012	15	66,7	13,3	13,3	6,7	0,0	0,0
2013	35	5,7	77,1	2,9	5,7	8,6	0,0
2014	10	10,0	60,0	0,0	0,0	10,0	20,0
2015	3	33,3	66,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Таким образом, в 2012-2016 гг. увеличивается частота повреждения парциальных кустов брусники. При этом выявляется изменение характера повреждения в зависимости от онтогенетического состояния парциального куста, наличия и характера его повреждения в предшествующий год. Также в некоторых случаях довольно высока частота парциальных кустов брусники, которые не изменяют характер своего поражения болезнями или повреждения насекомыми. В дальнейшем планируется изучение и анализ динамики повреждений парциальных кустов в зависимости от степени повреждения, жизненности и календарного возраста парциального куста; исследование динамики повреждений в течение нескольких лет и зависимость таких изменений от погодных условий года.

**Библиографический список**

1. Авдошенко А.К. Семенное размножение брусничных // ДАН СССР. 1948. Т. 60, № 5. С. 897-899.
2. Воронин М.С. Избранные произведения. – М., 1961. – 324 с.
3. Жуйкова И.В. О некоторых особенностях роста и развития видов *Vaccinium* в условиях Хибинских гор // Ботанический журнал. 1959. Т. 44, № 3. С. 322-332.
4. Миронов К.А. Возрастной состав парциальных кустов *Vaccinium vitis-idaea* на гарях // Растит. ресурсы. 1983. Т. 19. Вып. 4. С. 493-497.

5. Прокопьева Л.В., Жукова Л.А., Глотов Н.В. Онтогенез брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) // Онтогенетический атлас. – Йошкар-Ола, 2000. С. 38-47.
6. Солоневич Н.Г. Материалы и эколого-биологическая характеристика болотных трав и кустарников // Растительность крайнего Севера СССР и ее освоение. Вып. 2. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 307-497.
7. Хромов-Борисов Н.Н. Биометрические задачи в популяционных исследованиях / Н.Н. Хромов-Борисов, Г.Б. Лазаротто, Т.Б. Ледур // Методы популяционной биологии: сб. материалов VII Всерос. популяционного семинара. – Сыктывкар, 2004. Ч. 2 С. 62-86.

#### 7.2.2.8. Онтогенетические пути развития парциальных кустов брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) на учетных площадках

**Материал и методика исследования.** Исследования за развитием парциальных кустов брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. проводятся на территории заповедника «Большая Кокшага» с 2012 года.

Учетная площадка (УП) № 1 располагается в сосняке зеленомошно-брусничном. 1). Возобновление сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., березы повислой *Betula pendula* L. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника обыкновенная (проективное покрытие 70%), зеленые мхи (21%), голубика *Vaccinium uliginosum* L. (3%), молиния голубая *Molinia caerulea* (L.) Moench (1%), багульник болотный *Ledum palustre* L. (5%).

Учетная площадка (УП) № 2 располагается в сосняке бруснично-зеленомошном. Возобновление ели обыкновенной *Pinus sylvestris* L., дуба черешчатого *Quercus robur* L., рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia* L. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника обыкновенная (60%), ландыш майский *Convallaria majalis* L. (3%), марьянник обыкновенный *Melampyrum pratense* L. (5%), раkitник русский *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wolf.) Klásk. (1%), вейник тростниковый *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth (2%).

В пределах данных сообществ в 2012 г. были заложены учетные площадки размером 1 м<sup>2</sup>, на которых замаркированы все парциальные кусты брусники и определены их координаты. Для каждого парциального куста ежегодно определяли онтогенетическое состояние, календарный возраст и жизненность, отмечали характер повреждений, зарисовывали структуру парциального куста.

Онтогенетические состояния парциальных кустов брусники определены по их описаниям на основании ряда качественных и количественных признаков (Прокопьева и др., 2000). Календарный возраст парциальных кустов определяли по морфологическим признакам (Авдошенко, 1948; Солоневич, 1956; Жуйкова, 1959; Миронов, 1983).

Для сравнения онтогенетических путей парциальных кустов брусники были составлены таблицы, которые были проанализированы с помощью критерия  $\chi^2$  и точного критерия (с помощью компьютерной программы RCEХАСТ) для таблиц сопряженности (Хромов-Борисов и др., 2004).

**Онтогенетические пути парциальных кустов брусники.** Нами были изучены онтогенетические пути парциальных кустов брусники за четыре года (2012-2015 гг.). Построены схемы онтогенетических переходов парциальных кустов, зарегистрированных в разных онтогенетических состояниях. В анализе рассматривались только те парциальные кусты, которые наблюдались все четыре года. Выявлено множество путей онтогенеза парциальных кустов брусники. В табл. 7.25 для примера представлены онтогенетические пути парциальных кустов, зарегистрированных в 2012 г. в имматурном онтогенетическом состоянии.

Таблица 7.25

**Пути онтогенеза парциальных кустов брусники имматурного онтогенетического состояния**

Год наблюдения				Число парциальных кустов на учетных площадках, экз.	
2012	2013	2014	2015	УП-1	УП-2
im	погиб			7	12
im	im	погиб		5	1
im	im	v	погиб		1
im	im	v	v	5	
im	im	v	g <sub>1</sub> v	3	2
im	im	g <sub>1</sub> v	погиб	1	1
im	im	g <sub>1</sub> v	g <sub>1</sub> v	2	1
1	2	3	4	5	6
im	im	g <sub>1</sub>	g <sub>1</sub>	1	
im	im	g <sub>2</sub> v	погиб	1	
im	v	погиб		4	3
im	v	v	погиб	2	
im	v	v	v	7	1
im	v	v	g <sub>1</sub>	2	
im	v	v	g <sub>1</sub> v	3	4
im	v	v	sc	1	
im	v	g <sub>1</sub> v	погиб		2
im	v	g <sub>1</sub>	g <sub>1</sub>	1	
im	v	g <sub>1</sub> v	g <sub>1</sub> v	20	1
im	v	g <sub>1</sub> v	g <sub>1</sub>	1	
im	v	g <sub>1</sub> v	g <sub>2</sub> v	5	
im	v	g <sub>1</sub> v	g <sub>3</sub> v	1	
im	v	g <sub>1</sub> v	ss	2	
im	v	g <sub>2</sub> v	погиб	1	1
im	v	g <sub>3</sub> v	g <sub>3</sub> v	1	
im	v	g <sub>3</sub> v	ss		1
im	g <sub>1</sub>	погиб		1	
im	g <sub>1</sub> v	погиб			1
im	g <sub>1</sub> v	g <sub>1</sub> v	погиб	1	
im	g <sub>1</sub> v	g <sub>1</sub> v	g <sub>1</sub> v	1	1
<b>Всего</b>				<b>79</b>	<b>32</b>

Для парциальных кустов, зарегистрированных в имматурном онтогенетическом состоянии на учетной площадке № 1 было выявлено 24 разных возможных путей онтогенеза, на учетной площадке № 2 – 15 разных путей онтогенеза. На обеих учетных площадках обнаружено 10 одинаковых путей онтогенеза. Встречаются парциальные кусты, которые цветут и плодоносят два года подряд. Есть парциальные кусты, которые погибли на второй, третий и четвертый год наблюдения. На учетных площадках можно увидеть вариант перехода из имматурного в молодое генеративное онтогенетическое состояние, то есть с пропусками онтогенетических состояний. В основном парциальные кусты остаются в этом же онтогенетическом состоянии или переходят в виргинильное состояние.

Для парциальных кустов, зарегистрированных в виргинильном онтогенетическом состоянии, на учетной площадке № 1 обнаружено 26 разных вариантов, на учетной площадке № 2 – 13 вариантов онтогенеза. На учетных площадках выделено 8 одинаковых путей онтогенеза. Восемь парциальных кустов цвели и плодоносили на третий и четвертый год наблюдения. На учетной площадке № 1 встречается виргинильный парциальный куст, который остается в этом же онтогенетическом состоянии все 4 года. На учетной площадке № 2 встречается виргинильный парциальный куст, который на следующий год переходит сразу в старое генеративное онтогенетическое состояние. На обеих учетных площадках обнаружен вариант онтогенеза, когда виргинильные парциальные кусты на второй год переходят в сенильное онтогенетическое состояние, а на третий год погибают.

Для парциальных кустов брусники, зарегистрированных в молодом генеративном онтогенетическом состоянии, на учетной площадке № 1 определено 39 возможных путей онтогенеза. При этом парциальные кусты преимущественно остаются в следующем году в этом же онтогенетическом состоянии. На учетной площадке № 2 выделено 10 разных путей онтогенеза. На учетных площадках выявлено 4 варианта одинаковых вариантов онтогенеза. На учетной площадке № 1 есть варианты, когда парциальные кусты погибают на третий и на четвертый год наблюдения. Встречаются парциальные кусты, которые цвели и плодоносили только в первый год наблюдения. Выявлены варианты перехода молодого генеративного онтогенетического состояния в средневозрастное генеративное онтогенетическое состояние и в старое генеративное онтогенетическое состояние.

Для парциальных кустов брусники, зарегистрированных в средневозрастном генеративном онтогенетическом состоянии, на учетной площадке № 1 выявлено 4 варианта путей, на учетной площадке № 2 – 8 путей онтогенеза. На учетных площадках есть варианты перехода в старое генеративное онтогенетическое состояние и в сенильное онтогенетическое состояние на второй год наблюдения.

Для парциальных кустов старого генеративного онтогенетического состояния на учетной площадке № 1 – старых генеративных парциальных кустов зарегистрировано не было. На

учетной площадке № 2 определено 3 разных варианта путей онтогенеза. Для парциальных кустов брусники в сенильном онтогенетическом состоянии на учетной площадке № 1 в сенильном онтогенетическом состоянии обнаружен один вариант перехода. На второй год парциальный куст переходит в отмирающее онтогенетическое состояние и на третий год погибает. На учетной площадке № 2 сенильных парциальных кустов зарегистрировано не было.

Далее был проведен анализ полученных путей развития парциальных кустов брусники по нескольким направлениям:

- 1) гибель парциальных кустов брусники;
- 2) нахождение парциального куста в определенном онтогенетическом состоянии более одного года;
- 3) переходы парциальных кустов в другое онтогенетическое состояние;
- 4) пропуски онтогенетических состояний;

**Смертность парциальных кустов брусники.** Мы изучали смертность (гибель) парциальных кустов брусники разных онтогенетических состояний на учетных площадках. Для имматурных парциальных кустов проводили анализ отдельно для однолетних и двухлетних растений, так как наиболее важным для вновь образовавшихся парциальных кустов является первая зима (Прокопьева, Глотов, 2007). В табл. 7.26 представлена частота гибели имматурных парциальных кустов на учетных площадках в разные годы.

Таблица 7.26

**Частота гибели имматурных парциальных кустов на учетных площадках, %**

Учетная площадка	Частота погибших имматурных парциальных кустов, %		
	в 2013 г.	в 2014 г.	в 2015 г.
1		8,9	
2	12,7	37,5	7,7

Сравнение частоты погибших однолетних и двухлетних имматурных парциальных кустов отдельно на каждой учетной площадке показало, что возраст не влияет на частоту гибели имматурных парциальных кустов брусники ( $P > 0,46$ ). Частота гибели имматурных парциальных кустов в 2013 г. и 2015 г. на учетных площадках не различается ( $P > 0,05$ ). При этом частота гибели в 2015 г. ниже, чем в 2013 г. В 2014 г. гибель имматурных парциальных кустов на учетных площадках различная ( $P = 0,0007$ ). Анализ числа погибших парциальных кустов виргинильного, молодого генеративного и средневозрастного генеративного онтогенетических состояний в разные годы не выявил зависимость от условий года.

В табл. 7.27 представлена частота гибели в 2013 г. парциальных кустов, зарегистрированных в 2012 г. в имматурном и виргинильном онтогенетических состояниях на учетных площадках. Генеративные парциальные кусты в анализ не включены из-за малого объема выборок.

Таблица 7.27

**Частота гибели парциальных кустов брусники разных онтогенетических состояний**

Онтогенетическое состояние в 2012-2013 гг.	Частота гибели парциальных кустов, %	
	УП 1	УП 2
im-погиб	8,9	37,5
v-погиб	3,8	31,3

Анализ табл. 7.27 показал, что на учетной площадке № 2 частота гибели имматурных и виргинильных парциальных кустов выше (более 30%), чем на учетной площадке № 1. Кроме того, частота гибели имматурных парциальных кустов выше, чем частота гибели виргинильных парциальных кустов на обеих учетных площадках ( $P < 0,001$ ).

Таким образом, важными для выживания парциальных кустов являются первый-второй годы жизни и экологические условия местообитаний.

**Нахождение парциального куста в определенном онтогенетическом состоянии более одного года.** Парциальные кусты, которые не погибли, могут остаться на следующий год в этом же онтогенетическом состоянии либо перейти в какое-либо другое онтогенетическое состояние.

На учетных площадках изучалась продолжительность онтогенетических состояний парциальных кустов, и определялось число парциальных кустов брусники, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более одного года. Данные представлены в табл. 7.28-7.31.

Таблица 7.28

**Число имматурных парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более одного года**

№ учетной площадки	Общее число парциальных кустов	Частота парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более 1 года, %
1	72	25,0 %
2	20	30,0 %

Таблица 7.29

**Число виргинильных парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более одного года**

№ учетной площадки	Общее число парциальных кустов	Частота парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более 1 года, %
1	77	36,4 %
2	22	40,9 %

Таблица 7.30

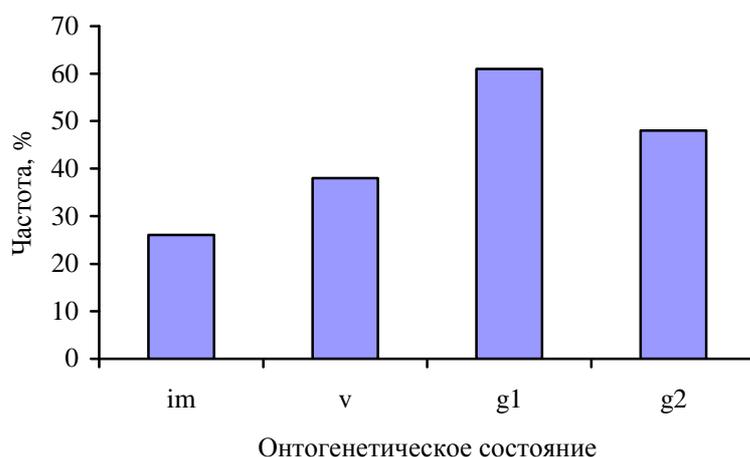
**Число молодых генеративных парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более одного года**

№ учетной площадки	Общее число парциальных кустов	Частота парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более 1 года, %
1	80	65,0 %
2	25	48,0 %

**Число средневозрастных генеративных парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более одного года**

№ учетной площадки	Общее число парциальных кустов	Частота парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более 1 года, %
1	4	50,0 %
2	13	46,2 %

Анализ парциальных кустов, находящихся в определенном онтогенетическом состоянии более одного года (табл. 7.28-7.31), показал, что частота таких растений не зависит от экологических условий учетных площадок ( $P > 0,16$ ), но выявляется зависимость от онтогенетического состояния парциальных кустов ( $P = 0,000008$ ) (рис. 7.8). Чаще всего остаются в своем онтогенетическом состоянии молодые генеративные парциальные кусты – 61,0%. Реже всего остаются в своем онтогенетическом состоянии – имматурные парциальные кусты (26,1%).



**Рис. 7.8. Частота парциальных кустов, находящихся в данном онтогенетическом состоянии более одного года.**

**Переходы парциальных кустов в другое онтогенетическое состояние.** Парциальные кусты брусники, которые не погибли, и не остались в том же онтогенетическом состоянии, на следующий учет были зарегистрированы в других онтогенетических состояниях.

Сравнение распределений онтогенетических путей по учетным площадкам в пределах одной онтогенетической группы выявило различие только для виргинильных парциальных кустов ( $P = 0,002$ ) и для молодых генеративных парциальных кустов ( $P = 0,005$ ) (табл. 7.32). Виргинильные парциальные кусты переходят в следующее онтогенетическое состояние в 95,1% случаев на учетной площадке № 1 и в 54,5% случаев – на учетной площадке № 2. Молодые генеративные парциальные кусты на учетной площадке № 1 также чаще всего переходят в следующее онтогенетическое состояние – средневозрастное генеративное онтогенетическое состояние (96,4%). На учетной площадке № 2 парциальные кусты с примерно одина-

ковой частотой переходят в следующее средневозрастное онтогенетическое состояние или сразу в старое генеративное онтогенетическое состояние. В другие годы (2013-2014 гг. и 2014-2015 гг.) различий в переходах между учетными площадками не выявлено ( $P > 0,005$ ).

Таблица 7.32

**Переходы парциальных кустов брусники из одного онтогенетического состояния в другое в 2012-2013 гг.**

Онтогенетическое состояние в 2012 г.	Онтогенетическое состояние в 2013 г.	УП 1	УП 2	Значение P
im	v	51	13	P=0,30
im	g <sub>1</sub>	3	2	
v	g <sub>1</sub>	47	6	P=0,002
v	g <sub>2</sub>	1	2	
v	g <sub>3</sub>	0	1	
v	s	1	2	
g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	27	6	P=0,005
g <sub>1</sub>	g <sub>3</sub>	1	7	
g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	1	6	P=0,42
g <sub>2</sub>	s	1	0	
g <sub>2</sub>	sc	0	1	

Далее мы сравнили одинаковые переходы парциальных кустов брусники в пределах одной учетной площадки в разные годы. Анализ данных показал, что частота перехода имма-турных парциальных кустов в другое онтогенетическое различается по годам только на учетной площадке № 1 ( $P=0,005$ ). В 2013 г. 94,4% имма-турных парциальных кустов переходят в виргинильное онтогенетическое состояние, в 2014 г. – 61,5% парциальных кустов.

Переходы в следующее онтогенетическое состояние виргинильных парциальных кустов в разные годы одинаковое на обеих учетных площадках ( $P=0,31-0,51$ ). У молодых генеративных парциальных кустов выявлено различие переходов в следующее онтогенетическое состояние только на учетной площадке № 1 ( $P=0,02$ ). В 2013 г. парциальные кусты переходят в следующее средневозрастное онтогенетическое состояние в 96,4%, в 2014 г. – в 94,4%; в 2015 г. – в 63,0% случаев. В 2015 г. молодые генеративные парциальные кусты переходят в старое генеративное (14,8% парциальных кустов) и субсенильное онтогенетическое состояние (14,8% парциальных кустов).

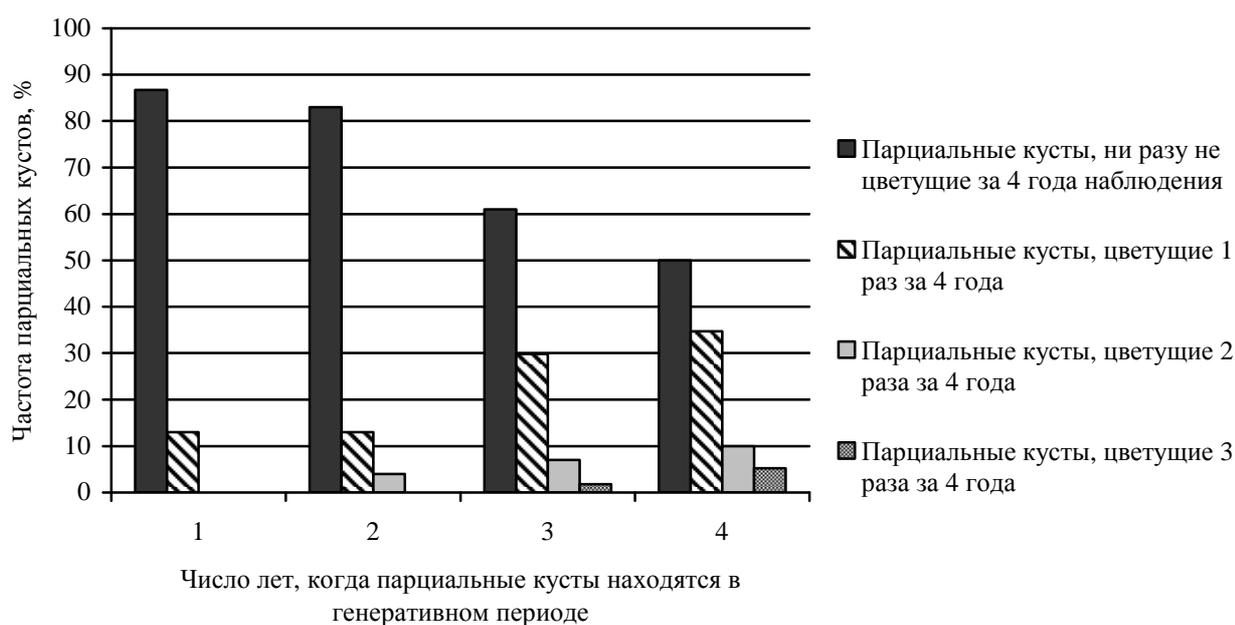
Мы оценили частоту цветущих и плодоносящих парциальных кустов брусники. Растения брусники, находящиеся в генеративном периоде могут находиться либо в цветущем состоянии ( $g_1, g_2, g_3$ ), либо по всем признакам относится к генеративным растениям, но в текущем году не цветут и не плодоносят ( $g_1v, g_2v, g_3v$  – парциальные кусты).

$g_1v$ -,  $g_2v$ - и  $g_3v$ -парциальные кусты брусники составляют довольно значительную группу, они во много раз превосходят по численности генеративные растения и играют значительную роль в жизни ценопопуляций этого вида, поскольку позволяют удерживать занимаемую

видом территорию, а также способствуют вегетативному разрастанию особи и обеспечивают самоподдержание ценопопуляций.

На рис. 7.9 представлена частота цветущих парциальных кустов, в зависимости от числа лет находящихся в генеративном периоде на учетной площадке № 1. На учетной площадке № 2 цветущих парциальных кустов за все 4 года наблюдения обнаружено не было.

Анализ частоты генеративных парциальных кустов (рис. 7.9) показал, что в зависимости от того, сколько лет находится растение в генеративном периоде, он цветет разное число лет ( $P=0,0019$ ). Можно заметить, что доля ни разу не цветущих парциальных кустов уменьшается (с 86,7% до 50,0%) с увеличением числа лет, когда парциальные кусты находятся в генеративном периоде. Однако, даже если парциальные кусты все 4 года наблюдения находились в генеративном периоде, в 50,0% случаях парциальные кусты ни разу не цвели и не плодоносили. Частота парциальных кустов, цветущих 2-3 раза за 4 года наблюдения очень небольшая – не превышает 10 %. Доля парциальных кустов, цветущих один раз за 4 года увеличивается при увеличении времени генеративного периода.



**Рис. 7.9.** Частота цветущих парциальных кустов брусники за 4 года наблюдения на учетной площадке № 1.

Сходные результаты были получены и ранее. Установлено, что для парциальных кустов характерны перерывы в цветении, которые могут составлять от одного до четырех лет при четырехлетних наблюдениях. Также указывается, что цветение брусники определяется условиями года и экологическими условиями местообитаний (Прокопьева, 2008).

**Пропуски онтогенетических состояний.** На учетных площадках определялась доля парциальных кустов, в ходе своего онтогенеза перешедших из одного онтогенетического со-

стояния в другое с пропуском одного или нескольких онтогенетических состояний. Зарегистрированы случаи пропусков виргинильного, молодого, средневозрастного и старого генеративных онтогенетических состояний. Максимальное число пропущенных онтогенетических состояний – 4 (переход v-s). Результаты представлены в табл. 7.33.

На учетной площадке № 1 парциальные кусты, зарегистрированные в определенном онтогенетическом состоянии, с одинаковой частотой пропускают одно или несколько онтогенетических состояний ( $P=0,39$ ). Доля таких парциальных кустов составляет в среднем 13,7%. На учетной площадке № 2 частота парциальных кустов, пропустивших одно или несколько онтогенетических состояний изменяется в ходе онтогенеза. Так, виргинильные и молодые генеративные парциальные кусты чаще всего пропускают онтогенетические состояния. Частота таких растений составляет 40-52%. Пропуски онтогенетических состояний у имматурных и средневозрастных генеративных парциальных кустов на учетной площадке № 2 наблюдаются с одинаковой частотой (около 14%).

Таблица 7.33

**Доля парциальных кустов, первоначально зарегистрированных в определенном онтогенетическом состоянии и пропустивших хотя бы одно онтогенетическое состояние, %**

Онтогенетическое состояние	УП 1	УП 2
im	16,3 %	
v	11,7 %	40,9 %
g <sub>1</sub>	11,3 %	52,0 %
g <sub>2</sub>	11,8 %	

Пропуски онтогенетических состояний могут быть объяснены двумя причинами. Во-первых, наблюдения за маркированными кустами велись один раз в сезон, поэтому возможно не были замечены какие-то переходы онтогенетических состояний. Во-вторых, данные пропуски могут быть связаны с тем, что для этого кустарничка нормальным ходом онтогенеза будут именно пропуски онтогенетических состояний.

Таким образом, ход онтогенеза парциальных кустов брусники может быть оценен по продолжительности онтогенетического состояния (нахождение парциального куста в определенном онтогенетическом состоянии более одного года) и пропускам онтогенетических состояний. Опираясь на эти данные можно предположить, что на учетной площадке № 2 парциальные кусты проходят свой онтогенез быстрее: у них чаще происходят пропуски онтогенетических состояний. Парциальные кусты на учетной площадке № 2 наоборот, имеют обычный ход онтогенеза: для них характерна меньшая частота пропусков онтогенетических состояний.

### Выводы

1. На учетных площадках для парциальных кустов брусники, зарегистрированных в разных онтогенетических состояниях выявлено до 39 путей онтогенеза. Одинаковое число онтогенетических путей на разных учетных площадках не превышает 10.

2. Среди зарегистрированных путей развития парциальных кустов брусники выявлены гибель парциальных кустов, нахождение парциального куста в определенном онтогенетическом состоянии более одного года, переходы парциальных кустов в другое онтогенетическое состояние, пропуски онтогенетических состояний.

3. Частота гибели иматурных парциальных кустов изменяется в разные годы на учетных площадках от 7% до 37%. Частота погибших парциальных кустов на учетной площадке № 2 выше (31-37%), чем на учетной площадке № 1 (4-9%).

4. Частота парциальных кустов, находящихся в определенном онтогенетическом состоянии более одного года, увеличивается от 26,1% в иматурном онтогенетическом состоянии до 61,0% в молодом генеративном онтогенетическом состоянии.

5. Парциальные кусты в генеративном периоде находятся преимущественно в не цветущем состоянии. Доля ни разу не цветущих за четыре года наблюдения парциальных кустов составляет 50%, цветущих от одного до трех раз – от 5% до 34%.

6. Частота парциальных кустов брусники, пропустивших одно или несколько онтогенетических состояний, зависит от экологических условий местообитаний и онтогенетического состояния парциальных кустов, и изменяется в зависимости от условий от 11% до 52%.

### Библиографический список

1. Авдошенко А.К. Семенное размножение брусничных // ДАН СССР. 1948. Т. 60, № 5. С. 897-899.
2. Жуйкова И.В. О некоторых особенностях роста и развития видов *Vaccinium* в условиях Хибинских гор // Ботанический журнал. 1959. Т. 44, № 3. С. 322-332.
3. Миронов К.А. Возрастной состав парциальных кустов *Vaccinium vitis-idaea* на горях // Растительные ресурсы. 1983. Т. 19. Вып. 4. С. 493-497.
4. Прокопьева Л.В. Характеристика цветения парциальных кустов брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. // Роль особо охраняемых природных территорий в решении экологических проблем: сб. матер. Всерос. науч. практ. конф. Йошкар-Ола, 2008. С. 114-115.
5. Прокопьева Л.В., Жукова Л.А., Глотов Н.В. Онтогенез брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) // Онтогенетический атлас. Йошкар-Ола, 2000. С. 38-47.
6. Прокопьева Л.В., Глотов Н.В. Онтогенетические пути парциальных кустов брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага» Вып. 2. – Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2007. С. 173-202.
7. Солоневич Н.Г. Материалы и эколого-биологическая характеристика болотных трав и кустарников // Растительность крайнего Севера СССР и ее освоение. Вып. 2. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 307-497.
8. Хромов-Борисов Н.Н. Биометрические задачи в популяционных исследованиях / Н.Н. Хромов-Борисов, Г.Б. Лазаротто, Т.Б. Ледур // Методы популяционной биологии: сб. материалов VII Всерос. популяционного семинара. – Сыктывкар, 2004. Ч. 2 С. 62-86.

### 7.2.3. Сукцессионные процессы

#### 7.2.3.1. Анализ флоры заповедника

**Введение.** Флористические исследования в пределах современной территории заповедника впервые проводились в 1926 году М.И. Замаараевой [1], во время работы лесокультурной партии Марийской экспедиции Наркомзема РСФСР по обследованию лесного хозяйства Марийской Автономной Области. Из 600 отмеченных ею видов для МАО 219 видов указаны для бывшего Аргамачинского лесничества, на основной части которого сейчас располагается заповедник «Большая Кокшага». Дальнейшие исследования были продолжены только 60 лет спустя. В ходе изучения конкретной флоры «Аргамач» было выявлено 285 новых для данной территории видов. После образования заповедника, с 1994 года началась инвентаризация флоры. Исследования велись Н.В. Абрамовым, Г.А. Богдановым, А.В. Жиряковым. В результате был составлен флористический список, содержащий около 670 видов высших сосудистых растений. В 1996 на базе заповедника проводилась летняя полевая практика студентов кафедры высших растений МГУ, под руководством чл.-корр. РАН В.Н. Тихомирова. С 2005 года в обследовании флоры заповедника участвуют студенты биолого-химического факультета МарГУ во время летней полевой практики под руководством Н.В. Абрамова и Г.А. Богданова.

**Результаты и обсуждение.** В результате инвентаризации флоры заповедника «Большая Кокшага» обнаружено произрастание 807 видов сосудистых растений из 98 семейств. Аборигенная (местная) флора насчитывает 695 видов, относящихся к 91 семейству, что составляет 86,1 %. Ее таксономическая структура в целом соответствует флорам умеренных широт Голарктического флористического царства. Основу ее составляют покрытосеменные растения, насчитывающие 665 видов (95,7 %). Среди них преобладают двудольные – 493 вида (70,9 %). Сосудистые споровые и голосеменные растения вместе составляют лишь 4,4 % от общего числа местной флоры (табл. 7.34). Ведущие 11 семейств флоры содержат 407 видов, что составляет 58,6 % от природной флоры (табл. 7.35). Ведущие семейства типичны для бореальных флор. Ранг семейства розовые и фиалковые во флоре заповедника выше, чем во флоре Республики Марий Эл за счет хорошей изученности рода манжетка и представителей рода фиалка, которые образуют многочисленные гибриды, рассматриваемые в ранге вида. Ведущие 10 родов во флоре заповедника представлены 175 видами, что составляет 25,2 % от общего числа видов природной флоры (табл. 7.36). Наибольшее количество видов (41) принадлежит роду *Carex*, что характерно для локальных флор всей умеренной зоны. Ведущая роль родов *Alchemilla*, *Hieracium*, *Viola*, *Hieracium* обусловлена большим полиморфизмом этих родов и образованием большого количества межвидовых гибридов, рассматриваемых в ранге видов. В целом состав в спектре ведущих родов не отличается от флор бореальной зоны.

Таблица 7.34

## Основные параметры природной флоры заповедника «Большая Кокшага»

Высшие таксоны	Количество видов	Доля от общего, %	Количество родов	Доля от общего, %	Количество семейств	Доля от общего, %
ОТДЕЛ POLYPODIOPHYTA (PTEROPHYTA) ПАПОРОТНИКОВЫЕ (ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫЕ)	13	1,9	8	2,7	5	5,5
ОТДЕЛ EUISETOPHYTA (SPHENOPHYTA) ХВОЩЕОБРАЗНЫЕ	6	0,9	1	0,3	1	1,1
ОТДЕЛ LICOPODIOPHYTA (LYCOPHYTA) ПЛАУНООБРАЗНЫЕ	5	0,7	4	1,3	1	1,1
ОТДЕЛ PINOPHYTA (GYMNOSPERMAE) ГОЛОСЕМЕННЫЕ	6	0,9	4	1,3	2	2,2
ОТДЕЛ MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAE) ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ из него:	665	95,7	283	94,6	82	90,1
Класс Liliopsida (Monocotylenodes) Однодольные	172	24,7	65	21,7	16	17,6
Класс Magnoliopsida (Dicotyledones) Двудольные	493	70,9	218	72,9	66	72,5
<b>Всего</b>	<b>695</b>	<b>100,0</b>	<b>299</b>	<b>100,0</b>	<b>91</b>	<b>100,0</b>

Таблица 7.35

## Ведущие семейства во флоре заповедника «Большая Кокшага»

Ранг семейств	Семейства	Количество видов	Доля, %
I	Сложноцветные (Астровые)	89	12,8
II	Розовые	54	7,8
III-IV	Злаки (Мятликовые)	53	7,6
III-IV	Осоковые	53	7,6
V	Гвоздичные	29	4,2
VI-VII	Бобовые	26	3,7
VI-VII	Норичниковые	26	3,7
VIII	Лютиковые	20	2,9
IX-XI	Гречишные	19	2,7
IX-XI	Крестоцветные	19	2,7
IX-XI	Фиалковые	19	2,7
	<b>Итого</b>	<b>407</b>	<b>58,6</b>

Таблица 7.36

## Ведущие роды во флоре заповедника «Большая Кокшага»

№ п/п	Название рода	Количество видов	Доля от общего числа видов, %
1	Carex Осока	41	5,9
2	Alchemilla Манжетка	23	3,3
3	Hieracium Ястребинка	22	3,2
4	Viola Фиалка	19	2,7
5	Salix Ива	15	2,2
6	Galium Подмаренник	12	1,7
7	Taraxacum Одуванчик	12	1,7
8	Potamogeton Рдест	11	1,6
9	Rumex Щавель	10	1,4
10	Veronica Вероника	10	1,4
	<b>Всего</b>	<b>175</b>	<b>25,2</b>

Часть видов местной флоры в заповеднике встречается в качестве заносных, хотя они произрастают в природе в более южных районах республики рогульник (водяной орех) плавающий *Trapa natans* L. s.l., осока Арнелля *Carex arnellii* Christ, о. гвоздичная. *C. caryophyllea* Latourr., резуха стреловидная *Arabis sagittata* (Bertol.) DC., астрагал датский *Astragalus daticus* Retz., овсяница полесская *Festuca polesica* Zapal., о. шершаволистная *F. trachyphylla* (Hack.) Krajina, о. валлиская *F. valesiaca* Gaudin и др.

Заносные (адвентивные) виды представлены 87 видами и еще 26 видов культивируются в населенных пунктах и на кордонах. Вместе они составляют 13,9 % от общего числа обнаруженных видов. Большинство из последних иногда могут произрастать возле хозяйственных построек (лук репчатый *Allium cepa* L., чеснок *A. sativum* L., спаржа лекарственная *Asparagus officinalis* L., красоднев буро-желтый *Hemerocallis fulva* (L.) L., ирис садовый *Iris hybrida* hort., нарцисс *Narcissus x hybridus* hort. и др.), а некоторые в посадках и даже в лесных сообществах (лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb., смородина красная *Ribes rubrum* L., черноплодная рябина *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, ирга канадская *Amelanchier canadensis* (L.) Medik., тополь бальзамический *Populus balsamifera* L., пузыреплодник калинолистный *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., и др.).

По времени заноса среди адвентивных видов выделяют археофиты (древние заносы) и кенофитов (современные заносы (после 18 в.)). Кенофитов среди них в заповеднике обнаружено 49 видов (56,3 % от всей адвентивной флоры), археофитов – 38 (43,7 %). Типичными археофитами являются клоповник мусорный *Lepidium ruderales* L., редька дикая *Raphanus raphanistrum* L., гулявник Лезеля *Sisymbrium loesellii* L., г. лекарственный *S. officinale* (L) Scop., ярутка полевая *Thlaspi arvense* L., мальва приземистая *Malva pusilla* Smith и др. К кенофитам относятся клен ясенелистный *Acer negundo* L., люпин многолистный *Lupinus polyphyllus* Lindl., липучка растопыренная *Lappula squarrosa* (Retz.) Dum., лепидотека пахучая *Lepidotecha suaveolens* (Pursh) Nutt., татарник колючий *Onopordum acanthium* L., мелколепестник однолетний *Erigeron annuus* (L.) Pers и др.

По способу заноса выделяются ксенофиты, виды, непреднамеренно занесенные с других территорий в ходе хозяйственной деятельности на территории до создания заповедника. Дичающие из культуры виды относятся к эргазиофитам. Ксенофитов на обследованной территории обнаружено 58 видов (66,6 % от всей адвентивной флоры). Эргазиофитов выделено 29 видов (33,4 %). К ксенофитам относятся полынь Сиверса *Artemisia siversiana* Willd., василек синий *Centaurea cyanus* L., крапива жгучая *Urtica urens* L., житняк гребенчатый *Agropyron cristatum* (L.) P. Beauv., костер мягкий *Bromus mollis* (L.), элодея канадская *Elodea canadensis* Michx. и др. Из эргазиофитов в заповеднике произрастают сирень обыкновенная *Syringa vulgaris* L., слива колючая *Prunus spinosa* L., клен ясенелистный *Acer negundo* L., и др.

По степени натурализации выделяются эфемерофиты, колонофиты, эпекофиты, агриофиты. Эфемерофиты – временные виды, пребывание на территории заповедника ограничено одним сезоном и единичными особями. Таких видов в заповеднике 12 – 13,8 % от всех заносных видов). Это клоповник густоцветковый *Lepidium densiflorum* Schrad., мак снотворный *Papaver somniferum* L. укроп душистый *Anethum graveolens* L. подсолнечник однолетний *Helianthus annuus* L. и др.

Колонофиты – виды, удерживающиеся в местах заноса продолжительное время, но не распространяющиеся за пределы места заноса (12 видов – 13,8 %). К ним относятся ситник тонкий *Juncus tenuis* Willd., красоднев буро-желтый *Hemerocallis fulva* (L.) L., вечерница густоволосистая *Hesperis ruscotricha* Bob et Deyen, яблоня домашняя *Malus domestica* Borkh., я. манчжурская *M. mandshurica* (Maxim.) Kom., пузыреплодник калинолистный *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.

Эпекофиты, виды распространяющиеся из места заноса и внедряющиеся в антропогенные сообщества (53 вида – 60,9 %). Типичными колонофитами в заповеднике являются ежовник обыкновенный *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., щетинник зеленый *Setaria viridis* (L.) Beauv., горец топотун *Polygonum calcatum* Lindm, щирица запрокинутая *Amaranthus retroflexus* L., торица посевная *Spergula arvensis* L. s. l., мелкопестник однолетний *Erigeron annuus* (L.) Pers. и др.

Агриофиты (10 видов – 11,5 %) внедряются в естественные сообщества и полностью натурализовались в составе флоры заповедника. К ним в заповеднике можно отнести элодею канадскую *Elodea canadensis* Michx., горец птичий *Polygonum aviculare* L., хрен деревенский *Armoracia rusticana* Gaertn., В. Mey. et Scherb., мелкопестник канадский *Erigeron canadensis* L. и др.

По биоморфе растения заповедника можно разделить на деревья, кустарники, кустарнички, полукустарники и полукустарнички, поликарпические и монокарпические травы (табл. 7.37). Древесных и кустарниковых пород местной флоры в заповеднике насчитывается 70 видов. Из них деревьев 1-3 величины 26 видов, кустарников - 28 видов, кустарничков – 12 видов, полукустарников и полукустарничков всего 3 вида. Наибольшее количество растений в заповеднике представлено поликарпическими травами – 509 видов. Из них преобладают длиннокорневищные многолетники – 138 видов. Стержнекорневые и короткокорневищные многолетники представлены 95 и 94 видами соответственно. Высока роль рыхлокустовых, ползучих и кистекокорневых многолетников, которые включают по 38, 33 и 30 видов соответственно. Остальные 8 биоморф вместе включают 81 вид. Монокарпические травы в природной флоре заповедника представлены 116 видами. Из них преобладают однолетники и двулетники – по 69 и 30 видов соответственно. Многолетние монокарпики представлены 17 видами.

Таблица 7.37

## Распределение растений природной флоры заповедника по биоморфам

Биоморфа	Количество видов	Доля, %
Дерево I величины	13	1,9
Дерево II величины	7	1,0
Дерево III величины	6	0,9
Кустарник	28	4,0
Кустарничек	12	1,7
Полукустарник	1	0,1
Полукустарничек	3	0,4
<b>Всего</b>	<b>70</b>	<b>10,1</b>
Длиннокорневищный многолетник	138	19,9
Стержнекорневой многолетник	95	13,7
Короткорневищный многолетник	94	13,5
Рыхлокустовой многолетник	38	5,5
Ползучий многолетник	33	4,7
Кистекопневой многолетник	30	4,3
Наземностолонный многолетник	19	2,7
Плотнокустовой многолетник	18	2,6
Клубнеобразующий многолетник	15	2,2
Лиановидный многолетник	11	1,6
Корнеотпрысковый многолетник	7	1,0
Подземностолонный многолетник	5	0,7
Луковичный многолетник	3	0,4
Суккулентный многолетник	3	0,4
<b>Поликарипические травы</b>	<b>509</b>	<b>73,2</b>

Анализ местной флоры заповедника по жизненным формам (по Ранункиеру) показал, что фанерофиты представлены 57 видами (табл. 7.38), что составляет 8,2 % от всей природной флоры. Из них преобладают нанофанерофиты (30 видов) и мезофанерофиты (19 видов). Точки возобновления видов этой жизненной формы находятся высоко от земли и зачищены чешуйками или смолой. В спектре жизненных форм преобладают гемикриптофиты (382 вида или 55 % от местной флоры заповедника). Такая их роль характерна для флор умеренно-холодного климата. У растений этой жизненной формы точки возобновления в период зимы находятся на поверхности земли и зачищены чешуями, опавшими листьями и снегом.

Таблица 7.38

## Жизненные формы растений заповедника по Раункиеру

Жизненная форма	Количество видов	Доля, %
Фанерофиты всего, в том числе:	57	8,2
- нанофанерофит	30	4,3
- мезофанерофит	19	2,7
- микрофанерофит	8	1,2
Гемикриптофит	382	55,0
Геофит	92	13,2
Терофит	69	9,9
Хамефит	45	6,5
Гелофит	26	3,7
Гидрофит	24	3,5
<b>Всего</b>	<b>638</b>	<b>91,8</b>

Высока роль в аборигенной флоре заповедника геофитов (92 вида – 13,2 %), терофитов (69 видов – 9,9 %), хамефитов (45 видов – 6,5 %). У геофитов точки возобновления находятся под землей в корневищах, клубнях и луковицах. Терофиты в основном однолетники и точки возобновления находятся в семенах и зачищены оборочкой. Хамефиты это в основном кустарники и кустарнички, полукустарники и некоторые травы, точки роста которых расположены невысоко над землей и зачищены снегом. Гелофиты и гидрофиты, точки роста которых находятся в толще мха, торфа и воды, представлены во флоре 26 и 24 видами соответственно. Их общая доля составляет 7,2 % от числа местной флоры заповедника.

Анализ географического распределения природной флоры заповедника показал, что здесь представлены 43 типа ареалов (табл. 7.39). Преобладают виды с евро-западноазиатским типом ареала (162 вида или 23,3 % от всей флоры). Высока доля (14,1 % или 98 видов) видов, имеющих голарктический ареал. Евро-азиатское и европейское распространение имеют 93 и 83 вида растений, что составляет 13,4 % и 11,9 % от всей местной флоры. Виды с циркумбореальным распространением составляют 5,3 % флоры. Евро-сибирские и евро-западно-сибирские типы ареалов у 31 и 29 видов растений заповедника. У растений остальных типов ареалов доля невысока – от 0,1 % до 2,9 %.

Таблица 7.39

**Распределение видов природной флоры заповедника по типам ареала их распространения**

№ п/п	Тип ареала	Количество видов	Доля, %
1.	Евро-западноазиатский	162	23,3
2.	Голарктический	98	14,1
3.	Ево-азиатский	93	13,4
4.	Европейский	83	11,9
5.	Циркумбореальный	37	5,3
6.	Евро-сибирский	31	4,5
7.	Евро-западносибирский	29	4,2
8.	Гемикосмополитный	20	2,9
9.	Восточноевропейский	18	2,6
10.	Евро-юго-западноазиатский	16	2,3
11.	Американско-евро-западноазиатский	12	1,7
12.	Восточноевропейско-западносибирский	9	1,3
13.	Восточноевропейско-азиатский	9	1,3
14.	Евро-сибирско-югозападноазиатский	8	1,2
15.	Евро-сибирско-западноазиатский	6	0,9
16.	Восточноевропейско-югозападноазиатский	6	0,9
17.	Восточноевропейско-азиатско-американский	6	0,9
18.	Евро-югозападноазиатский	4	0,6
19.	Американско-европейский	4	0,6
20.	Грендландско-евро-азиатский	3	0,4
21.	Евро-сибирско-восточноазиатский	3	0,4
22.	Евро-сибирско-центральноазиатский	3	0,4
23.	Евро-южносибирский	3	0,4
24.	Субциркумбореальный	3	0,4
25.	Американско-евро-западносибирский	3	0,4
26.	Восточноевропейско-сибирско-восточноазиатский	3	0,4
27.	Восточноевропейско-западноазиатский	3	0,4
28.	Американско-евро-югозападноазиатский	2	0,3

29.	Американско-евросибирский	2	0,3
30.	Восточноевропейско-сибирский	2	0,3
31.	Северовосточноевропейско-сибирско-восточноазиатский	2	0,3
32.	Ево-азиатский-западносибирский	1	0,1
33.	Ево-азиатский-североамериканский	1	0,1
34.	Ево-американско-восточноазиатский	1	0,1
35.	Евро-североазиатский	1	0,1
36.	Американско-евро-южносибирский	1	0,1
37.	Американско-евроазиатский	1	0,1
38.	Американско-восточноевропейский	1	0,1
39.	Восточноевропейско-западноазиатский	1	0,1
40.	Североевропейско-азиатско-американский	1	0,1
41.	Северовосточноевропейско-сибирско-восточноазиатско-американский	1	0,1
42.	Восточноевропейско-сибирско-американский	1	0,1
43.	Северовосточноевропейско-западносибирский	1	0,1
	<b>Всего видов</b>	<b>695</b>	<b>100,0</b>

Во флоре заповедника обнаружено произрастание 33 видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Марий Эл, что составляет примерно 22,8 % от всех охраняемых видов высших сосудистых растений Республики Марий Эл (табл. 7.40). Пять видов флоры заповедника включены в Красную книгу Российской Федерации. Это пять видов представителей семейства ятрышниковые - *Cypripedium calceolus* L., *Dactylorhiza longifolia* (L. Neum.) Aver., *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter, *Epipogium aphyllum* (F.W.Schmidt) Sw., *Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo.

Таблица 7.40

## Список редких, охраняемых видов растений заповедника «Большая Кокшага»

№	Латинское название вида	Русское название вида	Красная книга	
			РФ	РМЭ
1	<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	Гроздовник полулунный		+
2	<i>Botrychium matricariifolium</i> A.Br. ex Koch	Гроздовник ромашколистный		+
3	<i>Botrychium multifidum</i> (S. G. Gmel.) Rupr.	Гроздовник многораздельный		+
4	<i>Carex arnellii</i> Christ	Осока Арнеля		+
5	<i>Carex pauciflora</i> Lightf.	Осока малоцветковая		+
6	<i>Carex paupercula</i> Michx.	Осока заливная		+
7	<i>Corallorhiza trifida</i> Chatel.	Ладьян трехнадрезный		+
8	<i>Corydalis intermedia</i> (L.) Merat	Хохлатка промежуточная		+
9	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	Башмачок настоящий (венерин)	+	+
10	<i>Dactylorhiza longifolia</i> (L. Neum.) Aver.	Пальчатокоренник длиннолистный	+	+
11	<i>Dactylorhiza traunsteineri</i> (Saut.) Soo	Пальчатокоренник Траунштайнера	+	+
12	<i>Dianthus superbus</i> L.	Гвоздика пышная		+
13	<i>Drosera anglica</i> Huds.	Росянка длиннолистная, или английская		+
14	<i>Epipogium aphyllum</i> (F.W.Schmidt) Sw.	Надбородник безлистный	+	+
15	<i>Genista germanica</i> L.	Дрок германский		+
16	<i>Glyceria lithuanica</i> (Gorski) Gorski	Манник литовский		+
17	<i>Ligularia sibirica</i> (L.) Cass.	Бузульник сибирский		+
18	<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub	Плаунок заливаемый		+
19	<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.	Плаун-баранец		+
20	<i>Malaxis monophyllos</i> (L.) Sw.	Мякотница однолистная		+
21	<i>Najas minor</i> All.	Наяда (каулиния) малая		+
22	<i>Neottianthe cucullata</i> (L.) Schlechter	Неоттианта клобучковая	+	+
23	<i>Nymphaea candida</i> J. Prest.	Кувшинка белоснежная		+
24	<i>Potamogeton praelongus</i> Wulf.	Рдест длиннейший		+
25	<i>Platanthera chliorantha</i> (Cust.) Reichenb.	Любка зеленоцветковая		+
26	<i>Populus nigra</i> L.	Тополь черный, осокорь		+

27	<i>Rubus arcticus</i> L.	Костяника арктическая, куманика		+
28	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Морошка приземистая		+
29	<i>Rubus nessensis</i> W.Hall	Куманика, ежевика неская		+
30	<i>Salix myrtilloides</i> L.	Ива черничная		+
31	<i>Sparganium angustifolium</i> Michx.	Ежеголовник узколистный		+
32	<i>Trapa natans</i> L.s.l.	Водяной орех, чилим плавающий		+
33	<i>Viola uliginosa</i> Bess.	Фиалка топяная		+
Всего 33 вида			5	33

В заповеднике обнаружено несколько местообитаний, где сконцентрированы редкие и охраняемые виды. На сплавине оз. Шундоер обнаружено произрастание *Carex paupercula* Michx., *Corallorhiza trifida* Chatel., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo. На моховой сплавине оз. Кошеер произрастают *Carex pauciflora* Lightf., *Drosera anglica* Huds., *Rubus chamaemorus* L. На сплавине оз. Изьер и прилегающих участках заболоченных черноольшанниках с елью произрастают *Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo., *Glyceria lithuanica* (Gorski) Gorski, *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Rubus arcticus* L., *Rubus nessensis* W.Hall. В воде оз. Шушер встречаются *Trapa natans* L.s.l., *Nymphaea candida* J. Prest., *Najas minor* All., *Potamogeton praelongus* Wulf. На искусственной насыпи из суглинка и гравия и увлажненного кювета, вдоль железной дороги у бывшей станции Шаптунга обнаружены *Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr., *Carex arnellii* Christ, *Dactylorhiza longifolia* (L. Neum.) Aver., *Lycopodiella inundata* (L.) Holub., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Platanthera chliorantha* (Cust.) Reichenb., *Rubus nessensis* W.Hall. В ельнике приручьевом по долине ручья Ин-энер (кв. 87/88) произрастают *Cypripedium calceolus* L., *Epipogium aphyllum* (F.W.Schmidt) Sw., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. В травяных сосняках в юго-восточной части заповедника и охранной зоны обнаружены *Botrychium matricariifolium* A.Br. ex Koch, *Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr., *Dianthus superbus* L., *Genista germanica* L., *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter, *Rubus nessensis* W.Hall.

#### Библиографический список

1. Замараева М.И. Список сосудистых растений Маробласти // Тр. об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те. 1929. Т. 51. Вып. 6. 44 с.

#### 7.2.3.2. Динамика развития пойменных фитоценозов на постоянных пробных площадях

Данная работа является продолжением исследований по выявлению закономерностей развития пойменных фитоценозов заповедника, начатых еще в 1993 году. Здесь же мы приводим данные по ППП-15, заложенной в 2011 году, где в 2016 году был проведен повторный учет состояния древостоя.

**Результаты и обсуждение.** Наблюдения показали, что существенных изменений в структуре древостоя на пробной площади за пять истекших лет не произошло. Размеры деревьев по диаметру и площади сечения увеличились весьма незначительно: у липы в среднем на 0,6 см, дуба – 1,4 и вяза – 0,8 см (табл. 7.41). Большие коэффициенты вариации свидетельствуют о существенной дифференциации деревьев по приросту: у некоторых особей он вообще отсутствовал, у других же достигал 2 см. Величина текущего прироста деревьев практически не зависит от их исходного диаметра (рис. 7.10). Объяснить причины варьирования величины прироста достаточно сложно, возможно она связана с различной степенью проявления конкурентных взаимоотношений между деревьями за свет и элементы питания.

Таблица 7.41

Прирост ствола деревьев разных пород на ППП-15

Статистический показатель	Липа		Дуб		Вяз	
	Д, см	S, см <sup>2</sup>	Д, см	S, см <sup>2</sup>	Д, см	S, см <sup>2</sup>
N	167	167	18	18	12	12
M <sub>x</sub>	0,6	23,3	1,4	116,7	0,8	18,1
min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
max	2,1	82,2	2,9	205,2	2,23	60,7
S <sub>x</sub>	0,4	19,3	0,9	69,9	0,9	24,7
m <sub>x</sub>	0,03	1,49	0,21	16,46	0,26	7,14
V	70,9	82,9	61,7	59,8	114,9	136,4

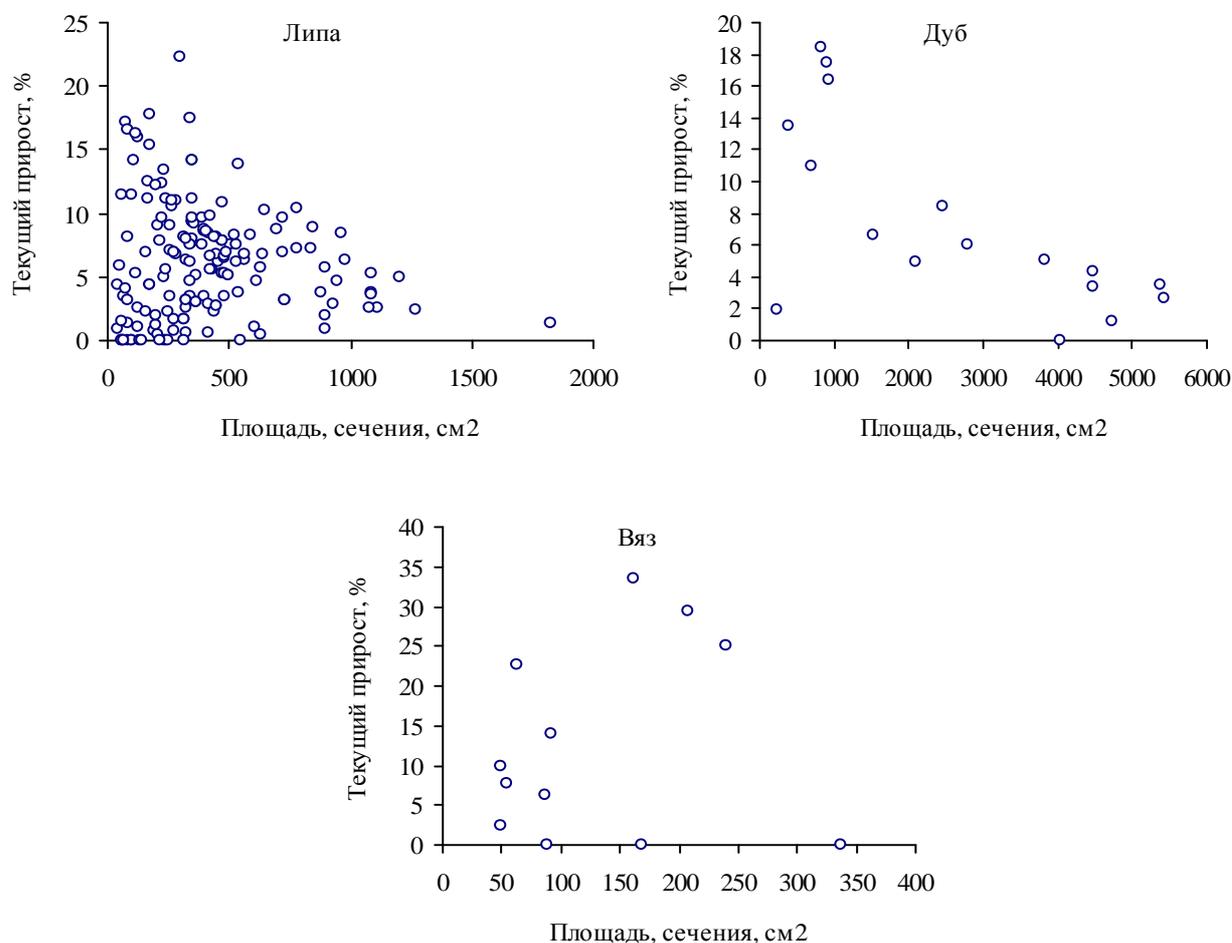


Рис. 7.10. Влияние площади сечения ствола дерева на величину текущего прироста.

За пять лет на пробной площади отпало 8 деревьев липы и одно дерево дуба, что составляет 3,8% и 5,3% от общего их количества (рис. 7.11). У липового элемента древостоя, несмотря на отпад, который происходит в основном среди тонкомерных деревьев (табл. 7.42), в целом наблюдается тенденция увеличения площади сечения стволов. Среди деревьев вяза, черемухи и березы отпада не произошло.

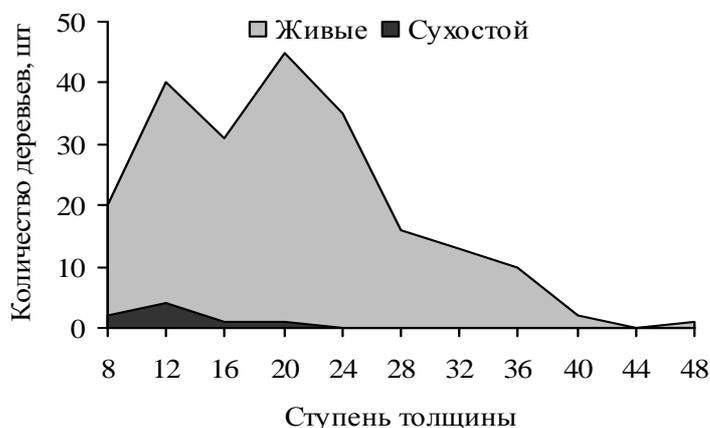


Рис. 7.11. Распределение живых и усохших деревьев липы по ступеням толщины

Таблица 7.42

Динамика развития деревьев на ППП

Показатель	Липа		Дуб		Вяз	
	2011	2016	2011	2016	2011	2016
Площадь сечения живых стволов, см <sup>2</sup>	77149,2	78598,7	48391,9	47492,2	1661,7	1869,3
Отпад, см <sup>2</sup>	-	1000,1	-	2995,0	-	0,0
Прирост, см <sup>2</sup>	-	4075,6	-	2101,4	-	217,6
Отпад, %		1,3		6,2		0,0
Прирост, %		5,3		4,3		13,1

**Выводы.** Существенных изменений состояния древостоя на ППП-15 за пять лет не произошло. Размеры деревьев по диаметру и площади сечения увеличились весьма незначительно: у липы в среднем на 0,6 см, дуба – 1,4 и вяза – 0,8 см. Ранее начатые наблюдения за состоянием пойменных фитоценозов на ППП необходимо продолжать.

### 7.2.3.3. Динамика состояния сосновых древостоев на постоянных пробных площадях

Необходимость познания процесса развития древостоев не нуждается в особых доказательствах, поскольку с ним связаны многие задачи теории и практики лесоводства, на что неоднократно указывали многие исследователи [33, 34, 36, 37, 44, 46-48]. Величины древесного прироста и отпада выступают в качестве важнейших показателей состояния лесных экосистем и степени развития патологических явлений, а также правильности проводимых мероприятий [1, 10, 11]. Вопрос, несмотря на внешнюю его простоту и большое число публикаций, далек от окончательного решения. По-прежнему ощущается острый недостаток

экспериментальных данных, полученных путем длительных регулярных (лучше всего ежегодных) наблюдений на постоянных пробных площадях или специальных опытных объектах [2, 12, 22, 29, 30]. Очень мало исследований влияния на течение этого процесса различных мероприятий, в частности рубок ухода, крайне скудны сведения о связи его с динамикой параметров внешней среды и состоянием популяций насекомых-дендрофагов [4, 5, 7, 9, 14, 30]. В результате этого до сих пор не создано универсальных математических моделей, адекватно описывающих динамику роста и изреживания древостоев в различных режимах их выращивания. Одной из причин этого является отсутствие длительных наблюдений за индивидуальным развитием деревьев на постоянных пробных площадях. Своими исследованиями, часть из которых была опубликована ранее [6-9, 12], мы попытались восполнить имеющийся пробел знаний.

**Цель работы** заключалась в выявлении закономерностей развития древостоев и процесса дифференциации деревьев в них путем проведения длительных наблюдений на постоянных опытных объектах при отсутствии неконтролируемого антропогенного воздействия.

**Материал и методы исследования.** Объектами исследования являлись сосняки различного возраста, типов леса и происхождения, в которых была заложено 20 постоянных пробных площадей (ППП), из которых 12 находятся на территории смежного с заповедником Старожильского лесничества (табл. 7.43).

Таблица 7.43

## Общая характеристика постоянных пробных площадей

Номер п/п	Шифр ППП	Год закладки	Площадь, га	Число деревьев, шт.	Возраст, лет	ТЛУ	Тип леса
1	29а	1981	0,075	207	60	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
2	29б	1981	0,050	119	60	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
3	29в	1981	0,050	93	60	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
4	29г	1987	0,144	116	67	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
5	29д	1987	0,166	132	67	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
6	29е	1987	0,167	162	67	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
7	29ж	1987	0,206	195	67	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
8	30а	1981	0,250	252	80	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
9	30б	1981	0,308	311	80	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
10	31	1981	0,311	405	70	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
11	35	1987	0,055	290	20	A <sub>2</sub>	С. мшистый
12	37	1991	0,092	316	29	A <sub>2</sub>	С. мшистый
13	66-1-95	1995	0,320	180	90	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
14	66-2-95	1995	0,455	237	60	A <sub>1-2</sub>	С. лишайниково-мшистый
15	90-3-05	1995	0,300	389	62	A <sub>2</sub>	С. лишайниково-мшистый
16	90-4-05	1995	0,184	252	62	A <sub>2</sub>	С. лишайниково-мшистый
17	9Л	2005	0,219	223	72	A <sub>1</sub>	С. лишайниковый
18	10Л	2005	0,222	263	72	A <sub>3</sub>	С. черничниковый
19	16Л	2011	0,250	254	78	A <sub>2</sub>	С. брусничниковый
20	17Л	2011	0,250	186	78+180	B <sub>2</sub>	С. липово-кисличный

**Примечание:** число деревьев и их средний возраст указаны на момент закладки ППП.

Древостой на большинстве ППП естественного происхождения, в лесных культурах заложены лишь ППП 31, 35, 37 и 66-1-95. На каждой ППП в момент ее закладки все деревья были пронумерованы и детально описаны. На четырех ППП (29г, 29д, 29е и 29ж) в 67-летнем сосняке в 1987 году провели изреживание древостоя с интенсивностью по вариантам опыта от 23,2 до 46,5 % по числу стволов и от 13,1 до 30,6 % по площади их сечения. В дальнейшем на ППП регулярно проводили учет текущего состояния деревьев и измерение длины окружности их ствола. Для вычисления объема и фитомассы ствола деревьев использовали полученные нами математические модели [17, 18, 21]. Продолжительность наблюдений на объектах составила от 5 до 36 лет. Наблюдения за состоянием деревьев дополнены данными дендрохронологического анализа [16, 19]. Обработку собранного цифрового материала проводили на ПК по стандартным прикладным программам Excel и Statistica.

**Результаты исследования.** Анализ результатов исследования целесообразно проводить, на наш взгляд, от частного к общему, описывая на каждой ППП индивидуальные особенности протекания процесса развития древостоя, на основе обобщения которых уже выделять в последующем общие закономерности. Изложение же материала лучше всего начать с тех ППП, где продолжительность наблюдений наибольшая, которые могут служить своеобразным эталоном для сопоставления данных, полученных на остальных объектах исследования.

**Постоянная пробная площадь 30а.** Многолетние наблюдения на ППП-30а, находящейся в Старожильском лесничестве в правобережье р. Большая Кокшага, показали, что отпад деревьев за 35 лет составил 43,7 % от их числа в 1980 году. Полнота и производительность древостоя, несмотря на это, значительно возросли. Так, общий запас стволовой древесины увеличился с 380 до 565 м<sup>3</sup>/га, объем крупной и средней древесины – с 216 до 441 м<sup>3</sup>/га, а таксовая цена древостоя – с 46,92 до 87,67 тыс. руб./га (табл. 7.44). Существенно увеличилась и фитомасса древостоя, основную долю (66-68 %) из которой составляет стволовая древесина. Энергетический потенциал всей фитомассы возрос с 4709 до 6886 ГДж/га. Значительно изменились на ППП и размеры среднего дерева, диаметр которого увеличился на 10,3 см (с 20,8 до 31,1 см), а высота на 5,9 м (с 23,2 до 29,1 м). Средний годичный прирост древесины, общей фитомассы и энергетического потенциала древостоя были наиболее высоки в возрасте 103 года, составляя 5,08 м<sup>3</sup>/га, 3,12 т/га и 62,0 ГДж/га соответственно, что эквивалентно 1,38 т нефти. При производстве этой фитомассы один гектар леса поглощал 5,71 т углекислоты и выделял 4,12 т кислорода в год. Средний же годичный прирост таксовой цены древостоя за счет увеличения доли крупной и средней древесины наиболее высок в возрасте 116 лет, составляя 0,76 тыс. руб./га.

Параметры состояния живой части древостоя на ППП-30а

Параметр древостоя	Значения параметров в различные годы			
	1981 г.	2003 г.	2012 г.	2016 г.
Возраст, лет	80	103	112	116
Густота, экз./га	1008	664	596	568
Средний диаметр стволов, см	20,8	28,2	30,1	31,1
Средняя высота деревьев, м	23,2	27,6	28,6	29,1
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	34,25	41,47	42,41	43,15
Относительная полнота	0,82	0,92	0,93	0,94
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	380	523	549	565
Средний годичный прирост запаса, м <sup>3</sup> /га	4,75	5,08	4,90	4,87
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	15,4	111,6	149,7	172,7
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	201,1	280,0	273,1	268,1
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	104,8	52,4	43,1	39,2
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	12,9	16,3	16,9	17,3
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	45,6	62,8	65,8	67,8
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	46,92	77,03	83,68	87,67
Средний годичный прирост цены, тыс. руб./га	0,59	0,75	0,75	0,76
Масса стволовой древесины, т/га	158,7	219,4	230,3	237,3
Масса коры, т/га	11,2	13,8	14,2	14,5
Масса ветвей, т/га	17,0	21,6	22,3	22,8
Масса хвои, т/га	5,38	5,95	5,98	6,02
Масса корней, т/га	44,4	60,5	63,5	65,4
Общая фитомасса, т/га	236,7	320,9	336,2	346,2
Энергетический потенциал, ГДж/га	4709	6383	6687	6886
Прирост энергетического потенциала, ГДж/га	58,9	62,0	59,7	59,4

Отпад деревьев на пробной площади носил хотя и вероятностный характер, но подчинялся в целом закону отмирания особей в популяции, отображаемому функцией Ципфа-Парето [10]. За 35 лет наблюдений полностью отпали деревья, входившие в 1981 году в ступени толщины 8 и 12 см, отпад же среди деревьев толще 30 см полностью отсутствовал (табл. 7.45). Величина прироста деревьев варьировала в довольно больших пределах, составив за период с 1981 по 2016 годы от 1,6 до 14,0 см по диаметру ствола на высоте 1,3 м и от 38,6 до 814,5 см<sup>2</sup> по площади его сечения (табл. 7.46, рис. 7.12). Особенно сильно прирост деревьев изменялся на ППП с 2003 по 2012 годы, когда характер распределения его величины существенно отличался от нормального гауссовского. Расчеты показали, что величина прироста очень слабо связана с исходным диаметром деревьев (рис. 7.13), хотя в целом отмечается довольно четко выраженная тенденция его изменения, аппроксимируемая полиномом второй степени, точка максимума которого пришлась на ступень толщины 28 см. По мере дальнейшего увеличения диаметра деревьев величина прироста их постепенно снижалась. Процессы отпада и роста деревьев в ценопопуляции хотя и привели к определенной перегруппировке их по ступеням толщины, но не изменили в целом его характера (рис. 7.14). По мере старения древостоя величины среднего диаметра деревьев и его среднеквадратического отклонения увеличиваются, а коэффициентов вариации, асимметрии и эксцесса, наоборот, снижаются (табл. 7.47).

Отпад и прирост деревьев разных ступеней толщины на ППП-30а за 1981-2016 годы

Ступень толщины, см	Число деревьев, шт.		Отпад, %	Значения статистических показателей прироста, см					
	в 1981 г.	в 2016 г.		$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V, %
8	2	0	100,0	0,00	–	–	–	–	–
12	48	0	100,0	0,00	–	–	–	–	–
16	60	21	65,0	3,35	1,6	6,7	1,59	0,35	47,5
20	57	44	22,8	6,41	1,9	12,4	2,29	0,35	35,8
24	45	40	8,9	7,47	4,1	12,0	2,10	0,33	28,2
28	22	19	13,6	8,68	3,0	14,0	2,71	0,62	31,2
32	10	10	0,0	7,43	4,3	10,5	1,87	0,59	25,2
36	6	6	0,0	7,05	2,5	10,5	3,03	1,24	43,1
40	2	2	0,0	5,44	4,3	6,6	–	–	–

Примечание: ступени толщины деревьев взяты по учету 1981 года.

Таблица 7.46

Статистические показатели прироста деревьев на ППП-30а

Годы учета	Значения статистических показателей								
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
По диаметру ствола, см									
1981-2003	166	4,5	0,0	9,2	1,9	0,15	43,7	0,023	-0,486
1981-2012	149	5,9	0,8	12,3	2,5	0,20	41,6	0,074	-0,569
1981-2016	142	6,6	1,6	14,0	2,7	0,22	40,2	0,110	-0,501
2003-2012	149	1,2	0,0	8,4	1,0	0,08	80,2	2,962	20,83
2003-2016	142	1,8	0,0	4,8	1,0	0,09	58,7	0,159	-0,474
2012-2016	142	0,6	0,0	2,1	0,4	0,03	70,7	0,579	0,282
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>									
1981-2003	166	188,6	0,0	500,8	109,0	8,46	57,8	0,489	-0,281
1981-2012	149	259,5	19,4	696,0	141,9	11,6	54,7	0,455	-0,292
1981-2016	142	296,3	38,6	814,5	157,4	13,2	53,1	0,509	-0,121
2003-2012	149	58,0	0,0	373,9	49,1	4,02	84,6	2,118	10,60
2003-2016	142	87,6	0,0	313,7	60,5	5,07	69,0	0,687	0,480
2012-2016	142	29,6	0,0	118,5	23,8	1,99	80,3	0,920	0,777

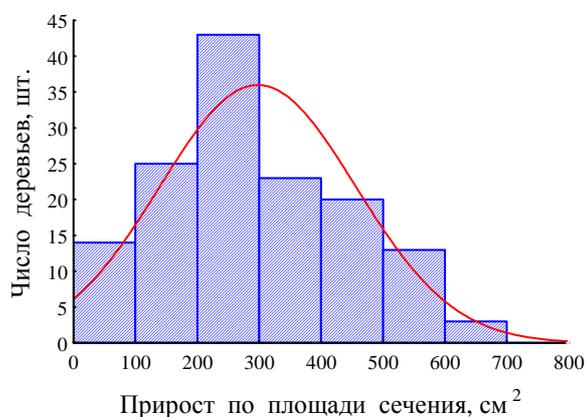
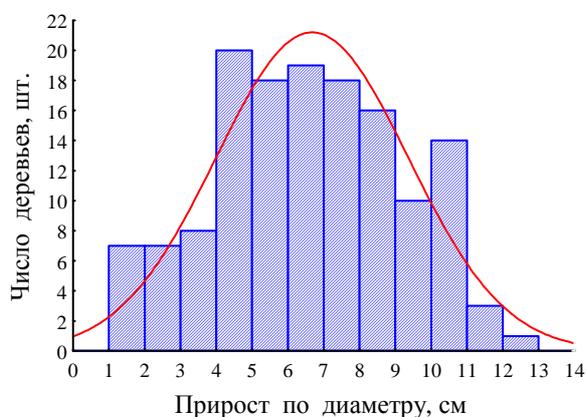


Рис. 7.12. Характер распределения числа деревьев на ППП-30а по их приросту за 1981-2016 годы.

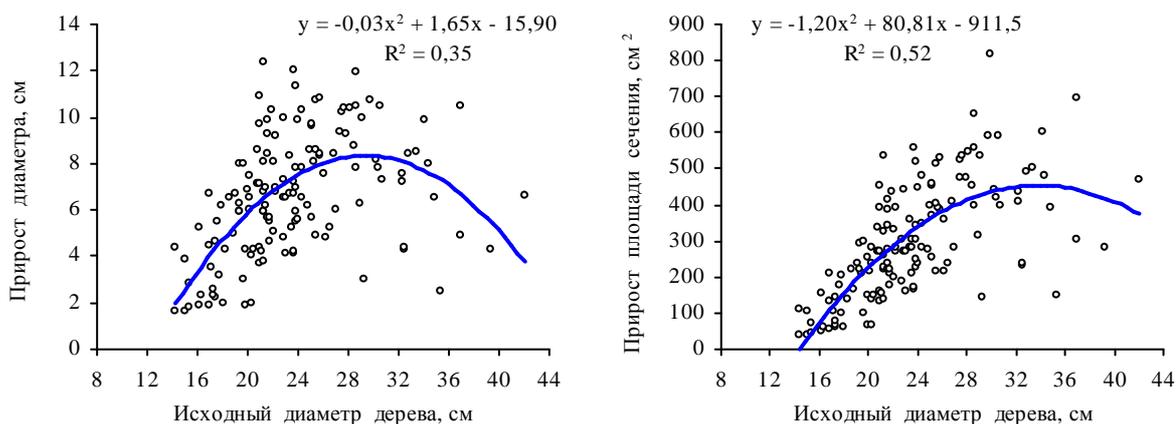


Рис. 7.13. Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 35 лет на ППП-30а.

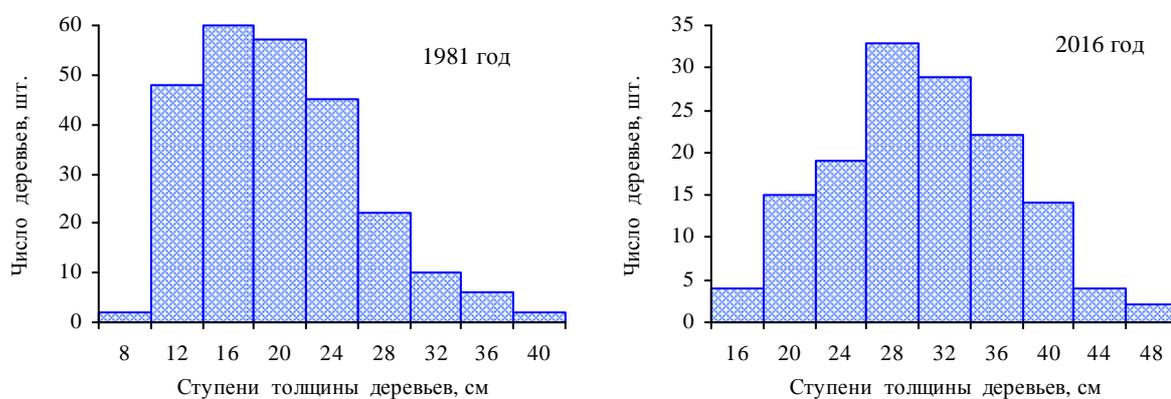


Рис. 7.14. Характер распределения числа деревьев по их диаметру на ППП-30а в 1981 и 2016 годах.

Таблица 7.47

Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП-30а

Год учета	Значения статистических показателей								
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
1981	252	19,9	8,9	41,8	6,38	0,40	32,1	0,684	0,137
2003	166	27,4	13,8	46,5	6,80	0,53	24,9	0,291	-0,320
2012	149	29,3	15,8	48,0	6,95	0,57	23,7	0,175	-0,391
2016	142	30,3	15,9	48,5	6,93	0,58	22,9	0,173	-0,382

**Примечание:** N – число деревьев в выборке, шт.;  $M_x$  – среднее арифметическое значение диаметра ствола, см; min, max – минимальное и максимальное значения, см;  $S_x$  – среднеквадратическое (стандартное) значение параметра, см;  $m_x$  – ошибка среднего арифметического, см; V – коэффициент вариации, %; A – коэффициент асимметрии; E – коэффициент эксцесса.

**Постоянная пробная площадь 30б.** Отпад деревьев на этой пробной площади, примыкающей к ППП-30а и отличающейся от нее наличием хорошо развитого второго яруса ели высотой 6-8 м (рис. 7.15), был немного выше, составив за 35 лет 46,0 % от их числа в 1981 году. Остальные таксационные параметры древостоя здесь также изменились, но по величине весьма незначительно отличались от показателей на ППП-30а (табл. 7.48). Так, в 2016 году средний диаметр деревьев здесь был выше на 0,8 см, общий запас стволовой древесины – на  $6 \text{ м}^3/\text{га}$ , объем крупной и средней древесины – на  $8,2 \text{ м}^3/\text{га}$ , таксовая цена древостоя – на 1,92 тыс. руб./га. Средний годичный прирост древесины, общей фитомассы и энергетическо-

го потенциала древостоя были наиболее высоки также в возрасте 103 года, составляя 5,12 м<sup>3</sup>/га, 3,14 т/га и 62,5 ГДж/га соответственно. Средний годичный прирост таксовой цены древостоя здесь наиболее высок в возрасте 112 лет, составляя 0,79 тыс. руб./га.



Рис. 7.15. Общий вид ППП-30б в 2003 году.

Фото Ю.П. Демакова.

Таблица 7.48

Параметры состояния живой части древостоя на ППП-30б

Параметр древостоя	Значения параметров в различные годы			
	1981 г.	2003 г.	2012 г.	2016 г.
Возраст, лет	80	103	112	116
Густота, экз./га	1010	646	571	545
Средний диаметр стволов, см	20,9	28,6	31,1	31,8
Средняя высота деревьев, м	23,2	27,9	29,1	29,4
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	34,65	41,50	43,38	43,29
Относительная полнота	0,83	0,92	0,94	0,93
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	384	527	568	571
Средний годичный прирост запаса, м <sup>3</sup> /га	4,80	5,12	5,07	4,93
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	16,2	118,9	173,6	187,8
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	204,4	278,5	269,6	261,2
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	104,6	50,2	39,5	36,4
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	13,1	16,4	17,4	17,5
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	46,1	63,3	68,2	68,6
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	47,59	78,31	88,13	89,59
Средний годичный прирост цены, тыс. руб./га	0,59	0,76	0,79	0,77
Масса стволовой древесины, т/га	160,6	221,2	238,7	240,0
Масса коры, т/га	11,3	13,9	14,6	14,6
Масса ветвей, т/га	17,2	21,6	22,9	22,9
Масса хвои, т/га	5,43	5,93	6,06	6,01
Масса корней, т/га	45,0	60,8	65,8	66,2
Общая фитомасса, т/га	239,5	323,5	348,0	349,8
Энергетический потенциал, ГДж/га	4763	6434	6922	6957
Прирост энергетического потенциала, ГДж/га	59,5	62,5	61,8	60,0

Отпад деревьев на ППП-30б также носил вероятностный характер и подчинялся в целом тому же закону. За 35 лет наблюдений здесь полностью отпали деревья, входившие в 1981

году в ступень толщины 8 см (табл. 7.49). Отпад среди деревьев толщиной 12 см составил 96,2 %, а полностью отсутствовал лишь у деревьев толще 34 см. Величина прироста деревьев также варьировала в довольно больших пределах, составив за период с 1981 по 2016 годы от 1,6 до 13,7 см по диаметру ствола на высоте 1,3 м и от 47,1 до 970,4 см<sup>2</sup> по площади его сечения (табл. 7.50, рис. 7.16). Особенно сильно на ППП прирост деревьев изменялся с 2012 по 2016 годы. Величина прироста деревьев здесь также очень слабо связана с их исходным диаметром (рис. 7.17), но тенденция его изменения иная, аппроксимируемая линейной функцией. Связь же между приростом деревьев за разные периоды времени более тесная и линейная (рис. 7.18). Процессы отпада и роста деревьев привели к определенной перегруппировке их по ступеням толщины, не изменив в целом его характера (рис. 7.19, табл. 7.51).

Таблица 7.49

**Отпад и прирост деревьев разных ступеней толщины на ППП-306 за 1981-2016 годы**

Ступень толщины, см	Число деревьев, шт.		Отпад, %	Значения статистических показателей прироста, см					
	в 1981 г.	в 2016 г.		M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V, %
8	2	0	100,0	0,00	–	–	–	–	–
12	52	2	96,2	3,00	2,5	3,5	–	–	–
16	75	11	85,3	4,06	1,6	6,7	1,64	0,50	40,5
20	67	52	22,4	6,07	3,2	9,5	1,67	0,23	27,6
24	63	54	14,3	7,64	2,8	13,7	1,97	0,27	25,7
28	34	32	5,9	8,28	3,2	13,7	2,54	0,45	30,6
32	12	11	8,3	8,94	3,3	12,2	2,48	0,75	27,7
36	4	4	0,0	7,08	4,9	9,4	2,04	1,02	28,7
40	1	1	0,0	13,5	–	–	–	–	–

Таблица 7.50

**Статистические показатели прироста деревьев на ППП-306**

Годы учета	Значения статистических показателей								
	N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V	A	E
По диаметру ствола, см									
1981-2003	199	4,6	0,5	9,5	1,9	0,14	41,5	-0,156	-0,368
1981-2012	176	6,5	0,8	12,7	2,4	0,18	36,9	0,007	-0,141
1981-2016	168	7,1	1,6	13,7	2,4	0,19	34,6	0,200	-0,033
2003-2012	176	1,5	0,0	3,7	0,8	0,06	56,6	0,158	-0,205
2003-2016	168	2,0	0,0	5,3	1,0	0,08	50,9	0,224	-0,028
2012-2016	168	0,5	0,0	2,0	0,4	0,03	77,5	1,006	1,905
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>									
1981-2003	199	197,0	13,3	608,7	110,5	7,8	56,1	0,594	0,474
1981-2012	176	287,7	21,0	892,3	147,7	11,1	51,3	0,793	1,117
1981-2016	168	318,3	47,1	970,4	157,5	12,1	49,5	0,928	1,411
2003-2012	176	72,9	0,0	283,6	49,8	3,8	68,3	0,896	1,462
2003-2016	168	99,9	0,0	361,7	63,5	4,9	63,6	1,004	1,711
2012-2016	168	24,9	0,0	100,5	21,1	1,6	84,7	1,134	1,579

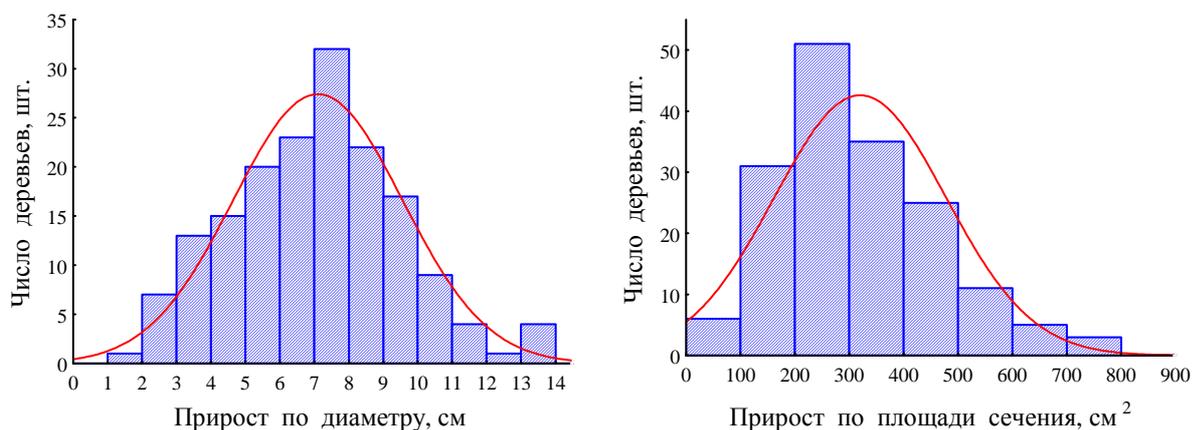


Рис. 7.16. Характер распределения числа деревьев на ППП-30б по их приросту за 1981-2016 годы.

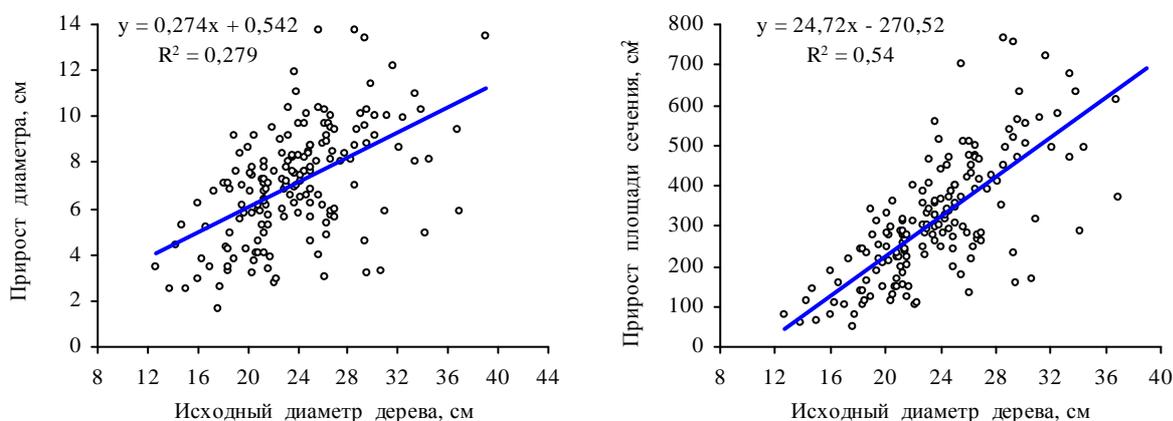


Рис. 7.17. Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 35 лет на ППП-30б.

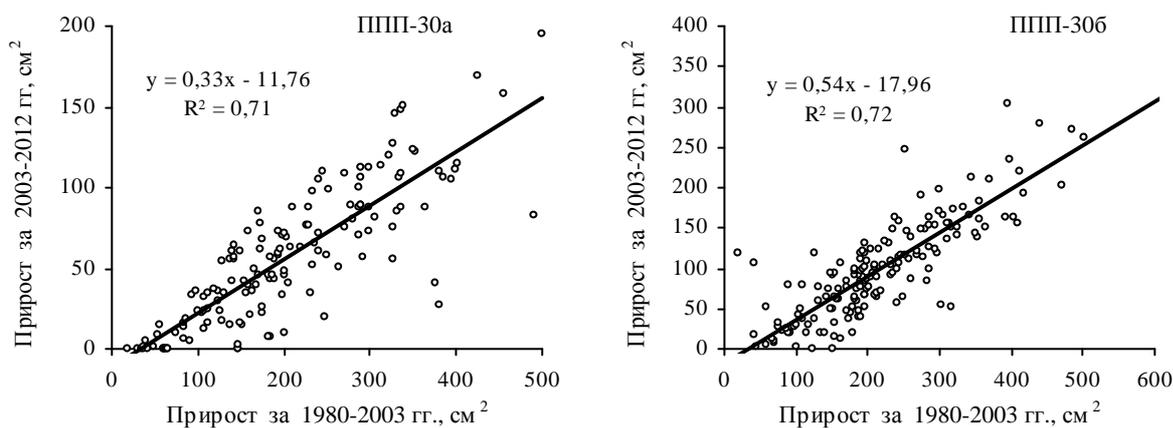
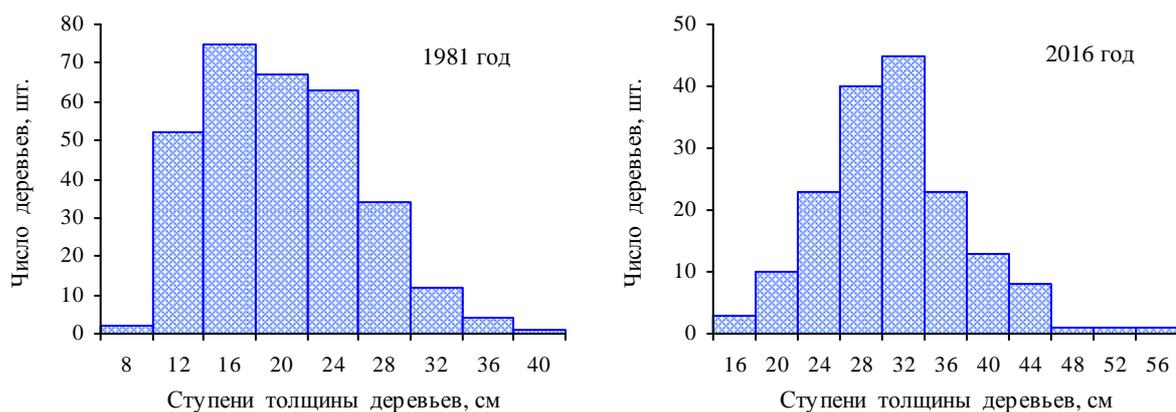


Рис. 7.18. Характер связи между приростом по площади сечения деревьев за 1981-2003 и 2003-2016 годы на ППП-30а и ППП-30б.



**Рис. 7.19.** Характер распределения числа деревьев по их диаметру на ППП-306 в 1981 и 2016 годах.

Таблица 7.51

**Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП-306**

Год учета	Значения статистических показателей								
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
1981	311	20,0	9,1	41,9	6,01	0,34	30,0	0,454	-0,270
2003	199	27,8	15,7	56,2	6,65	0,47	23,9	0,525	1,042
2012	176	30,4	15,8	56,3	6,63	0,50	21,8	0,477	1,033
2016	168	31,1	16,2	57,0	6,61	0,51	21,3	0,543	1,183

**Постоянная пробная площадь 31.** Отпад деревьев на этой пробной площади, заложенной в лесных культурах 1911 года и находящейся в левобережной части р. Большая Кокшага, был еще выше, чем на ППП-306, составив за 35 лет 50,8 % от их числа в 1981 году. Остальные таксационные параметры древостоя здесь также изменились, увеличив свои значения (табл. 7.52). Так, средний диаметр деревьев увеличился на 8,2 см, общий запас стволовой древесины – на 99 м<sup>3</sup>/га, объем крупной и средней древесины – на 172,8 м<sup>3</sup>/га, таксовая цена древостоя – на 27,73 тыс. руб./га, а энергетический потенциал всей фитомассы – на 1125 ГДж/га. Средний годичный прирост древесины, общей фитомассы и энергетического потенциала древостоя были на этой ППП наиболее высоки в возрасте 70 лет, составляя 6,15 м<sup>3</sup>/га, 3,86 т/га и 76,8 ГДж/га соответственно. Средний годичный прирост таксовой цены древостоя здесь наиболее высок в возрасте 93 года, составляя 0,76 тыс. руб./га. Отличия этой ППП от предыдущих объясняются происхождением древостоя, более высокой его начальной густотой и равномерным размещением деревьев по площади участка.

Отпад деревьев на этой также носил вероятностный характер и подчинялся в целом тому же закону. За 35 лет наблюдений здесь полностью отпали только деревья, входившие в 1980 году в ступень толщины 8 см (табл. 7.53). Отпад среди деревьев толщиной 12 см составил 98,5 %, а полностью отсутствовал лишь у деревьев толще 34 см. Величина прироста оставшихся живых деревьев также варьировала в довольно больших пределах, составив за период с 1981 по 2016 годы от 1,0 до 10,8 см по диаметру ствола на высоте 1,3 м и от 30,6 до 613,8

см<sup>2</sup> по площади его сечения (рис. 7.20, табл. 7.54). Особенно сильно прирост деревьев изменялся на ППП с 2003 по 2016 годы. Величина прироста деревьев здесь также очень слабо связана с их исходным диаметром (рис. 7.21), что полностью подтверждает выводы других исследователей [32, 38] и результаты проведенного нами дендрохронологического анализа [13, 16, 19]. Процессы отпада и роста деревьев в ценопопуляции также привели к определенной перегруппировке их по ступеням толщины, не изменив в целом его характера (табл. 7.55, рис. 7.22).

Таблица 7.52

**Параметры состояния живой части древостоя на ППП-31 в культурах 1911 года**

Параметр древостоя	Значения параметров в различные годы		
	1981 г.	2003 г.	2016 г.
Возраст, лет	70	93	106
Густота, экз./га	1302	685	640
Средний диаметр стволов, см	20,9	27,3	29,1
Средняя высота деревьев, м	22,0	26,4	27,3
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	40,50	40,10	42,57
Относительная полнота	0,99	0,91	0,95
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	430	487	529
Средний годичный прирост запаса, м <sup>3</sup> /га	6,15	5,23	4,99
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	12,3	90,8	127,6
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	217,1	267,2	274,6
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	134,4	54,9	47,2
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	15,0	15,2	16,4
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	51,6	58,4	63,5
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	51,62	70,51	79,35
Средний годичный прирост цены, тыс. руб./га	0,74	0,76	0,75
Масса стволовой древесины, т/га	179,5	203,9	221,9
Масса коры, т/га	13,1	13,3	14,1
Масса ветвей, т/га	19,7	20,5	22,0
Масса хвои, т/га	6,44	5,81	6,05
Масса корней, т/га	51,7	57,7	62,8
Общая фитомасса, т/га	270,4	301,1	326,9
Энергетический потенциал, ГДж/га	5378	5989	6503
Прирост энергетического потенциала, ГДж/га	76,8	64,4	61,3

Таблица 7.53

**Отпад и прирост деревьев разных ступеней толщины на ППП-31 за 1981-2016 годы**

Ступень толщины, см	Число деревьев, шт.		Отпад, %	Значения статистических показателей прироста, см					
	в 1981 г.	в 2016 г.		M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V, %
8	38	0	100,0	0,0	–	–	–	–	–
12	65	1	98,5	3,0	–	–	–	–	–
16	73	15	79,5	4,0	2,5	6,4	1,13	0,29	28,4
20	91	64	29,7	4,7	1,0	9,9	1,96	0,24	42,1
24	77	68	11,7	5,1	2,2	9,5	1,45	0,18	28,1
28	38	34	10,5	6,7	3,7	10,3	1,76	0,30	26,3
32	16	15	6,3	6,1	3,3	10,8	2,09	0,54	34,5
36	2	2	0,0	5,1	2,9	7,4	–	–	–

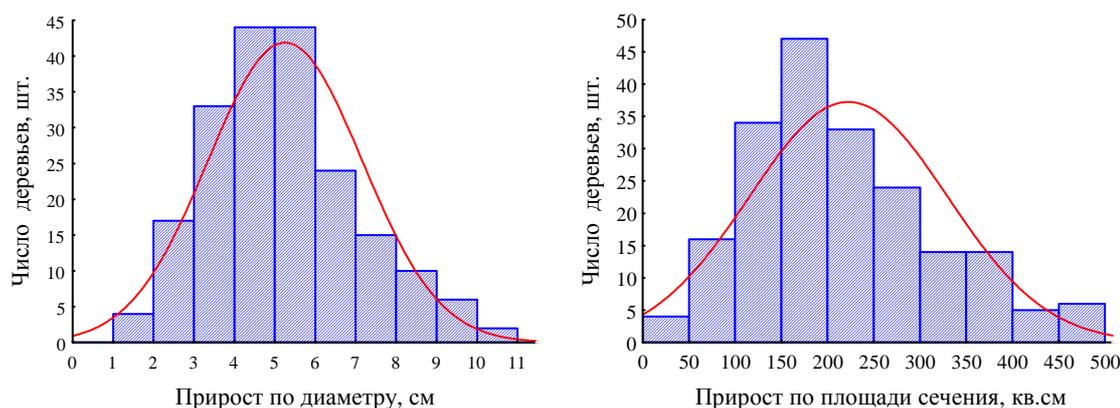


Рис. 7.20. Характер распределения числа деревьев на ППП-31 по их приросту за 1981-2016 годы.

Таблица 7.54

Статистические показатели прироста деревьев на ППП-31

Годы учета	Значения статистических показателей								
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
По диаметру ствола, см									
1981-2003	213	3,6	0,2	7,4	1,31	0,09	36,7	0,209	0,170
1981-2016	199	5,2	1,0	10,8	1,90	0,13	36,3	0,499	0,112
2003-2016	199	1,5	0,0	6,8	0,84	0,06	54,4	1,717	7,470
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>									
1981-2003	213	146,2	5,7	403,6	70,91	4,86	48,5	0,718	0,538
1981-2016	199	221,5	30,6	613,8	106,58	7,56	48,1	0,827	0,571
2003-2016	199	70,2	0,0	286,3	44,16	3,13	62,9	1,389	3,147

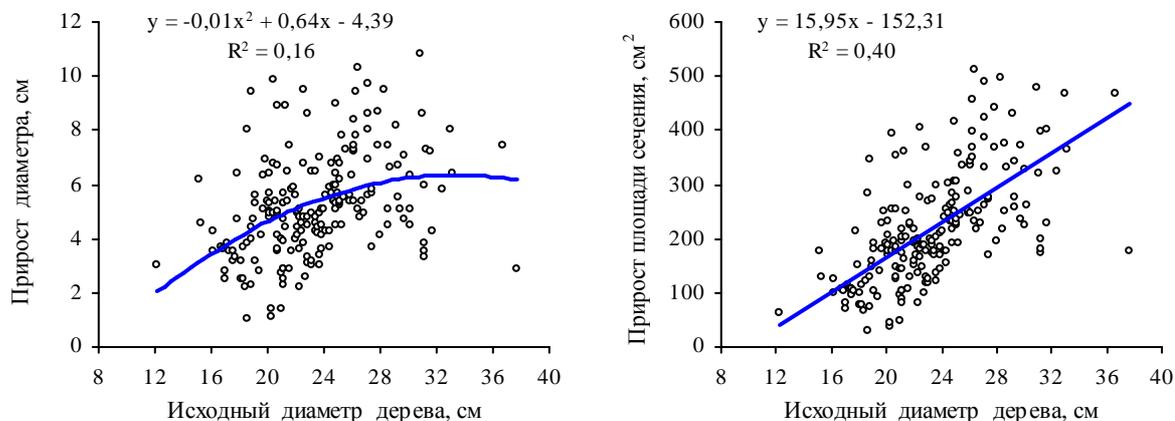
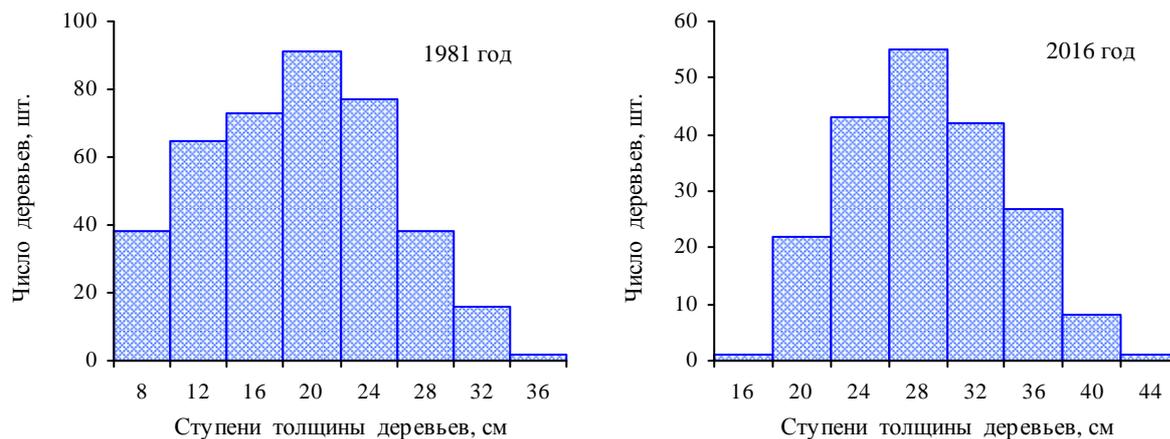


Рис. 7.21. Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 35 лет на ППП-31.

Таблица 7.55

Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП-31

Год учета	Значения статистических показателей								
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
1981	405	18,9	6,1	37,7	6,68	0,33	35,6	0,059	-0,574
2003	213	26,8	14,4	41,8	5,03	0,34	18,7	0,280	-0,102
2016	199	28,7	15,1	44,1	5,27	0,37	18,4	0,295	-0,270



**Рис. 7.22.** Характер распределения числа деревьев по их диаметру на ППП-31 в 1981 и 2016 годах.

**Постоянные пробные площади 29а, 29б, 29в.** Наблюдения на ППП-29а и 29б, заложенных, как и ППП-29в, на территории Старожильского лесничества рядом с ППП-30, были прекращены в 2003 году из-за нарушения людьми, построившими в непосредственной близости от них свои дачи, а на ППП-29в они продолжались вплоть до 2016 года. Изменения структуры и производительности древостоя на этих пробных площадях происходили поразному в зависимости от его исходной густоты, варьирующей на момент их закладки от 2733 до 1860 экз./га (табл. 7.56). Так, на ППП-29а, где густота древостоя была наибольшей, отпад деревьев за 23 года составил 67,8 % по числу стволов, а на ППП-29в с наименьшей густотой – только 52,7 %. Общий запас стволовой древесины на первой из них увеличился за это же время всего на 20 м<sup>3</sup>/га, а на второй – аж на 98 м<sup>3</sup>/га. Объем крупной и средней древесины увеличился на 149 и 191 м<sup>3</sup>/га соответственно, а таксовая цена древостоя – на 13,93 и 24,82 тыс. руб./га. Средний годичный прирост древесины, общей фитомассы и энергетического потенциала древостоя на этой серии пробных площадей были наиболее высоки в возрасте 60 лет, а средний годичный прирост таксовой цены древостоя – в возрасте 83 года, что связано с более высокой чем на ППП-30 и ППП-31 густотой древостоя.

Изменение величины отпада деревьев в различных ступенях толщины на этих пробных площадях также имело вероятностный характер и подчинялось в целом тому же закону, что и на всех предыдущих (табл. 7.57). За 23 года наблюдений здесь полностью отпали только деревья, входившие в 1981 году в ступени толщины 6 и 8 см, отпад же среди деревьев толщиной более 23 см полностью отсутствовал. Величина прироста оставшихся живых деревьев также варьировала в довольно больших пределах, составив за период с 1981 по 2003 годы от 0,2 до 8,5 см по диаметру ствола на высоте 1,3 м и от 5,9 до 416,6 см<sup>2</sup> по площади его сечения (рис. 7.23, табл. 7.58). Особенно сильно прирост деревьев изменялся на ППП-29б. Величина прироста деревьев на этой серии пробных площадей также очень слабо связана с их исходным диаметром (рис. 7.24), а процессы отпада и роста деревьев несколько изменили ха-

рактер их распределения по ступеням толщины, что выражается в снижении его правосторонней асимметричности (табл. 7.59, рис. 7.25).

Таблица 7.56

**Параметры состояния живой части древостоя на ППП-29а, б, в**

Параметр древостоя	Значения параметров на ППП в различные годы						
	ППП-29а		ППП-29б		ППП-29в		
	1981 г.	2003 г.	1981 г.	2003 г.	1981 г.	2003 г.	2016 г.
Возраст, лет	60	83	60	83	60	83	96
Густота, экз./га	2733	880	2380	900	1860	880	700
Средний диаметр стволов, см	12,7	21,2	13,8	22,0	15,9	24,3	28,3
Средняя высота деревьев, м	16,6	21,6	17,3	22,1	18,6	23,2	25,1
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	34,62	31,06	35,60	34,21	36,93	40,81	44,03
Относительная полнота	0,95	0,76	0,96	0,83	0,97	0,97	1,02
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	304	324	321	362	349	447	511
Годичный прирост запаса, м <sup>3</sup> /га	5,07	3,90	5,35	4,36	5,81	5,39	5,33
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	0,0	15,1	0,0	21,8	0,3	48,2	110,6
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	40,4	174,4	62,9	200,0	112,2	255,3	272,8
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	213,0	84,6	205,3	84,4	180,5	75,8	50,6
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	14,3	10,9	14,1	12,0	13,8	14,4	15,9
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	36,5	38,9	38,5	43,4	41,8	53,7	61,4
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	26,54	40,47	29,81	46,22	35,90	60,72	75,54
Годичный прирост цены, тыс. руб./га	0,44	0,49	0,50	0,56	0,60	0,73	0,79
Масса стволовой древесины, т/га	126,1	135,1	133,1	150,9	144,9	186,9	214,0
Масса коры, т/га	10,9	9,9	11,2	11,0	11,7	13,1	14,3
Масса ветвей, т/га	15,8	14,9	16,4	16,5	17,2	20,0	22,0
Масса хвои, т/га	6,38	4,85	6,38	5,28	6,31	6,11	6,31
Масса корней, т/га	38,0	40,6	40,1	45,3	43,5	56,1	64,3
Общая фитомасса, т/га	197,3	205,2	207,1	229,2	223,3	282,1	320,6
Энергетический потенциал, ГДж/га	3924	4081	4119	4559	4442	5610	6377
Прирост энергетического потенциала, ГДж/га	65,4	49,2	68,7	54,9	74,0	67,6	66,4

Таблица 7.57

**Отпад и прирост деревьев в разных ступенях толщины на ППП-29а, б, в за 1981-2003 годы**

Ступень толщины, см	Число деревьев, шт.		Отпад, %	Значения статистических показателей прироста, см					
	в 1981 г.	в 2016 г.		M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V, %
6	41	0	100,0	0,00	–	–	–	–	–
8	80	0	100,0	0,00	–	–	–	–	–
10	60	4	93,3	1,95	0,7	3,3	1,43	0,72	73,4
12	55	13	76,4	2,48	0,5	5,3	1,48	0,41	59,5
14	55	33	40,0	3,38	0,9	6,9	1,63	0,28	48,2
16	36	29	19,4	4,26	0,8	8,5	1,71	0,32	40,2
18	35	30	16,7	4,58	0,4	7,2	1,51	0,28	33,0
20	24	18	25,0	5,58	1,7	7,5	1,50	0,35	26,8
22	16	12	25,0	5,19	3,6	7,4	1,29	0,37	24,9
24	7	7	0,0	5,05	0,2	7,2	2,36	0,89	46,8
26	7	7	0,0	6,75	4,9	7,8	1,16	0,44	17,2
28	2	2	0,0	7,50	6,7	8,3	–	–	–

**Примечание:** ступени толщины деревьев взяты по учету 1981 года.

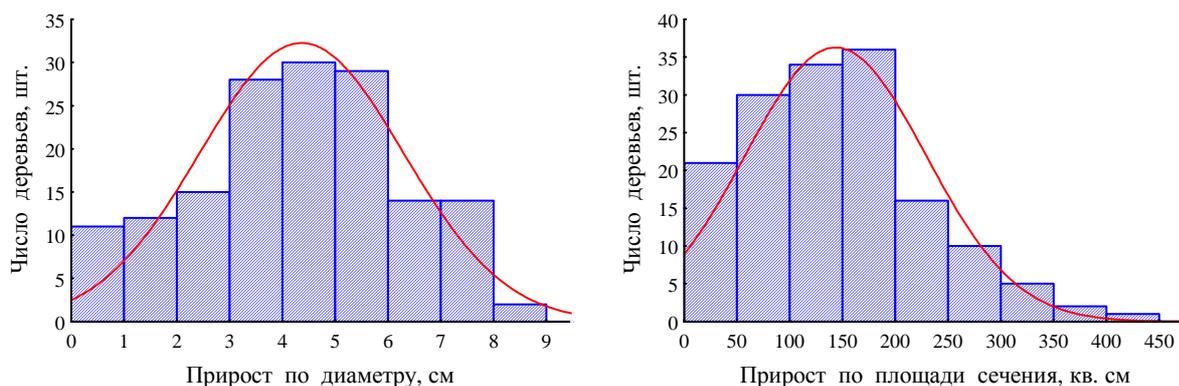


Рис. 7.23. Характер распределения числа деревьев на ППП-29 а, б, в по их приросту за 1981-2003 годы.

Таблица 7.58

Статистические показатели прироста деревьев на ППП-29а, б, в за 1981-2003 гг.

Номер ППП	Значения статистических показателей								
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
По диаметру ствола, см									
29а	66	4,3	0,6	8,5	1,88	0,23	43,8	-0,110	-0,345
29б	45	4,1	0,2	7,5	1,97	0,29	48,4	-0,105	-0,560
29в	44	4,7	0,9	7,8	1,90	0,29	40,8	-0,370	-0,835
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>									
29а	66	133,4	11,2	416,6	81,9	10,1	61,4	0,977	1,508
29б	45	132,9	5,9	349,6	84,7	12,6	63,7	0,634	-0,059
29в	44	166,8	21,9	366,7	88,0	13,3	52,7	0,206	-0,342

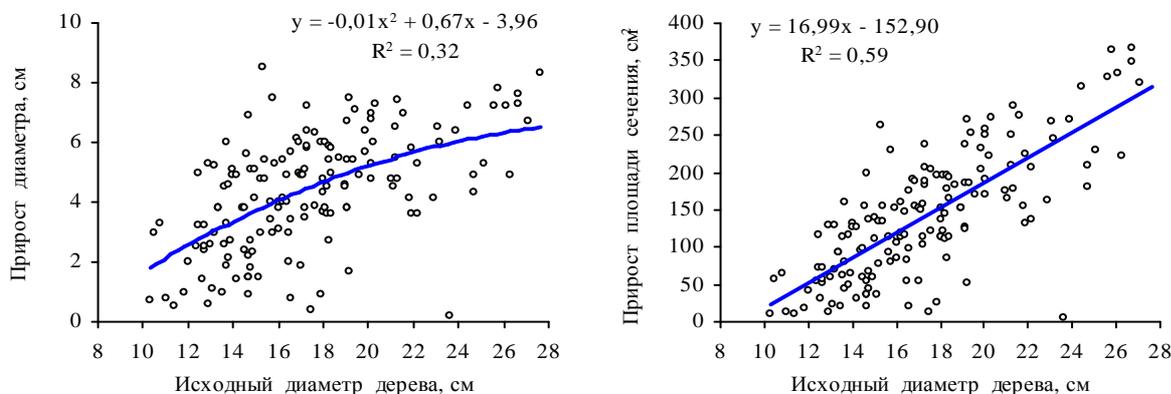


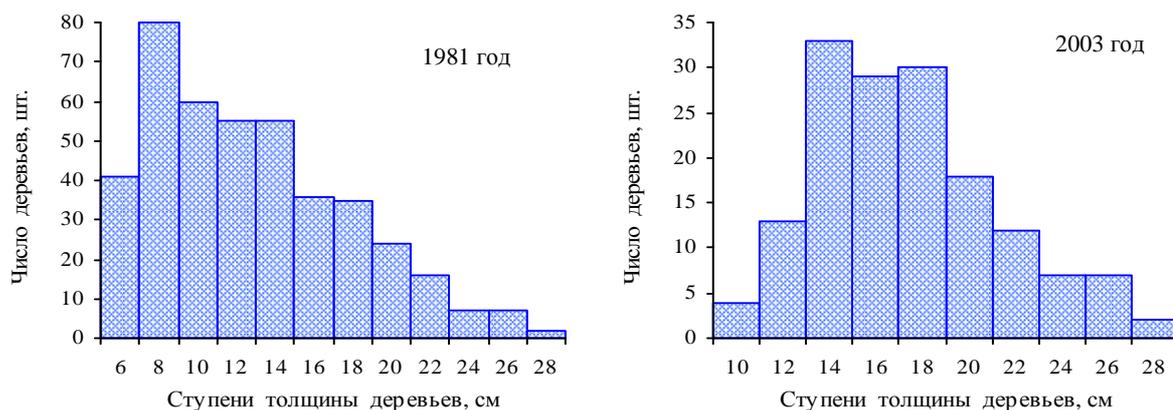
Рис. 7.24. Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 23 года на ППП-29 а, б, в.

Таблица 7.59

Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП-29а, б, в

Номер ППП	Год учета	Значения статистических показателей								
		N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
29а	1981	207	11,8	3,1	28,0	4,68	0,33	39,6	0,861	0,510
	2003	66	20,6	11,0	36,0	5,01	0,62	24,3	0,827	0,991
29б	1981	119	22,8	5,1	28,2	5,29	0,49	41,4	0,702	-0,290
	2003	45	21,4	11,8	34,1	5,18	0,77	24,2	0,482	0,143
29в	1981	93	15,1	7,1	26,9	5,10	0,53	33,8	0,260	-0,915
	2003	44	23,8	14,2	34,4	4,90	0,74	20,6	-0,069	-0,392
	2016	35	27,9	14,6	39,3	5,25	0,89	18,8	-0,304	0,842

**Примечание:** N – число деревьев в выборке, шт.;  $M_x$  – среднее арифметическое значение диаметра ствола, см; min, max – минимальное и максимальное значения, см;  $S_x$  – среднеквадратическое (стандартное) значение параметра, см;  $m_x$  – ошибка среднего арифметического, см; V – коэффициент вариации, %; A – коэффициент асимметрии; E – коэффициент эксцесса.



**Рис. 7.25.** Характер распределения числа деревьев по их диаметру на ППП-29 в 1981 и 2003 годах.

**Постоянные пробные площади 29г, д, е, ж** заложены в 65-летнем сосняке естественно-го происхождения, расположенном в непосредственной близости от пос. Старожильск. В насаждении в 1987 году проведено изреживание древостоя, интенсивность которого изменялась по вариантам опыта от 23,2 до 46,5% по числу стволов и от 13,1 до 30,6% по площади их сечения (табл. 7.60). Учеты состояния древостоя проведены в 2003, 2008 и 2016 годах. На ППП-29е наблюдения за состоянием древостоя были прекращены в 2007 году из-за несанкционированной деятельности людей, построивших в непосредственной близости от нее свои дачи. Продолжительность опыта на остальных пробных площадях составила 29 лет. Рубки ухода, являющиеся одним из самых трудоемких и, несмотря на длительную историю их изучения, проблематичных лесохозяйственных мероприятий, позволили существенно улучшить структуру древостоя за счет удаления ослабленных деревьев (табл. 7.61-7.63, рис. 7.26).

Таблица 7.60

**Показатели состояния древостоя и интенсивности его изреживания на ППП-29г, д, е, ж**

Номер ППП	Число живых деревьев, шт./ га		Число сухих деревьев, %	Объем выборки, %		Средний диаметр живых деревьев, см	
	до рубки	после рубки		по числу деревьев	по сумме площади сечения	до рубки	после рубки
29г	1489	803	31,1	46,5	30,6	17,2	19,6
29д	1295	795	34,3	38,1	23,2	17,5	19,5
29е	1383	970	28,7	28,1	17,7	17,2	18,4
29ж	1257	947	27,7	23,2	13,1	18,3	19,5

Таблица 7.61

**Ранговая структура древостоя на опытных объектах до и после проведения рубки**

Класс Крафта	Число живых деревьев различных классов развития по секциям, %							
	До рубки				После рубки			
	29 Г	29 Д	29 Е	29 Ж	29 Г	29 Д	29 Е	29 Ж
I	7,1	6,9	2,7	7,8	12,2	10,7	3,7	9,6
II	17,3	23,0	15,6	21,8	29,6	33,6	21,3	26,4
III	26,1	37,3	36,4	35,5	35,6	40,4	41,5	38,1
IV	38,3	27,9	40,9	26,3	22,6	14,5	28,0	21,8
V	11,2	4,9	4,4	8,6	0,0	0,8	5,5	4,1

Таблица 7.62

## Объем выборки на опытных объектах живых деревьев в различных классах Крафта

Номер ППП	Объем выборки деревьев в различных классах Крафта, %				
	I	II	III	IV	V
29г	0,0	0,0	19,6	65,3	100,0
29д	0,0	6,4	30,3	66,7	90,0
29е	0,0	0,0	17,1	50,0	10,0
29ж	0,0	1,9	12,8	32,8	61,9

Таблица 7.63

## Объем выборки живых деревьев на опытных объектах в различных ступенях их толщины

Номер ППП	Объем выборки деревьев (%) в различных ступенях их толщины, см								
	< 10	10	12	14	16	18	20	22	> 22
29г	100	100	83	66	19	26	6	12	0
29д	–	100	72	47	29	17	23	6	0
29е	–	67	68	38	14	17	8	0	0
29ж	–	70	67	29	13	12	6	0	0

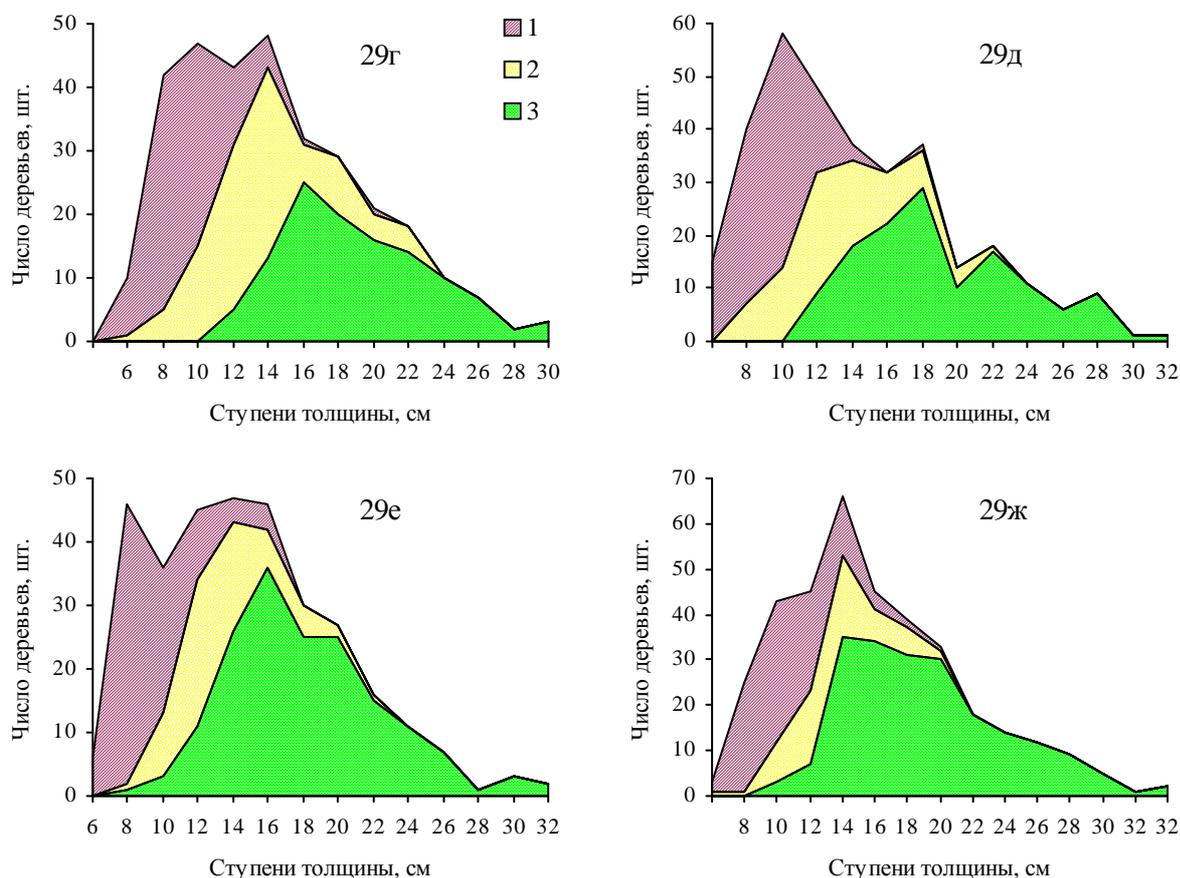


Рис. 7.26. Изменение размерной структуры древостоя на опытных объектах в результате проведения рубок ухода: 1- сухостой, 2 - вырубленные живые деревья, 3 – оставшиеся деревья.

Многолетние наблюдения показали, что густота древостоя на всех ППП, несмотря на проведение рубок ухода, продолжала снижаться, достигнув в 2016 году практически одной и той величины, составляющей 658-699 экз./га (рис. 7.27). Полнота же и производительность древостоя за это время, наоборот, значительно увеличились. Средний годичный прирост

древесины был наиболее высок в возрасте 83-88 лет, составляя 5,09-5,84 м<sup>3</sup>/га, а средний годичный прирост таксовой цены древостоя – в возрасте 96 лет (719-832 руб./га).

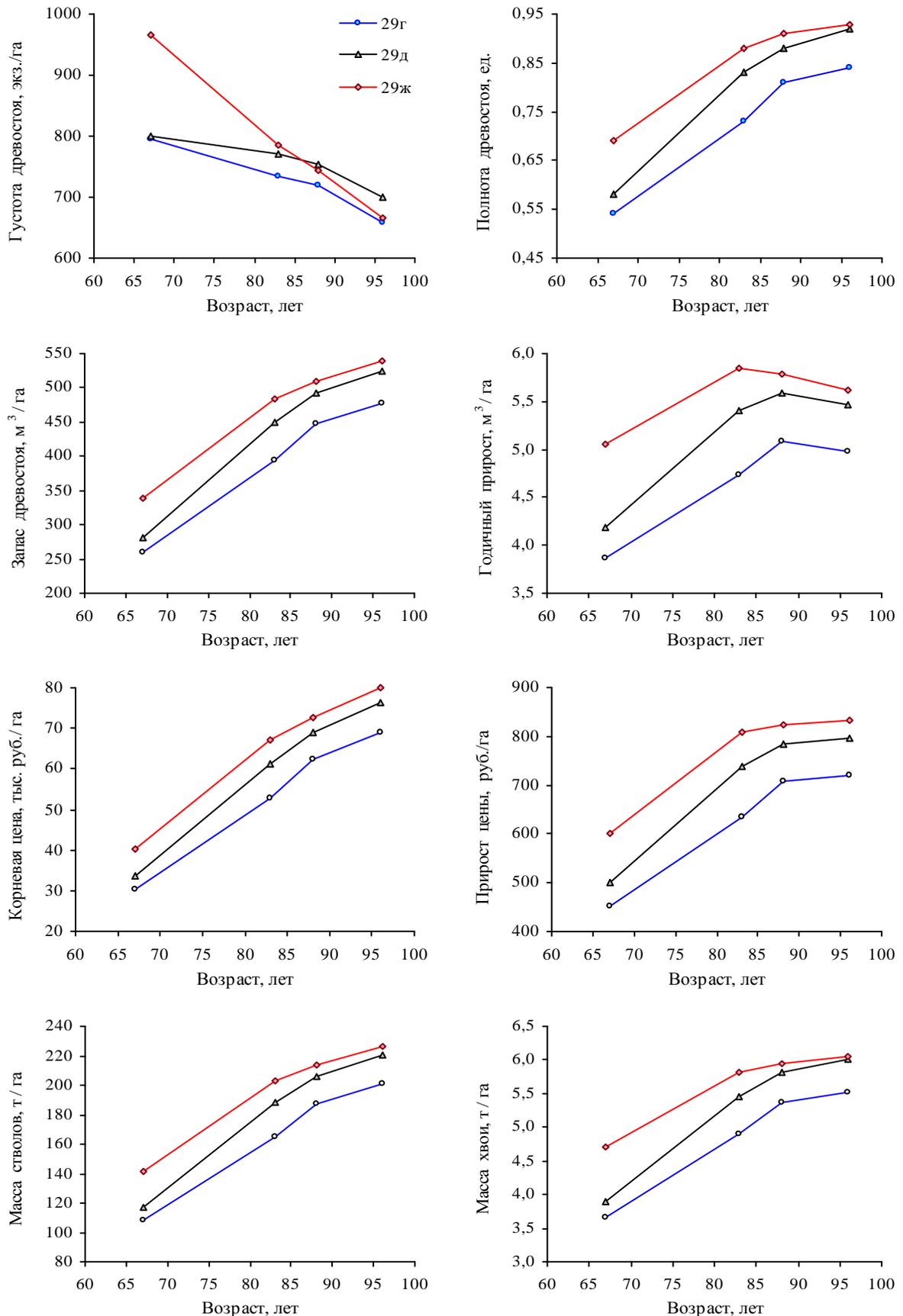


Рис. 7.27. Динамика таксационных показателей древостоя на объектах рубок ухода.

Отпад деревьев на объектах исследования носил, как и на остальных ППП, вероятностный характер, подчиняясь в целом закону отмирания особей в популяции. Он происходил практически во всех ступенях толщины деревьев (табл. 7.64) за счет гибели особей, пораженных смоляным раком, не удаленных при проведении рубки. За 29 лет наблюдений полностью отпали только самые тонкие деревья. Величина прироста деревьев варьировала в довольно больших пределах, составив за период с 1987 по 2016 годы от 1,7 до 15,1 см по диаметру ствола и от 42,1 до 807,8 см<sup>2</sup> по площади его сечения (табл. 7.65, рис. 7.28 и 7.29). Особенно сильно прирост деревьев изменялся на пробных площадях с 2003 по 2008 годы, когда характер распределения его величины существенно отличался от нормального (гауссовского), о чем свидетельствуют высокие значения коэффициентов асимметрии и эксцесса. В этот период времени некоторые деревья вообще не увеличивали диаметра ствола, а у отставших в росте особей перед их гибелью он в результате потери древесины даже снижался.

Таблица 7.64

**Отпад и прирост деревьев в разных ступенях толщины на ППП-29г, д, ж за 1987-2016 годы**

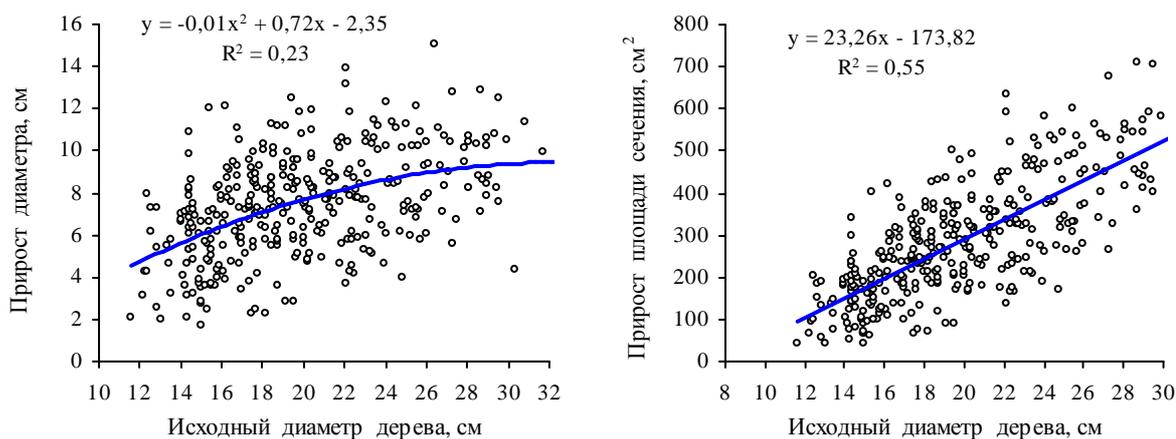
Ступень толщины, см	Число деревьев, шт.		Отпад, %	Значения статистических показателей прироста, см					
	в 1987 г.	в 2016 г.		M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V, %
10	3	0	100,0	–	–	–	–	–	–
12	21	11	47,6	4,78	2,0	8,0	2,19	0,66	45,9
14	66	44	33,3	5,59	1,7	10,9	2,08	0,31	37,3
16	81	56	30,9	6,54	2,5	12,1	2,22	0,30	33,9
18	80	61	23,8	7,37	2,3	11,3	2,04	0,26	27,6
20	56	50	10,7	7,73	2,8	12,5	2,25	0,32	29,0
22	49	42	14,3	7,91	3,7	13,9	2,27	0,35	28,7
24	35	32	8,6	8,53	4,0	12,3	2,31	0,41	27,1
26	25	23	8,0	8,87	5,8	15,1	2,27	0,47	25,6
28	20	19	5,0	9,40	5,6	12,9	1,88	0,43	20,0
30	9	8	11,1	9,28	4,4	12,5	2,59	0,91	27,9
32	2	2	0,0	10,6	9,9	11,3	–	–	–

**Примечание:** ступени толщины деревьев взяты по учету 1987 года.

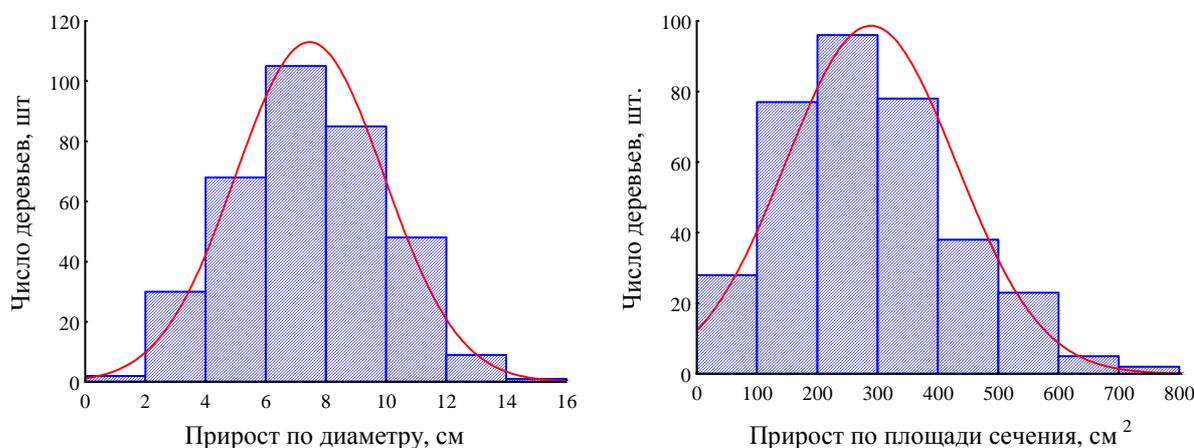
Таблица 7.65

**Статистические показатели прироста деревьев на ППП-29г, д, ж**

Годы учета	Значения статистических показателей								
	N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V	A	E
По диаметру ствола, см									
1987-2003	394	4,64	0,3	6,4	1,53	0,08	33,0	-0,144	-0,147
1987-2008	381	5,84	0,3	8,9	1,96	0,10	33,5	-0,115	-0,325
1987-2016	347	7,43	1,7	15,1	2,46	0,13	33,1	0,046	-0,259
2003-2008	378	1,15	0,0	2,5	0,65	0,03	56,4	0,514	1,091
2003-2016	347	2,57	0,0	4,9	1,26	0,07	48,8	0,277	0,119
2008-2016	347	1,36	0,0	2,5	0,75	0,04	54,8	0,286	-0,014
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>									
1987-2003	394	166,6	7,3	277,3	81,81	4,12	49,1	0,655	0,262
1987-2008	381	216,8	7,3	400,3	106,85	5,47	49,3	0,590	0,069
1987-2016	348	287,5	42,1	807,8	140,8	7,55	49,0	0,692	0,311
2003-2008	378	47,7	0,0	123,0	31,56	1,62	66,1	0,779	0,764
2003-2016	347	111,6	0,0	257,2	68,35	3,67	61,3	0,848	1,256
2008-2016	347	61,0	0,0	134,2	41,30	2,22	67,7	0,959	1,523



**Рис. 7.28.** Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 29 лет на ППП-29 г, д, ж.



**Рис. 7.29.** Характер распределения числа деревьев на ППП-29 г, д, ж по их приросту за 1987-2016 годы.

**Постоянные пробные площади 35 и 37** заложены на территории Старожильского лесничества в загущенных лесных культурах, созданных по сплошной обработке почвы в 1968 и 1962 гг. Наблюдения, продолжавшиеся в течение 22 лет, показали, что производительность древостоя на ППП-35, несмотря на очень интенсивное его изреживание, неуклонно возрастала (рис. 7.30). На ППП-37 изреживание древостоя до 40-летнего возраста происходило медленнее, а его запас даже немного снизился. Затем запас древостоя здесь, несмотря на усиление темпа его изреживания, стал резко возрастать. Полнота древостоя на этих пробных площадях была все время предельно высокой, а средний годичный прирост изменялся от 5,21 до 7,72 м<sup>3</sup>/га (рис. 7.31). Максимум прироста отмечался в очень раннем возрасте, что связано с загущенностью насаждений. Таксовая цена древостоя и средний прирост ее величины в целом неуклонно возрастали (рис. 7.32), что связано с увеличением запаса крупной и средней древесины.

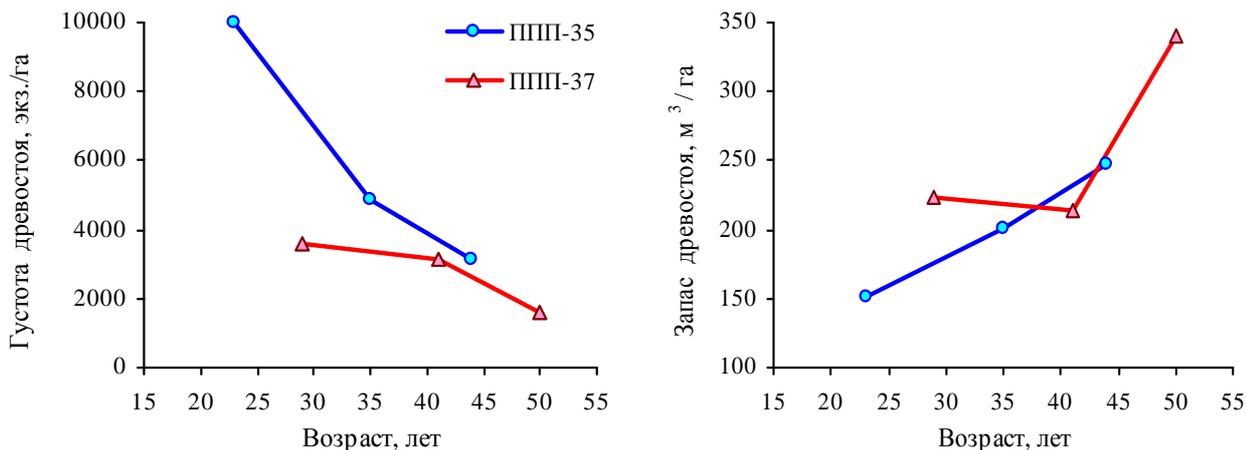


Рис. 7.30. Динамика густоты и запаса древостоя на ППП 35 и 37 в культурах сосны.

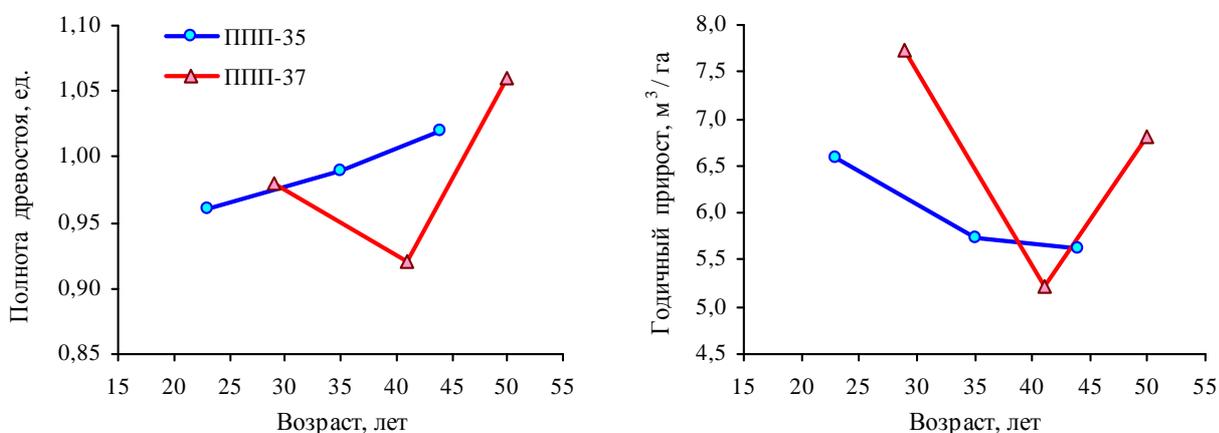


Рис. 7.31. Динамика полноты и среднего годичного прироста древостоя на ППП 35 и 37.

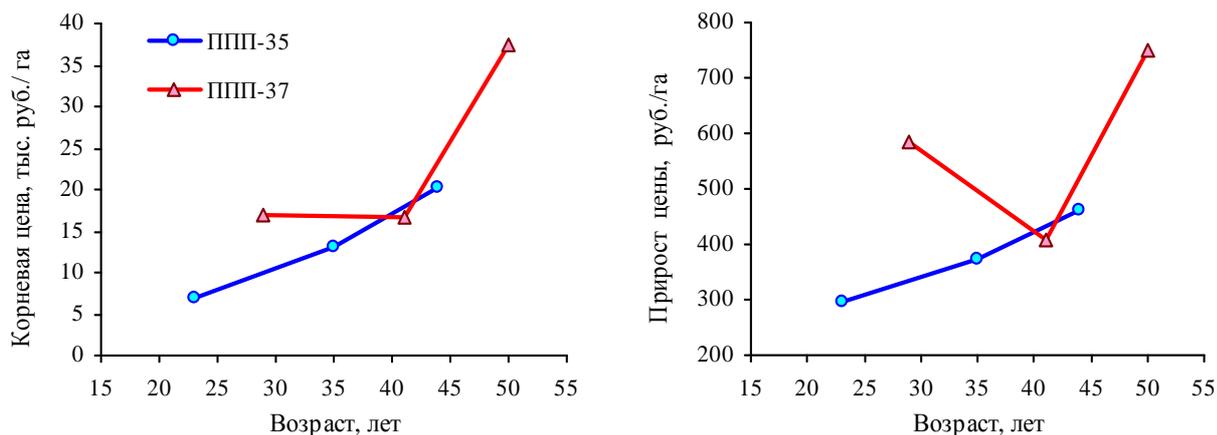


Рис. 7.32. Динамика таксовой цены древостоя и ее годичного прироста на ППП 35 и 37.

В процессе развития древостоя происходили также вполне определенные изменения его размерной структуры, выразившиеся в закономерном возрастании среднего диаметра деревьев и его среднеквадратического отклонения, а также снижении значений коэффициентов вариации, асимметрии и эксцесса (табл. 7.6б).

## Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП-35 и ППП-37

Номер ППП	Год учета	Значения статистических показателей								
		N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V	A	E
35	1991	549	5,43	1,6	12,0	1,82	0,08	33,5	0,615	-0,014
	2003	151	8,50	4,2	16,2	2,55	0,21	30,1	0,699	0,002
	2012	96	11,3	6,0	19,7	3,19	0,33	28,2	0,401	-0,430
37	1991	327	10,1	2,6	20,0	3,39	0,19	33,6	0,543	-0,085
	2003	286	10,5	2,7	21,0	3,21	0,19	30,5	0,554	-0,054
	2012	149	16,9	8,6	31,2	4,76	0,39	28,2	0,319	-0,496

**Постоянная пробная площадь 66-1-95** заложена в лесных культурах 1905 года и находится в кв. 66 заповедника «Большая Кокшага». Ранее древостой был сильно загущен и в 1981 году началось его интенсивное изреживание, связанное с деятельностью сосновой вершинной смолевки *Pissodes piniphilus* Harbst [4, 5, 9, 14]. В момент закладки ППП доля сухостоя составляла 54,5 % по числу деревьев, закономерно снижаясь по мере увеличения диаметра их ствола (табл. 7.67). Максимальный диаметр отмерших деревьев не превышал 26 см. С востока примыкает к ней **постоянная пробная площадь 66-2-95**, заложённая в более молодом и менее густом сосняке естественного происхождения. Доля сухостоя на ней составляла в 1995 году только 18,3 % по числу деревьев, также закономерно снижаясь по мере увеличения диаметра их ствола (табл. 7.68). Густота древостоя за 20 лет снизилась на первой из этих пробных площадей на 1,8 %, а на второй, за счет гибели деревьев березы, – на 11,5 % (табл. 7.69). Значения же большинства таксационных параметров древостоя на обеих ППП за этот отрезок времени неуклонно возрастали. Так, средний диаметр деревьев на первой из них увеличился на 14,4 % (с 25,7 до 29,4 см), а на второй – аж на 24,9 % (с 24,1 до 30,1 см). Полнота древостоя возросла на 26 % (с 0,68 до 0,86) и на 35 % (с 0,56 до 0,76), а запас стволовой древесины – на 32,9 % (с 334 до 444 м<sup>3</sup>/га) и 39,8 % (с 266 до 372 м<sup>3</sup>/га) соответственно. Пропорционально изменилась и таксовая цена древостоя. Средний годичный прирост древесины, а также таксовой цены, общей фитомассы и энергетического потенциала древостоя на второй из этих пробных площадей были гораздо выше, достигнув максимальных отметок в возрасте 70 лет. На ППП 66-1-95 кульминация же значений этих таксационных параметров пришлась на возраст 100 лет. Величина прироста деревьев на этих ППП, также как и на других, варьировала в довольно больших пределах, составив за период с 2005 по 2016 годы от 0 до 4,3 см по диаметру ствола и от 0 до 385,9 см<sup>2</sup> по площади его сечения (табл. 7.70 и 7.71, рис. 7.33-7.36). Процессы отпада и роста деревьев несколько изменили характер их распределения по ступеням толщины (табл. 7.72, рис. 7.37 и 7.38).

Структура древостоя на ППП 66-1-95 по данным учета 1995 года

Состояние деревьев	Число деревьев (шт.) в различных ступенях толщины, см									
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	Сумма
Живые	0	0	3	43	66	38	23	5	2	180
Сухие	22	81	74	29	10					216
В целом	22	81	77	72	76	38	23	5	2	396
Доля сухих, %	100	100	96,1	40,3	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	54,5

Таблица 7.68

Структура древостоя на ППП 66-2-95 по данным учета 1995 года

Ступень толщины, см	Число деревьев по породам и состоянию, экз.								
	Сосна			Береза			В целом		
	живые	сухие	доля сухих, %	живые	сухие	всего	живые	сухие	доля сухих, %
8	2	31	33	1		1	3	31	91,1
12	24	12	36	3	1	4	27	13	32,5
16	36	8	44	2		2	38	8	17,4
20	42	1	43	2		2	44	1	2,2
24	42		42	2		2	44		0,0
28	34		34	1		1	35		0,0
32	29		29				29		0,0
36	12		12				12		0,0
40	3		3				3		0,0
44	1		1				1		0,0
48	1		1				1		0,0
Итого	226	52	278	11	1	12	237	53	18,3

Таблица 7.69

Параметры состояния живой части древостоя на ППП 66-1-95 и 66-2-95

Параметр древостоя	Значения параметров древостоя на разных пробных площадях					
	ППП 66-1-95			ППП 66-2-95		
	1995 г.	2005 г.	2016 г.	1995 г.	2005 г.	2016 г.
Возраст, лет	90	100	111	60	70	81
Густота, экз./га	563	559	553	521	492	461
Средний диаметр стволов, см	25,7	28,1	29,4	24,1	27,7	30,1
Средняя высота деревьев, м	24,5	25,3	25,8	23,7	24,3	24,6
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	29,21	34,67	37,54	23,77	29,65	32,80
Относительная полнота	0,68	0,80	0,86	0,56	0,69	0,76
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	334	406	444	266	334	372
Годичный прирост запаса, м <sup>3</sup> /га	3,71	4,06	4,00	4,43	4,78	4,60
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	47,6	85,3	111,3	27,4	66,4	101,6
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	189,1	217,8	227,8	151,5	181,7	185,3
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	46,7	41,2	38,1	46,3	35,8	29,3
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	10,6	12,6	13,7	8,6	10,4	11,5
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	40,1	48,7	53,3	31,9	40,1	44,7
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	46,83	59,70	66,95	35,86	48,84	56,78
Годичный прирост цены, тыс. руб./га	0,52	0,60	0,60	0,60	0,70	0,70
Масса стволовой древесины, т/га	139,8	169,8	186,0	111,0	139,9	155,7
Масса коры, т/га	9,5	11,3	12,3	7,7	9,6	10,6
Масса ветвей, т/га	14,5	17,4	18,9	11,7	14,6	16,2
Масса хвои, т/га	4,30	4,98	5,32	3,57	4,28	4,62
Масса корней, т/га	41,0	50,5	55,7	32,6	42,9	49,1
Общая фитомасса, т/га	209,2	254,0	278,2	166,6	211,2	236,2
Энергетический потенциал, ГДж/га	4161	5052	5533	3313	4202	4698
Прирост энергепотенциала, ГДж/га	46,2	50,5	49,8	55,2	60,0	58,0

## Статистические показатели прироста деревьев на ППП 66-1-95 и 66-2-95 за 2005-2016 гг.

Номер ППП	Значения статистических показателей								
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
По диаметру ствола, см									
66-1-95	177	1,28	0,0	3,4	0,71	0,05	55,8	0,172	-0,298
66-2-95	210	1,76	0,0	4,3	0,91	0,06	51,9	0,257	-0,280
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>									
66-1-95	177	59,8	0,0	202,2	39,0	2,92	65,2	0,612	0,349
66-2-95	210	84,5	0,0	385,9	59,8	3,97	70,8	1,226	2,732

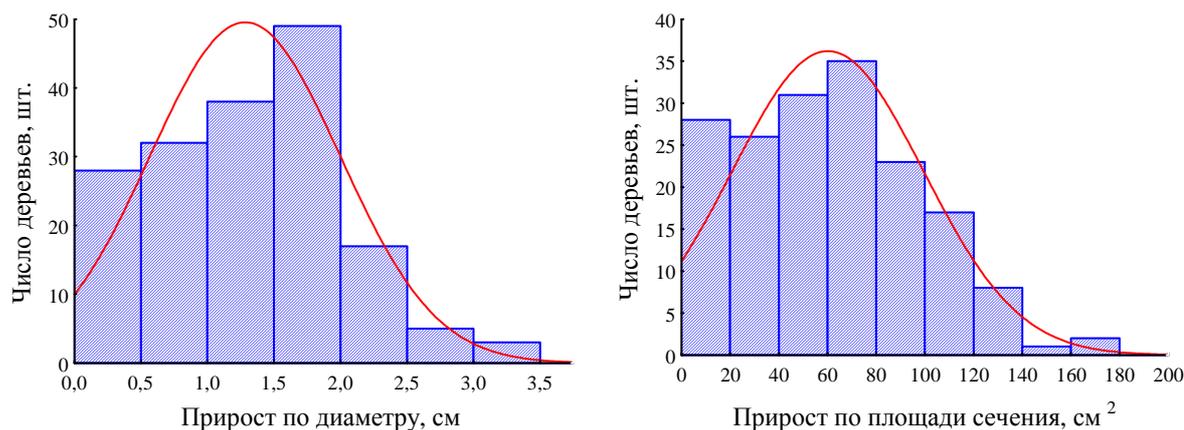


Рис. 7.33. Характер распределения числа деревьев на ППП 66-1-95 по их приросту за 2005-2016 годы.

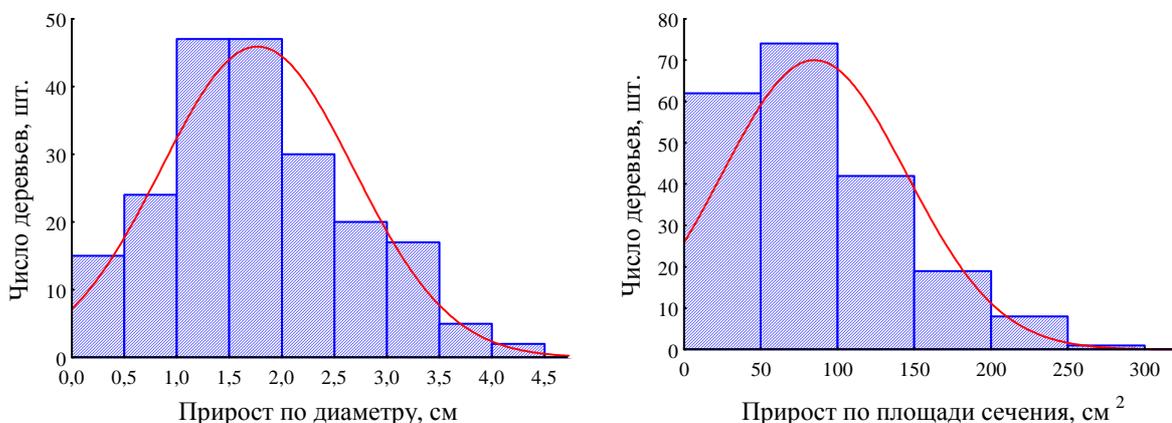


Рис. 7.34. Характер распределения числа деревьев на ППП 66-2-95 по их приросту за 2005-2016 годы.

## Прирост деревьев разных ступеней толщины на ППП 66-1-95 и 66-2-95 за 2005-2016 годы

Ступень толщины, см	Значения статистических показателей прироста, см						
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V, %
ППП 66-1-95							
20	16	0,89	0,0	1,6	0,49	0,12	54,6
24	56	0,86	0,0	3,4	0,66	0,09	76,9
28	50	1,45	0,3	2,7	0,61	0,09	41,7
32	34	1,57	0,0	2,5	0,61	0,11	39,1
36	16	1,74	0,0	3,0	0,70	0,17	39,9
40	5	1,94	1,3	3,0	0,67	0,30	34,5

Ступень толщины, см	Значения статистических показателей прироста, см						
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V, %
ППП 66-2-95							
8	1	0,89	–	–	–	–	–
12	10	0,37	0,0	1,0	0,32	0,10	87,7
16	14	0,72	0,0	1,6	0,47	0,13	64,9
20	35	1,51	0,0	3,0	0,68	0,12	45,3
24	36	1,59	0,0	2,7	0,68	0,11	43,0
28	40	1,88	0,6	3,3	0,71	0,11	38,0
32	33	2,17	0,4	3,8	0,95	0,16	43,6
36	24	2,22	1,2	4,0	0,71	0,14	31,9
40	12	2,52	0,5	4,3	1,04	0,30	41,3
> 44	5	2,84	1,8	4,1	0,96	0,43	33,7

Примечание: ступени толщины деревьев взяты по учету 2005 года.

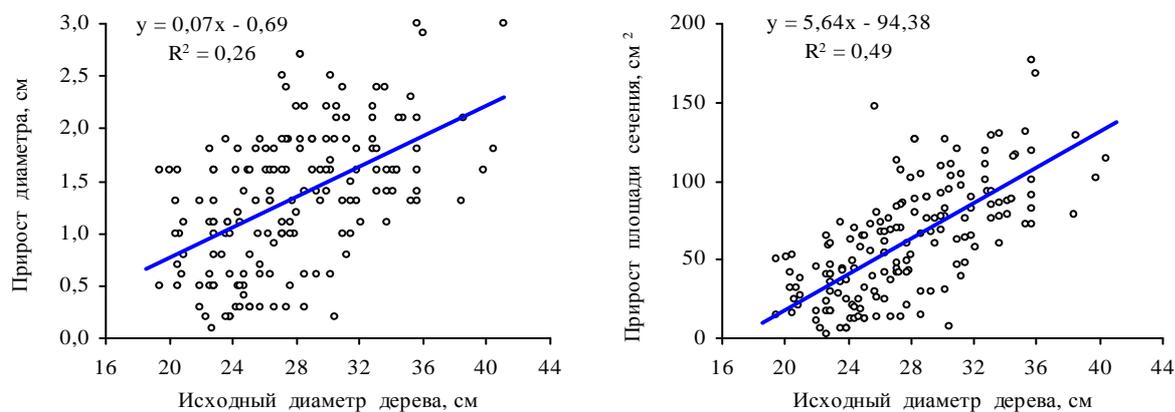


Рис. 7.35. Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 11 лет на ППП 66-1-95.

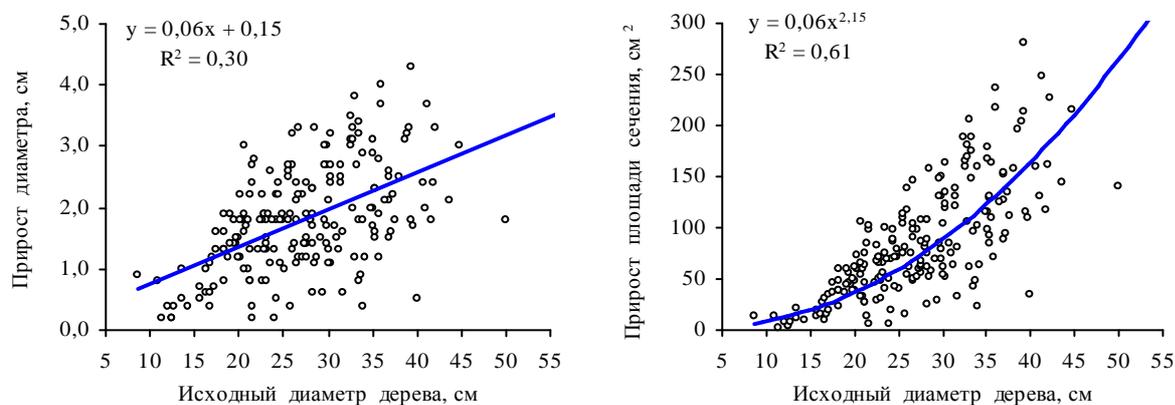
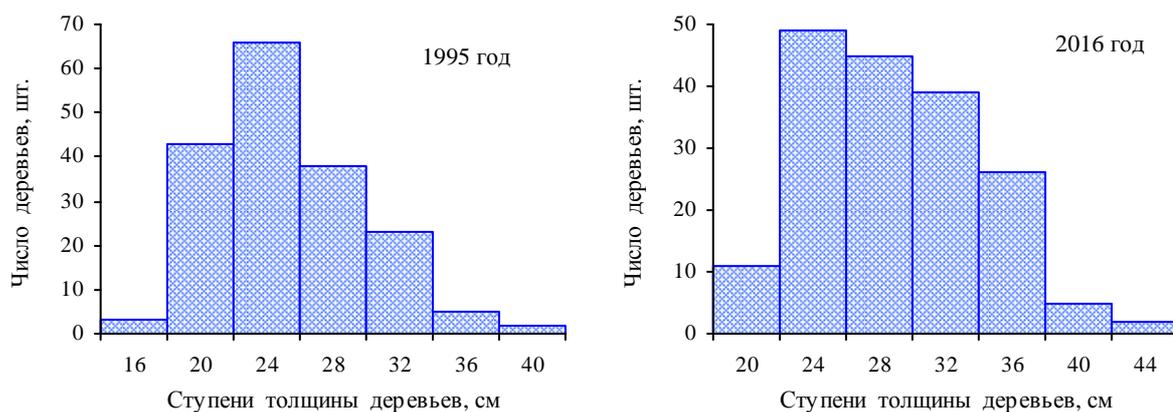


Рис. 7.36. Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 11 лет на ППП 66-2-95.

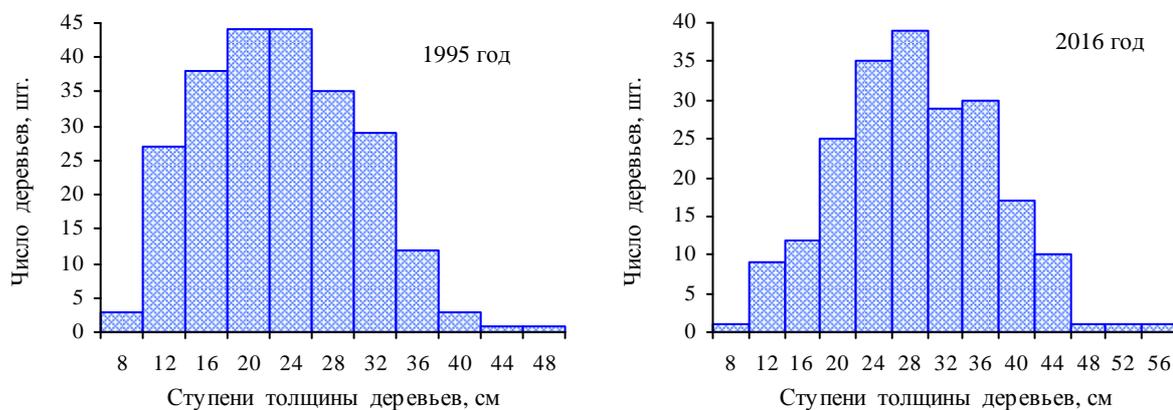
Таблица 7.72

Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП 66-1-95 и 66-2-95

Номер ППП	Год учета	Значения статистических показателей								
		N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
66-1-95	1995	180	25,3	14,1	40,0	4,66	0,35	18,4	0,625	0,140
	2005	179	27,7	18,5	41,2	4,76	0,36	17,2	0,448	-0,330
	2016	177	29,0	19,1	44,1	5,12	0,38	17,7	0,438	-0,415
66-2-95	1995	237	23,0	6,1	49,2	7,49	0,49	32,6	0,270	-0,512
	2005	224	26,4	8,7	57,3	8,24	0,55	31,2	0,321	0,109
	2016	210	28,9	9,5	61,4	8,57	0,57	29,7	0,260	0,258



**Рис. 7.37.** Характер распределения числа деревьев по их диаметру на ППП 66-1-95 в 1995 и 2016 годах.



**Рис. 7.38.** Характер распределения числа деревьев по их диаметру на ППП 66-2-95 в 1995 и 2016 годах.

**Постоянная пробная площадь 90-3-05** заложена в кв. 66 заповедника «Большая Кокшага» в разновозрастном сосняке, пройденном в 1932 году низовым пожаром, после которого сохранилось часть деревьев и возникло новое поколение древостоя, включающее небольшую примесь березы (рис. 7.39). Доля сухостоя на ней, в отличие от всех предыдущих ППП, составляла в момент закладки всего 5,6 % по числу деревьев (табл. 7.73). На расстоянии 40 м от нее к востоку находится **пробная площадь 90-4-055**, заложённая в одновозрастном сосняке, возникшем также на гари 1932 года. Доля сухостоя на ней составляла в 1995 году 23,6 % по числу деревьев, закономерно снижаясь по мере увеличения диаметра их ствола (табл. 7.74). Густота древостоя за 20 лет снизилась на первой из этих пробных площадей на 18,2 %, а на второй – на 15,1 % (табл. 7.75). Значения же большинства таксационных параметров древостоя на обеих ППП за этот отрезок времени неуклонно возрастали. Так, средний диаметр деревьев увеличился на 12,8-12,9 %, запас стволовой древесины – на 6,2-9,7 %, а таксовая цена древостоя – на 15,1-18,7 %. Средний годичный прирост древесины, а также таксовой цены, общей фитомассы и энергетического потенциала древостоя на второй из этих пробных площадей были гораздо выше, достигнув максимальных отметок в возрасте 62 лет, составляющих 5,67 м<sup>3</sup>/га, 0,63 тыс. руб./га и 71,0 Гдж/га соответственно. Величина прироста деревьев

на этих ППП, также как и на других, варьировала в довольно больших пределах, составив за период с 2005 по 2016 годы от 0 до 5,3 см по диаметру ствола и от 0 до 184,5 см<sup>2</sup> по площади его сечения (табл. 7.76 и 7.77, рис. 7.40-7.43). Прирост деревьев послепожарного поколения в пределах одной и той же ступени толщины был при этом в разновозрастном древостое ниже, чем в одновозрастном. У деревьев же старого поколения он был еще ниже. Процессы отпада и роста деревьев незначительно изменили характер их распределения по ступеням толщины, особенно на ППП 90-3-05 (табл. 7.78, рис. 7.44 и 7.45).



Рис. 7.39. Общий вид ППП 90-3-05 (слева) и 90-4-05 в 1995 году.

Таблица 7.73

**Структура разновозрастного древостоя на ППП 90-3-05 по данным учета 1995 года**

Ступень толщины, см	Число деревьев по породам и состоянию, экз.						
	Сосна 1-е поколение		Сосна 2-е поколение		Береза	В целом	
	живые	сухие	живые	сухие		живые	сухие
8			36	9	15	51	9
12			96	10	7	103	10
16			90		12	102	0
20			62		8	70	
24	1		20		1	22	
28	4	1	6			10	1
32	2					2	
36	5	1				6	1
40	1					1	
44	3	1				3	1
48	1					1	
52	1					1	
56	2					2	
<b>Итого</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>310</b>	<b>19</b>	<b>43</b>	<b>373</b>	<b>22</b>

Таблица 7.74

**Структура одновозрастного древостоя на ППП 90-4-05 по данным учета 1995 года**

Состояние деревьев	Число деревьев (шт.) в различных ступенях толщины, см						
	8	12	16	20	24	28	Сумма
Живые	14	60	70	60	34	11	249
Сухие	50	25	2	0	0	0	77
В целом	64	75	72	60	34	11	326
Доля сухих, %	78,1	33,3	2,8	0,0	0,0	0,0	23,6

Таблица 7.75

**Параметры состояния живой части древостоя на ППП 90-3-05 и 90-4-05**

Параметр древостоя	Значения параметров древостоя на пробных площадях по годам учета					
	ППП 90-3-05			ППП 90-4-05		
	1995 г.	2005 г.	2016 г.	1995 г.	2005 г.	2016 г.
Возраст, лет	62	72	83	62	72	83
Густота, экз./га	1300	1173	1063	1370	1266	1163
Средний диаметр стволов, см	17,9	18,2	20,2	17,8	18,2	20,1
Средняя высота деревьев, м	19,6	19,7	20,4	20,9	21,0	21,5
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	32,71	30,52	34,07	34,09	32,94	36,90
Относительная полнота	0,84	0,78	0,86	0,85	0,82	0,91
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	319	298	339	351	340	385
Годичный прирост запаса, м <sup>3</sup> /га	5,14	4,14	4,08	5,67	4,73	4,64
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	3,0	3,4	10,9	3,0	3,9	11,9
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	136,1	131,4	174,0	148,4	149,9	196,6
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	129,8	116,8	101,5	144,9	133,2	117,0
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	11,7	10,9	11,7	13,0	12,4	13,3
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	38,3	35,8	40,7	42,2	40,8	46,2
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	35,66	33,73	41,04	39,15	38,48	46,49
Годичный прирост цены, тыс. руб./га	0,58	0,47	0,49	0,63	0,53	0,56
Масса стволовой древесины, т/га	132,7	124,1	141,1	146,5	141,8	160,6
Масса коры, т/га	10,4	9,7	10,8	11,0	10,6	11,8
Масса ветвей, т/га	15,4	14,3	16,0	16,4	15,9	17,8
Масса хвои, т/га	5,38	4,99	5,39	5,62	5,39	5,85
Масса корней, т/га	40,2	37,7	43,7	41,8	40,7	47,3
Общая фитомасса, т/га	204,0	190,8	217,0	221,3	214,4	243,3
Энергетический потенциал, ГДж/га	4057	3795	4316	4402	4264	4839
Прирост энергетического потенциала, ГДж/га	65,4	52,7	52,0	71,0	59,2	58,3

Таблица 7.76

**Статистические показатели прироста деревьев на ППП 90-3-05 и 90-4-05 за 2005-2016 гг.**

Номер ППП	Значения статистических показателей								
	N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V	A	E
По диаметру ствола, см									
90-3-05 (1)	20	1,10	0,0	2,7	0,75	0,17	67,7	0,301	-0,536
90-3-05 (2)	298	1,36	0,0	3,9	0,96	0,06	70,8	0,394	-0,783
90-4-05	214	1,35	0,0	5,3	0,84	0,06	62,6	0,694	1,797
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>									
90-3-05 (1)	20	70,0	0,0	183,4	52,8	11,8	75,4	0,626	-0,163
90-3-05 (2)	298	40,9	0,0	167,4	35,7	2,07	87,4	0,955	0,438
90-4-05	214	44,2	0,0	184,5	34,1	2,54	77,2	1,051	1,457

**Примечание:** в скобках указаны старое (1) и молодое (2) поколения древостоя.

Таблица 7.77

**Прирост деревьев разных ступеней толщины на ППП 90-3-05 и 90-4-05 за 2005-2016 годы**

Ступень толщины, см	Значения статистических показателей прироста, см						
	N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V, %
ППП 90-3-05, второе поколение							
8	22	0,15	0,0	0,4	0,11	0,02	75,1
12	81	0,69	0,0	3,6	0,56	0,06	81,2
16	105	1,43	0,0	3,4	0,78	0,08	54,6
20	62	2,04	0,2	3,5	0,74	0,09	36,0
24	19	2,57	1,1	3,9	0,71	0,16	27,6
28	7	2,71	1,9	3,2	0,53	0,20	19,7

Степень толщины, см	Значения статистических показателей прироста, см						
	N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V, %
ППП 90-4-05							
12	38	0,49	0,0	1,8	0,45	0,07	91,5
16	74	1,06	0,0	2,2	0,58	0,07	55,0
20	56	1,56	0,2	2,7	0,54	0,07	34,5
24	36	2,11	0,7	3,3	0,55	0,09	26,3
28	8	2,24	0,8	3,1	0,73	0,26	32,7

Примечание: ступени толщины деревьев взяты по учету 2005 года.

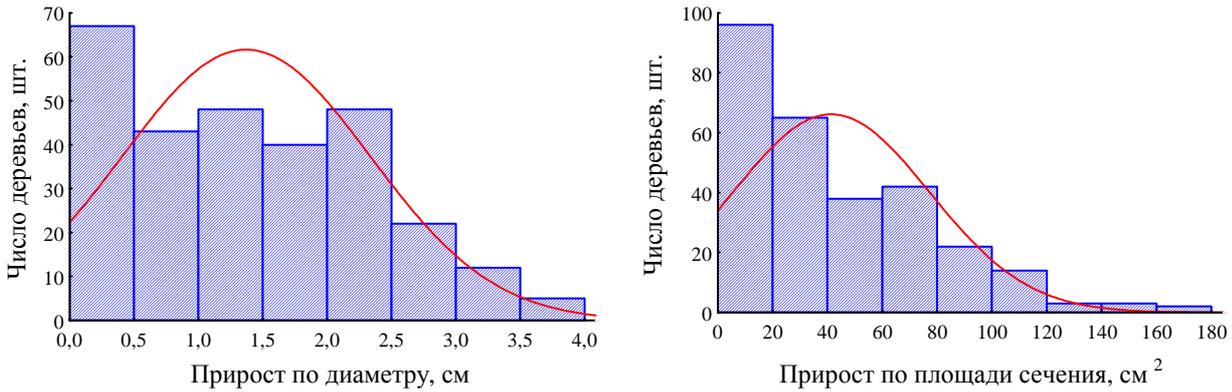


Рис. 7.40. Распределение деревьев второго поколения на ППП 90-3-05 по их приросту за 2005-2016 годы.

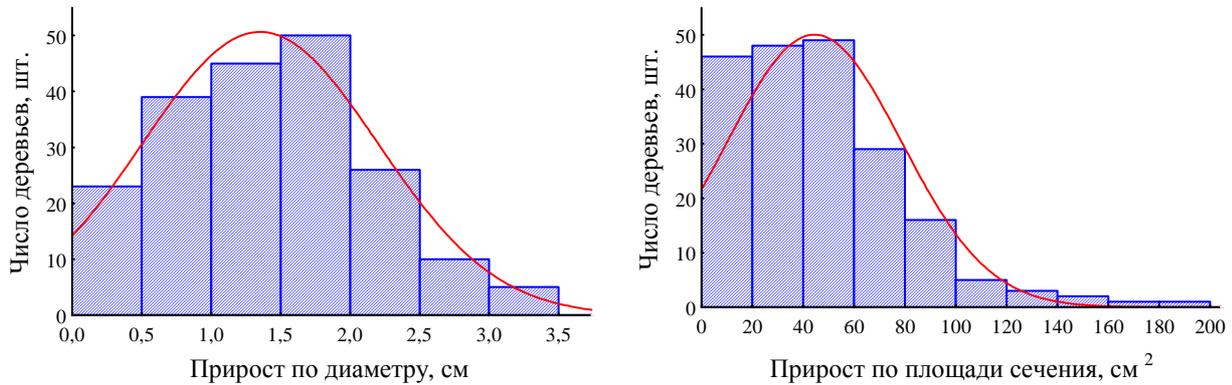


Рис. 7.41. Распределение деревьев на ППП 90-4-05 по их приросту за 2005-2016 годы.

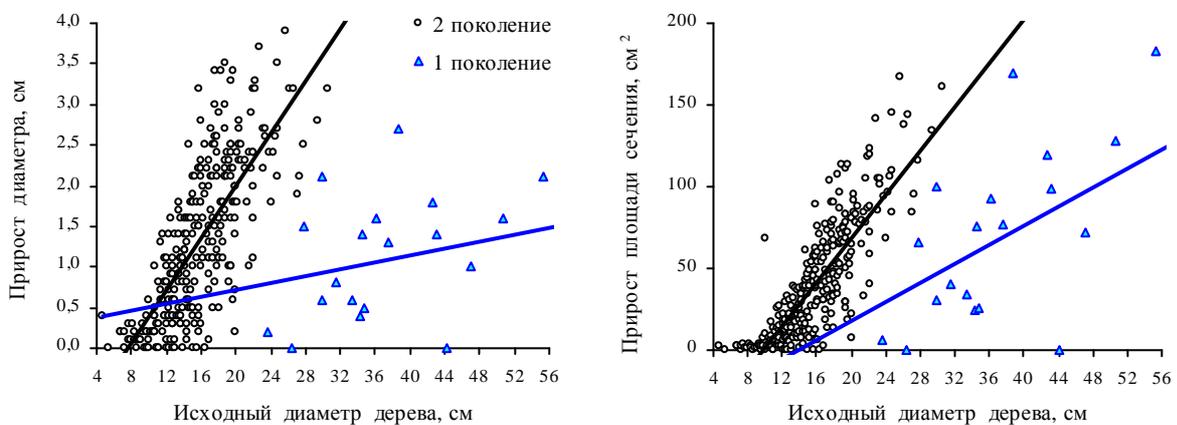
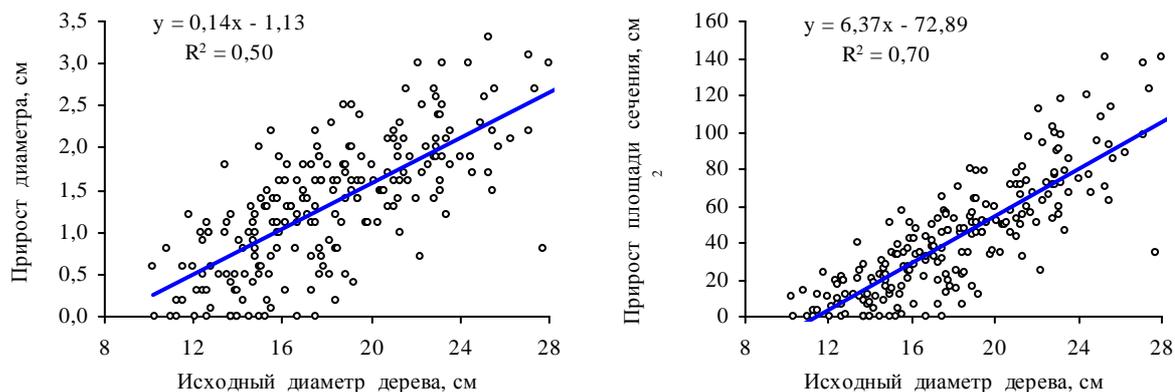


Рис. 7.42. Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 11 лет на ППП 90-3-05.

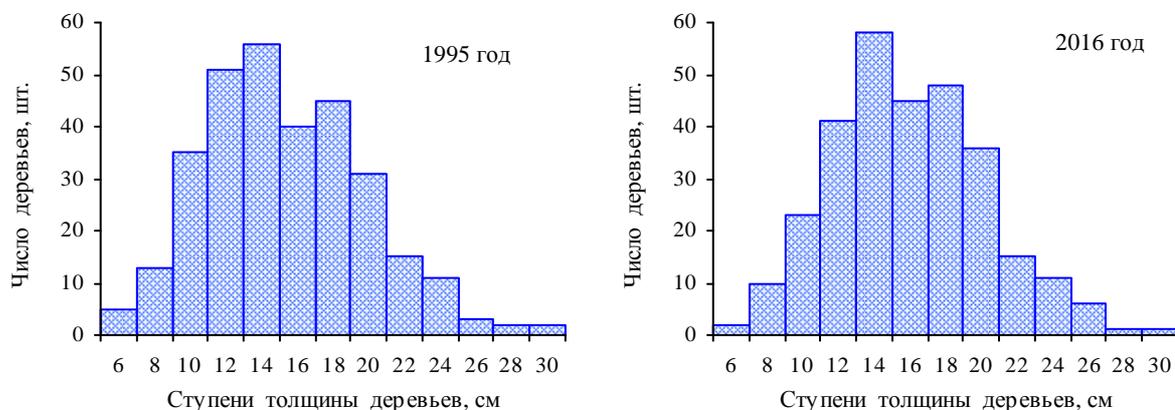


**Рис. 7.43.** Связь между исходным диаметром деревьев и величиной их прироста за 11 лет на ППП 90-4-05.

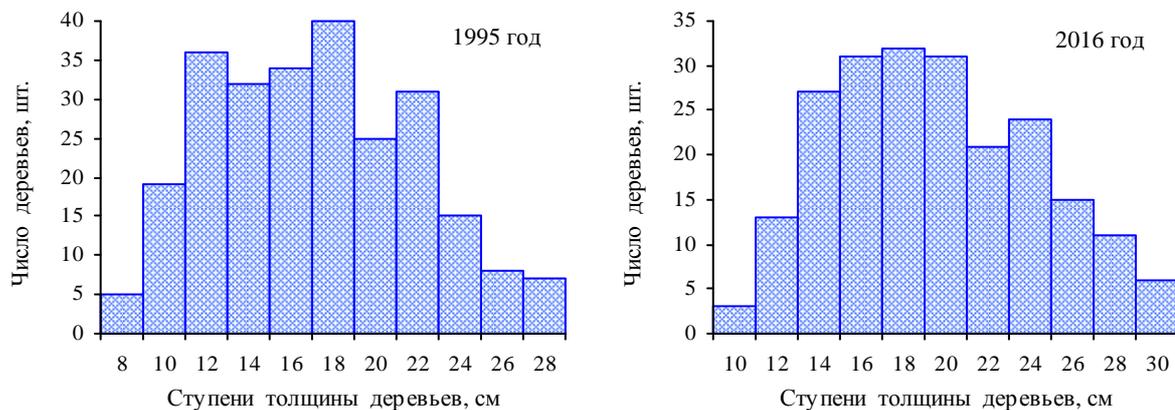
Таблица 7.78

**Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП 90-3-05 и 90-4-05**

Номер ППП	Год учета	Значения статистических показателей								
		N	$M_x$	min	max	$S_x$	$m_x$	V	A	E
90-3-05	1995	389	16,4	4,6	56,8	7,37	0,37	45,0	2,201	7,396
	2005	352	16,8	4,7	57,9	7,14	0,38	42,6	2,319	8,403
	2016	319	18,7	5,1	58,6	7,62	0,43	40,8	1,910	6,169
90-4-05	1995	252	17,1	7,1	28,2	4,82	0,30	28,1	0,244	-0,686
	2005	233	17,6	8,0	28,6	4,44	0,29	25,2	0,287	-0,592
	2016	214	19,5	10,3	31,0	4,8	0,33	24,5	0,289	-0,705



**Рис. 7.44.** Распределения деревьев второго поколения по их диаметру на ППП 90-3-05 в 1995 и 2016 годах.



**Рис. 7.45.** Распределение деревьев по их диаметру на ППП 90-4-05 в 1995 и 2016 годах.

**Постоянная пробная площадь 9Л** заложена в кв. 89 заповедника «Большая Кокшага» в одновозрастном сосняке лишайниковом, возникшем естественным путем на гари 1932 года. В момент закладки ППП доля сухостоя составляла всего 0,5 % по числу деревьев, что обусловлено низкой полнотой древостоя (табл. 7.79), характерной для сосняков лишайниковых. За 10 лет наблюдений с 2005 по 2015 годы густота древостоя снизилась на 19,6 %, а полнота и запас повысились на 15 и 20 % соответственно. Значения среднего годовичного прироста древесины и энергетического потенциала древостоя на этой пробной площади были гораздо ниже, чем на других ППП, достигнув максимальных отметок в возрасте 78 лет, составивших 2,95 м<sup>3</sup>/га и 38,2 ГДж/га. Процессы отпада и роста деревьев на ППП незначительно изменили характер их распределения по ступеням толщины (табл. 7.80).

Таблица 7.79

**Параметры состояния живой части древостоя на ППП 9Л и 16Л в сосняках заповедника**

Параметр древостоя	Значения параметров древостоя на пробных площадях по годам учета				
	ППП 9Л			ППП 16Л	
	2005 г.	2011 г.	2015 г.	2011 г.	2016 г.
Возраст, лет	72	78	83	82	86
Густота, экз./га	1018	977	881	1016	880
Средний диаметр стволов, см	16,8	18,1	19,5	22,7	24,0
Средняя высота деревьев, м	17,8	18,3	18,8	25,5	25,9
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	22,57	25,14	26,31	41,12	39,81
Относительная полнота	0,60	0,66	0,69	0,94	0,91
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	203	230	244	492	480
Годичный прирост запаса, м <sup>3</sup> /га	2,83	2,95	2,94	6,00	5,58
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	0,7	2,5	5,8	36,0	48,4
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	75,7	100,3	120,1	276,4	273,8
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	94,9	91,3	80,6	104,1	84,8
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	7,8	8,4	8,6	16,2	15,5
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	24,4	27,6	29,3	59,0	57,6
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	21,78	25,92	28,94	64,07	64,68
Годичный прирост цены, тыс. руб./га	0,30	0,33	0,35	0,78	0,75
Масса стволовой древесины, т/га	84,5	95,6	101,6	205,9	201,1
Масса коры, т/га	7,0	7,8	8,2	13,7	13,2
Масса ветвей, т/га	10,2	11,4	12,0	21,0	20,4
Масса хвои, т/га	3,79	4,12	4,21	6,29	5,99
Масса корней, т/га	27,1	31,0	33,3	55,1	54,5
Общая фитомасса, т/га	132,6	149,9	159,3	301,9	295,2
Энергетический потенциал, ГДж/га	2637	2982	3169	6006	5871
Прирост энергопотенциала, ГДж/га	36,6	38,2	38,2	73,2	68,3

**Постоянная пробная площадь 16Л** заложена в кв. 90 заповедника «Большая Кокшага» в одновозрастном сосняке брусничниковом естественного происхождения. В момент закладки ППП доля сухостоя составляла 8,7 % по числу деревьев. За пять лет наблюдений с 2011 по 2016 годы густота древостоя снизилась на 13,4 %, а полнота и запас – на 3,2 и 2,4 % соответственно. Значения среднего годовичного прироста древесины и энергетического потенциала

древостоя на этой пробной площади были гораздо выше, чем на ППП 9Л, достигнув максимальных отметок в возрасте 82 года, составивших 6,00 м<sup>3</sup>/га и 73,2 Гдж/га.

Таблица 7.80

## Динамика статистических показателей диаметра ствола деревьев на ППП 9Л и 16Л

Номер ППП	Год учета	Значения статистических показателей								
		N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V	A	E
9Л	2005	223	15,8	5,7	35,3	5,88	0,39	37,2	0,744	0,521
	2011	214	17,0	5,9	36,4	6,25	0,43	36,7	0,563	0,019
	2015	193	18,4	6,0	37,4	6,31	0,45	34,3	0,497	-0,036
16Л	2011	220	22,7	11,8	37,6	5,45	0,37	24,0	0,418	-0,286
	2016	209	23,2	12,8	37,6	5,36	0,37	23,1	0,465	-0,273

**Постоянная пробная площадь 10Л** заложена в кв. 89 заповедника «Большая Кокшага» в смешанном сосново-березовом древостое со вторым ярусом ели, возникшем естественным путем на гари 1932 года. Тип леса – сосняк черничниковый. Густота древостоя за 10 лет наблюдений снизилась на 21,7 %, а запас стволовой древесины повысился на 14 % (табл. 7.81). Особенно сильно возрос запас крупной и средней древесины, что произошло в основном за счет прироста деревьев сосны (табл. 7.82), отпад среди которых составил 10,1 %. Величина прироста деревьев осины, как и их отпада, была значительно больше (3,22 см по диаметру ствола и 56,1 % соответственно). У деревьев березы и ели прирост был значительно меньше, составив за 10 лет в среднем 0,86-1,34 см по диаметру ствола и 29,3-30,9 см<sup>2</sup> по площади его сечения. Отпад же у них за это время составил 45,0 и 7,0 % соответственно.

Таблица 7.81

## Параметры состояния живой части древостоя на ППП 10Л и 17Л в сосняках заповедника

Параметр древостоя	Значения параметров древостоя на пробных площадях по годам учета				
	ППП 10Л			ППП 17Л	
	2005 г.	2011 г.	2015 г.	2011 г.	2016 г.
Густота, экз./га	1185	1019	928	740	628
Площадь сечения стволов, м <sup>2</sup> /га	39,11	41,96	40,93	37,4	34,2
Относительная полнота	1,05	1,06	1,02	0,92	0,81
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	422	483	481	434	404
Объем крупной древесины, м <sup>3</sup> /га	46	80	92	109	118
Объем средней древесины, м <sup>3</sup> /га	213	242	236	196	173
Объем мелкой древесины, м <sup>3</sup> /га	80	69	62	42	39
Объем дровяной древесины, м <sup>3</sup> /га	32	35	32	35	25
Объем неликвидной древесины, м <sup>3</sup> /га	49	56	56	48	46
Таксовая цена древесины, тыс. руб./га	46,90	57,24	59,17	51,19	53,20
Масса стволовой древесины, т/га	175,8	201,3	200,9	176,7	165,6
Масса коры, т/га	15,4	16,7	16,1	15,8	13,4
Масса ветвей, т/га	20,6	22,8	22,5	20,2	18,6
Масса хвои, т/га	6,34	6,83	6,69	6,11	6,03
Масса корней, т/га	48,4	54,0	53,5	50,9	47,0
Общая фитомасса, т/га	266,5	301,6	299,6	269,6	250,6
Энергетический потенциал, ГДж/га	5301	5998	5959	5363	4984

Статистические показатели прироста деревьев на ППП 10Л за 2005-2015 гг.

Порода	Значения статистических показателей							
	N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V, %	p, %
По диаметру ствола, см								
Сосна	89	2,38	0,0	13,7	1,96	0,21	82,5	8,7
Ель	68	1,34	0,0	3,7	0,84	0,10	63,1	7,7
Береза	45	0,86	0,0	5,4	0,95	0,14	110,2	16,4
Осина	4	3,22	2,5	4,0	0,78	0,39	24,3	12,2
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>								
Сосна	89	106,0	0,0	467,9	83,6	8,86	78,9	8,4
Ель	68	29,3	0,0	110,3	24,7	3,00	84,3	10,2
Береза	45	30,9	0,0	166,4	34,7	5,17	112,3	16,7
Осина	4	176,8	131,1	223,5	47,3	23,7	26,8	13,4

**Постоянная пробная площадь 17Л** заложена в кв. 90 заповедника «Большая Кокшага» в разновозрастном смешанном древостое естественного происхождения, который классифицирован нами как сосняк липняковый. За пять лет наблюдений густота древостоя снизилась, как свидетельствуют приведенные данные, на 15,1 %, что произошло в основном за счет очень высокого отпада деревьев березы и осины, составившего 26,9 и 58,8 % соответственно. Отпад среди деревьев сосны составил всего 1,8 %, а у ели, липы и дуба он вообще отсутствовал. Полнота, запас, фитомасса и энергетический потенциал древостоя на пробной площади, в отличие от всех остальных ППП, снизились. Незначительно возросла только таксовая цена древостоя за счет увеличения запаса крупной древесины. Величина прироста была наиболее высокой у деревьев ели, а самой низкой – у деревьев осины (табл. 7.83). В результате роста и отпада деревьев на этих пробных площадях, как и на остальных, увеличилась величина их среднего диаметра (табл. 7.84), а также изменился состав древостоя: доля участия в нем сосны и ели пород возросла, а осины и березы снизилась (табл. 7.85). Особенно сильно снизилась на обеих ППП доля участия осины.

Статистические показатели прироста деревьев на ППП 17Л за 2011-2016 гг.

Порода	Значения статистических показателей							
	N	M <sub>x</sub>	min	max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	V, %	p, %
По диаметру ствола, см								
Сосна	55	0,52	0,0	3,2	0,66	0,09	128,4	17,3
Ель	50	1,09	0,0	3,2	0,82	0,12	75,6	10,7
Береза	19	0,66	0,0	3,0	0,92	0,21	138,8	31,9
Осина	14	0,17	0,0	1,1	0,32	0,09	189,6	50,7
Липа	14	0,67	0,0	1,0	0,28	0,08	42,7	11,4
Дуб	5	0,90	0,0	1,9	0,73	0,33	81,3	36,4
По площади сечения ствола, см <sup>2</sup>								
Сосна	55	27,6	0,0	149,8	34,4	4,63	124,6	16,8
Ель	50	34,5	0,0	111,4	29,3	4,15	85,1	12,0
Береза	19	25,2	0,0	137,2	41,0	9,40	162,6	37,3
Осина	14	8,4	0,0	43,1	15,2	4,07	181,2	48,4
Липа	14	13,8	0,0	23,4	6,4	1,70	46,2	12,4
Дуб	5	15,1	0,0	29,6	10,9	4,87	72,3	32,3

Таблица 7.84

## Динамика среднего диаметра ствола деревьев на ППП 10Л и 17Л в сосняках заповедника

Номер ППП	Год учета	Значения среднего диаметра ствола деревьев разных пород, см					
		Сосна	Ель	Береза	Осина	Липа	Дуб
10Л	2005	26,0	12,5	17,5	27,6	–	–
	2011	28,4	13,9	20,4	32,0	–	–
	2015	29,2	14,1	21,7	36,5	–	–
17Л	2011	33,7	19,9	19,6	26,1	12,6	11,0
	2016	34,2	21,0	21,6	27,4	13,2	11,9

Таблица 7.85

## Динамика состава древостоя на ППП 10Л и 17Л в сосняках заповедника

Порода деревьев	Доля участия разных пород в составе древостоя на пробных площадях по годам учета*				
	ППП 10Л			ППП 17Л	
	2005 год	2011 год	2015 год	2011 год	2016 год
Сосна	37,6 / 66,2	41,1 / 67,6	43,2 / 69,7	30,3 / 58,4	35,0 / 64,0
Ель	27,8 / 7,0	31,4 / 7,8	33,0 / 7,9	27,0 / 13,8	31,8 / 16,9
Береза	31,1 / 20,1	24,3 / 17,8	21,9 / 17,2	14,1 / 7,3	12,1 / 7,4
Осина	3,5 / 6,8	3,1 / 6,7	1,9 / 5,3	18,4 / 18,6	8,9 / 9,3
Липа	–	–	–	7,6 / 1,5	8,9 / 1,8
Дуб	–	–	–	2,7 / 0,4	3,2 / 0,6

**Примечание:** значения перед чертой – доля по числу деревьев, за чертой – по фитомассе.

**Анализ и обсуждение результатов исследования.** Полученные данные позволили нам выявить основные закономерности развития сосновых древостоев в районе исследований, которые можно представить в виде математических моделей, отображающих причинно-следственные связи и адекватно описывающих происходящие изменения. Так, к примеру, динамику среднего, минимального и максимального диаметра деревьев ( $D$ , см), их средней высоты ( $H$ , м), а также густоты ( $N$ , тыс. экз./га), суммы площадей поперечного сечения стволов ( $\Sigma G$ , м<sup>2</sup>/га), запаса стволовой древесины ( $M$ , м<sup>3</sup>/га) и таксовой цены ( $C$ , тыс. руб./га) в древостоях с полнотой 1,0 лишайниково-мшистого и брусничникового типах леса по градиенту их возраста ( $t$ ) от 20 до 120 лет отображают следующие уравнения регрессии:

$$D_{\text{ср.}} = 0,38 \cdot (t - 5)^{0,939}; R^2 = 0,955;$$

$$D_{\text{min}} = 62,56 \cdot 10^{-3} \cdot (t - 5)^{1,437}; R^2 = 0,825;$$

$$D_{\text{max}} = 1,15 \cdot (t - 5)^{0,805}; R^2 = 0,867;$$

$$H = t^{0,712}; R^2 = 0,952;$$

$$N = 25,0 \cdot \exp[-60,26 \cdot 10^{-2} \cdot (t - 20)^{0,441}] + 0,5; R^2 = 0,913;$$

$$\Sigma G = 12,50 \cdot (t - 5)^{0,279}; R^2 = 0,921;$$

$$M = 12,83 \cdot t^{0,812}; R^2 = 0,947;$$

$$C = 0,117 \cdot t^{1,412}; R^2 = 0,958.$$

Значения среднего диаметра и средней высоты древостоев в лишайниковом типе леса на меньше на 14-19 %, а в черничниковом выше на 20-33 %, чем вычисленные по этим уравнениям. Запас стволовой древесины в сомкнутых сосняках лишайниковых ниже, чем в сосня-

ках брусничниковых на 14-18 %, а в черничниковых он практически не отличается от значений, вычисленных на основе математических моделей.

Большое влияние на значения всех таксационных параметров оказывает густота древостоя в начальный период их развития. Так, к примеру, диаметр деревьев в редкостойном сосняке на ППП 66-2-95 в одном и том же возрасте был гораздо больше, чем на смежной с ней ППП 66-1-95, где густота древостоя была исходно выше (см. табл. 7.69 и 7.72). Запас стволовой древесины на первой из этих пробных площадей в возрасте 80 лет составлял 372 м<sup>3</sup>/га, а на второй в возрасте 90 лет только 334 м<sup>3</sup>/га. При низкой густоте древостоев и слабой внутривидовой конкуренции между деревьями за жизненное пространство происходит их более интенсивный прирост: средний диаметр деревьев на ППП 66-1-95 за 20 лет увеличился, как отмечалось выше, на 14,4 %, а на ППП 66-2-95 – на 24,9 %. Более детально влияние исходной густоты древостоев на их производительность и размеры деревьев оценено нами на специально заложенном опытном объекте [20], длительные наблюдения на котором полностью подтвердили эти заключения. Положительное влияние на прирост деревьев оказывают рубки ухода, которые следует проводить не только в молодом, но и в зрелом возрасте древостоев (см. рис. 7.16), но для получения большего эффекта начинать их нужно как можно раньше. Исходный размер деревьев на объектах рубок ухода определял, как было установлено, 60...67% дисперсии величины их прироста по площади сечения ствола за последующие 15 лет. Наиболее значительно прирост деревьев увеличился в вариантах сильного изреживания, что отображают следующие уравнения регрессии:

$$\text{на ППП 29г и 29д: } Y = 1,913 \cdot d^{1,495}; R^2 = 0,598;$$

$$\text{на ППП 29е и 29ж: } Y = 0,638 \cdot d^{1,860}; R^2 = 0,667;$$

где  $Y$  – прирост по площади сечения ствола, см<sup>2</sup>;  $d$  – исходный диаметр ствола, см.

Значения всех таксационных параметров древостоев, как высокоорганизованных систем, тесно связаны со средней высотой деревьев в них ( $H$ , м), что с очень высокой точностью описывают следующие уравнения:

$$D = 0,424 \cdot (H - 1,3)^{1,289}; R^2 = 0,958;$$

$$N = 19,9 \cdot \exp[-1,769 \cdot (H - 5)^{0,415}] + 0,5; R^2 = 0,980;$$

$$\Sigma G = 10,75 \cdot H^{0,432}; R^2 = 0,999;$$

$$M = 12,18 \cdot H^{1,157}; R^2 = 0,999;$$

$$C = 0,111 \cdot H^{2,003}; R^2 = 0,990.$$

Средняя высота древостоев, в свою очередь, функционально связана с их средним диаметром, который оценивать в лесу гораздо проще. Эту связь отображает, как показали расчеты, следующее уравнение регрессии:

$$H = 2,15 \cdot D^{0,743} + 1,30; R^2 = 0,962.$$

Использование вышеприведенных уравнений, а также выявленных нами ранее зависимостей [17, 18, 21], позволяет оценивать таксовую цену и совокупность всех параметров производительности сосняков, включая фитомассу их стволов, ветвей, корней и хвои, на основе натуральных измерений всего лишь двух показателей: текущей густоты и среднего диаметра древостоев. Для расчетов целесообразно использовать программы Excel или MathCAD.

Возраст древостоев ( $t$ , лет), их относительная полнота ( $P$ ), средняя высота ( $H$ , м) и средний диаметр ( $D$ , см) во многом определяют величину среднего годовичного прироста запаса стволовой древесины ( $\Delta M$ , м<sup>3</sup>/га) и его таксовой цены ( $\Delta C$ , тыс. руб./га), что отображают следующие уравнения регрессии:

$$\Delta M = 3,47 \cdot P^{4,383} \cdot \exp(-28,98 \cdot 10^{-3} \cdot H) + 3,93; R^2 = 0,622;$$

$$\Delta M = 3,08 \cdot P^{4,619} \cdot \exp(-24,38 \cdot 10^{-3} \cdot D) + 3,95; R^2 = 0,632;$$

$$\Delta M = 4,01 \cdot P^{2,514} \cdot \exp(-72,20 \cdot 10^{-4} \cdot t) + 3,38; R^2 = 0,704;$$

$$\Delta C = 67,84 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot H^{0,755}; R^2 = 0,795;$$

$$\Delta C = 13,03 \cdot 10^{-2} \cdot P \cdot D^{0,550}; R^2 = 0,801;$$

$$\Delta C = 97,20 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot t^{0,453}; R^2 = 0,575;$$

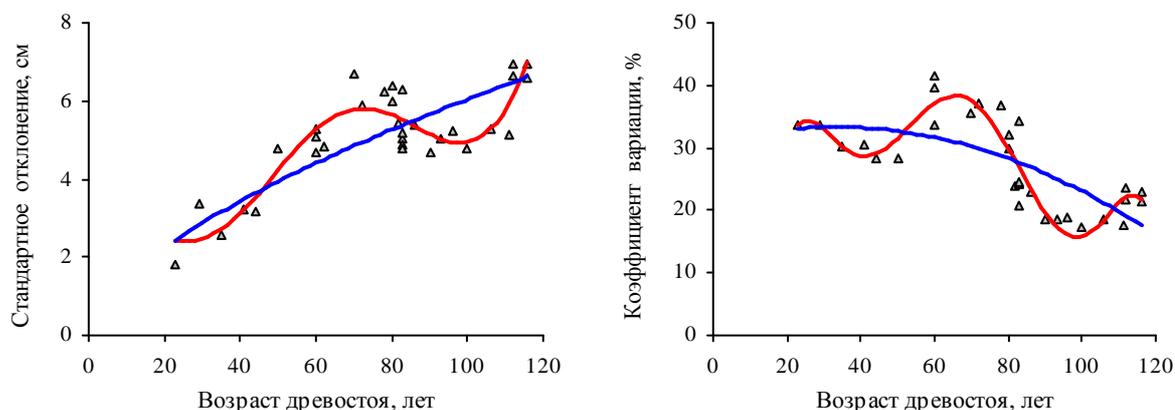
$$\Delta C = 83,43 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta M \cdot A^{0,623}; R^2 = 0,840.$$

В процессе развития древостоев изменяется также величина среднеквадратического отклонения ( $S_d$ , см) и коэффициента вариации ( $V$ , %) рядов распределения деревьев по их диаметру, что отображают следующие уравнения:

$$S_d = 6,48 \cdot \{1 - \exp[-28,71 \cdot 10^{-3} \cdot (t - 5)]\}^{1,310}; R^2 = 0,675;$$

$$V = 100 \cdot t / (42,42 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 62,35 \cdot 10^{-2} \cdot t + 72,41); R^2 = 0,458.$$

На возрастной тренд этих параметров накладываются, в свою очередь, сложные волновые колебания (рис. 7.46), которые связаны с процессами отпада и прироста деревьев в ценопопуляциях. Первая волна снижения их значений относительно тренда происходит в возрасте древостоев от 25 до 45 лет, а вторая – от 85 до 110 лет. Волна же подъема значений отмечается в возрасте от 50 до 80 лет.



**Рис. 7.46.** Закономерности изменения параметров распределения деревьев по их диаметру в сосняках лишайниково-мшистых и брусничниковых на постоянных пробных площадях.

Значения коэффициентов асимметрии (А) и эксцесса (Е) рядов распределения деревьев, варьирующие соответственно от -0,304 до 0,861 и от -0,915 до 1,183, имеют очень слабо выраженные возрастные тренды, отображаемые линейными уравнениями:

$$A = 0,659 - 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot t; R^2 = 0,112;$$

$$E = 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot t - 0,482; R^2 = 0,072;$$

Их изменение обусловлено, на наш взгляд, особенностями генотипической структуры ценопопуляций, которые изменяются стохастично и трудно прогнозируемы.

Исследования показали, что накопление сухостоя на объектах исследования, характеризующее собой одну из сторон процесса дифференциации деревьев и их конкурентной борьбы за жизненное пространство в лесу, происходило по ярко выраженному низовому типу, то есть за счет гибели наиболее угнетенных особей. Установлено, что относительное значение диаметра деревьев, выраженное либо в долях от среднего диаметра древостоя в целом, либо в долях от диаметра самого крупного дерева (что предпочтительнее), позволяет с высокой точностью оценить вероятность их выживания в ходе развития. Уравнения регрессии, вычисленные по сводным данным для сосняков III-IV классов возраста, имеют следующий вид:

$$W = 100 \cdot \{1 - \exp[-5,89 \cdot (d_i / D_{cp} - 0,32)]\}^{12,31}; R^2 = 0,95; S_{yx} = 8,91;$$

$$W = 100 \cdot \{1 - \exp[-11,8 \cdot (d_i / D_{max} - 0,16)]\}^{13,98}; R^2 = 0,96; S_{yx} = 8,15;$$

где  $W$  – величина выживаемости деревьев за последующие 20 лет, %;  $d_i$  – степень толщины деревьев, см;  $D_{cp}$  – средний диаметр деревьев в ценопопуляции, см;  $D_{max}$  – максимальный диаметр дерева в древостое, см;  $R^2$  – коэффициент детерминации уравнения;  $S_{yx}$  – стандартная ошибка оценки, %.

При анализе динамики древостоев на пробных площадях нельзя обойти стороной вопрос об изменении их ранговой структуры, которая является одной из важнейших характеристик ценопопуляций, позволяющих не только оценивать их состояние, но и прогнозировать дальнейшее развитие. Шансы на дальнейшее существование у деревьев разного рангового положения далеко не одинаковы, однако анализ литературных источников свидетельствует о весьма большом разбросе величины вероятности их выживания, установленной различными исследователями, что связано со спецификой исходной структуры ценопопуляций и последующего их развития. Так, многолетние исследования А.Д. Дударева [22], проведенные на постоянных пробных площадях в сосняках возрастом от 50 до 100 лет, показали, что из числа деревьев II класса Крафта за 5-7 лет усохло 1,5 % особей, III – 3,5 %, IV – 16 %, а V – уже 70 %. Отпад среди деревьев I класса отсутствовал. Е.К. Барнишкис [2], обобщив материалы многолетних наблюдений Н.С. Нестерова, В.Г. Нестерова и П.С. Кондратьева на постоянных пробных площадях в лесной опытной даче ТСХА, показал, что в сосняке с возраста от 45 до 80 лет полностью отпали деревья IV-V классов. Из числа деревьев III класса Крафта отпало

от 86,3 до 91,4 %, II – 56 %, а I – 35 %. По данным наших многолетних наблюдений [8, 11, 12], проведенных на постоянных пробных площадях в 60-80-летних загущенных сосняках лишайниково-мшистых и зеленомошных, за 20 лет усохли практически все деревья V класса роста и значительное число деревьев IV класса (табл. 7.86). Из числа деревьев III класса погибло не более 9,5 %, а II – 2,3 %. Все деревья I класса остались живыми. Основная часть деревьев погибла в результате конкурентной борьбы за ресурсы среды. Доля деревьев, отмерших от болезней ствола и корней, составила всего 0,68 %, а сломанных ветром или навалами снега 0,63 % от общего числа усохших особей.

Таблица 7.86

**Величина сохранности деревьев различных классов развития в сосняках за период с 1981 по 2016 гг.**

Возраст древостоя, лет	Число сохранившихся деревьев в разных классах роста, %				
	I	II	III	IV	V
60	100,0	97,7	92,3	29,3	2,2
80	100,0	98,8	90,5	47,5	7,9

Для практических целей лесоводства важно оценить не только вероятность выживаемости деревьев разных классов роста, но и вклад их в сложении структуры древостоев. Анализ материала, собранного на 125 постоянных и временных пробных площадях, заложенных в чистых сосновых древостоях разного возраста, происхождения, густоты и условий произрастания, показал, что дифференциация деревьев по их размерам начинается в ценопопуляциях очень рано и продолжается до глубокой старости. В большинстве древостоев преобладают деревья III класса Крафта (табл. 7.87). Доля господствующих и сверхгосподствующих деревьев, которые по своим параметрам значительно превосходят остальные (табл. 7.88), по числу стволов невелика, однако по площади их сечения и массе хвои, а значит и роли в функционировании биогеоценозов, составляет в среднем около 50 %, достигая в ряде случаев даже 80 %. Доля деревьев IV-V классов, не имеющих перспектив развития, составляет в среднем по числу стволов 31,6 %, а по площади их сечения и массе хвои всего лишь 12,3-15,9 %.

Таблица 7.87

**Доля деревьев сосны разных классов Крафта в сложении структуры ценопопуляций**

Параметр структуры	Доля деревьев разных классов Крафта в ценопопуляциях, % (n = 125)				
	I	II	III	IV	V
Число деревьев	$8,4 \pm 0,5$ 0,5 – 33,9	$19,9 \pm 0,6$ 5,7 – 39,6	$40,2 \pm 0,9$ 21,2 – 77,3	$22,5 \pm 0,7$ 1,1 – 42,0	$9,1 \pm 0,5$ 0,0 – 24,1
Площадь сечения стволов	$18,8 \pm 0,9$ 1,7 – 47,7	$30,7 \pm 0,6$ 9,9 – 47,7	$38,3 \pm 1,0$ 12,4 – 76,0	$10,7 \pm 0,5$ 0,7 – 33,4	$1,6 \pm 0,1$ 0,0 – 6,5
Масса хвои деревьев	$16,1 \pm 0,8$ 1,4 – 43,9	$28,4 \pm 0,6$ 9,1 – 44,2	$39,6 \pm 1,0$ 14,2 – 77,6	$13,2 \pm 0,6$ 0,7 – 35,1	$2,7 \pm 0,2$ 0,0 – 8,2

**Примечание:** над чертой – среднее значение и его ошибка, под чертой – пределы изменчивости.

Статистические показатели относительного диаметра деревьев разных классов роста

Класс Крафта	Значения статистических показателей ( $n = 125$ )						
	$M_x \pm m_x$	min	max	$S_x$	V	A	E
I	153,7 ± 1,3	115,9	202,6	14,6	9,5	0,509	1,345
II	125,9 ± 0,9	95,8	156,6	10,2	9,1	-0,070	0,897
III	97,5 ± 0,7	80,6	125,6	7,4	7,6	0,237	0,875
IV	66,7 ± 0,8	40,9	89,2	9,2	13,8	-0,263	-0,282
V	40,2 ± 1,2	19,1	67,1	12,9	32,2	0,434	-1,150

Долевое участие деревьев разных классов и их относительные размеры, как свидетельствуют приведенные данные, очень сильно варьируют в разрезе изученных ценопопуляций, что связано как с особенностями их генотипической структуры [39, 40, 42], так и с субъективными ошибками глазомерной оценки, избежать которых невозможно. Влияние возраста древостоев, изменяющегося в очень больших пределах, на величину показателей при этом практически не проявляется (табл. 7.89). С возрастом древостоев ( $t$ , лет) довольно четко изменяется только величина среднего диаметра деревьев разных классов ( $d_k$ , см), что с высокой точностью описывает функция Митчерлиха  $d_k = K \cdot [1 - \exp(-a \cdot 10^{-3} \cdot t)]^b$ , параметры которой представлены в табл. 7.90. Средний диаметр деревьев каждого класса очень тесно связан

Таблица 7.89

Влияние возраста древостоя на величину долевого участия деревьев разных рангов

Возраст древостоя, лет	Число участков	Доля деревьев разных классов Крафта по массе их хвои в ценопопуляции, %				
		I	II	III	IV	V
14-15	28	23,0 (6,8-32,8)	26,3 (11,9-37,1)	39,9 (23,8-67,9)	8,5 (2,9-19,3)	2,3 (0,2-7,8)
16-18	49	11,1 (1,4-22,0)	30,3 (19,3-44,2)	41,9 (26,4-65,7)	14,3 (6,0-26,6)	2,4 (0,4-6,5)
21-23	11	23,7 (8,9-43,9)	26,8 (15,2-33,7)	31,8 (14,2-47,5)	14,9 (7,4-22,7)	2,8 (0,9-4,6)
28-31	5	17,0 (4,1-35,3)	20,1 (18,8-26,2)	34,0 (31,8-35,7)	23,4 (8,7-35,1)	5,5 (1,7-7,4)
45-55	15	14,0 (7,1-26,4)	26,4 (9,1-39,7)	42,9 (29,3-76,6)	14,2 (6,2-27,4)	2,5 (0,0-8,2)
70-100	8	13,4 (2,8-43,9)	37,0 (26,9-43,3)	33,1 (19,5-45,6)	13,2 (0,7-24,1)	3,4 (0,0-5,9)

Таблица 7.90

Значения параметров функций зависимости среднего диаметра деревьев разных рангов от возраста и среднего диаметра древостоя в сосняках лишайниковых и зеленомошных

Параметр функции	Значения параметров функций для деревьев разных классов Крафта				
	I	II	III	IV	V
$d_k = K \cdot [1 - \exp(-a \cdot 10^{-3} \cdot t)]^b$					
K	44,6	38,7	31,6	23,2	13,7
a	21,47	18,74	16,01	13,28	10,55
b	1,350	1,292	1,234	1,176	1,118
R <sup>2</sup>	0,973	0,960	0,956	0,967	0,976
$d_k = a \cdot D^b$					
a	1,736	1,421	1,005	0,539	0,232
b	0,937	0,940	0,987	1,115	1,301
R <sup>2</sup>	0,975	0,984	0,986	0,984	0,957

также со средним диаметром всего древостоя ( $D$ , см), что аппроксимирует степенное уравнение  $d_k = a \cdot D^b$ , опираясь на которое можно провести оценку ранговой структуры ценопопуляций не только по материалам фактического учета, но также таблицам хода роста насаждений и данным таксационных описаний. Это позволяет объективно оценить возможный запас и стоимость древесины, получаемой при рубках ухода.

Каковы же причины дифференциации деревьев в ценопопуляциях? В настоящее время среди ученых преобладает концепция, согласно которой полиморфизм древесных растений по их размерам обусловлен наследственными причинами, а конкуренция лишь усиливает их исходное неравенство [39, 40, 42]. Такое объяснение этого процесса не подкреплено, однако, материалами генетических исследований и не вскрывает сути происходящих изменений. М.Г. Романовский и Р.В. Щекалев [41] считают, что деревья, занимающие разное ранговое положение в одновозрастном однопородном древостое, отличаются друг от друга характером транспорта первичных продуктов фотосинтеза от ассимиляционного аппарата к корням и обратно. Быстро растущие особи основную часть аккумулированной солнечной энергии вкладывают в прирост древесной массы и не создают якобы долговременных запасов питательных веществ, а медленно растущие, наоборот, оставляют их в резерве. Их заключение также не подтверждено данными о наличии запасов питательных веществ в тех или иных органах растений и характера их транспортирования от кроны к корням. Деревья отличаются друг от друга, по мнению этих исследователей, по длине окружности ствола, приходящейся на единицу листовой массы дерева, величина которой возрастает по мере снижения их рангового положения в ценозе. Наши исследования полностью подтвердили это положение (табл. 7.91), которое является, однако, следствием, а не причиной дифференциации деревьев. Изменение соотношения между массой хвои и размером кольца флоэмы, по которому происходит отток ассимилянтов, происходит, как установлено исследователями [3, 24-27, 45], в результате сбалансированности системы водного транспорта деревьев, саморегулирующейся на основе отрицательной обратной связи. Недостаточная влагообеспеченность кроны во время засухи вызывает снижение эффективности работы ассимиляционного аппарата и, как следствие, снижение прироста ствола, корней и хвои из-за недостатка продуктов фотосинтеза. Улучшение же влагообеспеченности кроны приводит к последующему увеличению прироста всех органов дерева. Площадь водопроводящей зоны восходящего потока воды, составляющая около 10 % площади сечения всей заболони, ежегодно изменяется по величине, возрастая в сухие периоды и снижаясь во влажные [3, 24]. Ткань ксилемы хвойных функционирует в благоприятных условиях роста деревьев всего 10-12 лет, а в экстремальных – от 36 до 76. Число годичных слоев заболони, способных проводить воду, соответствует при этом числу живых мутовок у дерева [25]. Отношение площади сечения заболони к площади сечения ствола на высоте 1,3 м у деревьев I-III классов Крафта изменяется в пределах от 44 до 67 %, а у IV-V классов – от 19 до 46 % [3].

## Средние параметры деревьев сосны разных классов Крафта в оцененных ценопопуляциях

Параметр деревьев	Значение параметров у деревьев разных классов Крафта ( $n = 125$ )				
	I	II	III	IV	V
Средний диаметр (D), см	$12,7 \pm 0,7$ 6,1 – 35,2	$10,4 \pm 0,6$ 4,6 – 30,8	$8,2 \pm 0,5$ 3,4 – 24,5	$6,0 \pm 0,4$ 2,1 – 22,1	$3,8 \pm 0,3$ 1,0 – 14,1
Средняя масса хвои (M), кг	$2,87 \pm 0,3$ 0,72 – 13,1	$2,06 \pm 0,2$ 0,5 – 10,4	$1,43 \pm 0,15$ 0,3 – 7,1	$0,91 \pm 0,11$ 0,2 – 5,9	$0,50 \pm 0,06$ 0,08 – 2,78
Отношение $\mathcal{P} \cdot D/M$ , дм/кг	$1,26 \pm 0,03$ 0,53 – 1,88	$2,65 \pm 0,06$ 1,05 – 4,23	$3,26 \pm 0,09$ 1,28 – 5,27	$4,56 \pm 0,14$ 1,25 – 8,06	$6,47 \pm 0,23$ 1,92 – 12,0

**Примечание:** над чертой – среднее значение и его ошибка, под чертой – пределы изменчивости.

Одной из причин дифференциации особей в ценопопуляциях может являться разная скорость их старения, проявляющаяся не только в снижении с возрастом ширины годичного кольца и водопроницающей зоны заболони, но и в сокращении числа живых ветвей, активности очищения ствола от сучьев и ускорении ядрообразования. Скорость старения дерева можно отобразить математически [23]. Этот процесс, как показали расчеты, что лучше всего описывает функция  $d_k = K \cdot [1 - \exp(-a \cdot 10^{-3} \cdot t)]$ , аппроксимирующая изменение диаметра дерева ( $d_k$ , см) с его возрастом ( $t$ , лет). Параметр  $K$  этой функции характеризует предельный диаметр, которого может достичь дерево в процессе своего роста, а параметр  $a$  – скорость его старения. Функции роста каждого дерева в ценопопуляции, отражающие потенциальные возможности особей и их раскрытие при взаимоотношении с окружающей средой [10, 28], имеют и другие характерные параметры, которыми, применительно к объекту нашего исследования, являются диаметр в возрасте 5 и 55 лет, а также их отношения между собой. Каждый из этих параметров изменяется в очень больших пределах (табл. 7.92), что свидетельствует о неоднородности оцененной ценопопуляции по скорости старения в ней деревьев.

Таблица 7.92

## Вариабельность параметров функции скорости старения деревьев в 55-летних культурах сосны

Параметр функции	Значения статистических показателей ( $n = 125$ )						
	$M_x \pm m_x$	min	max	$S_x$	V	A	E
$d_5$	$4,1 \pm 0,1$	1,68	8,68	1,32	31,9	0,728	0,572
$d_{55}$	$20,0 \pm 0,4$	10,96	35,32	4,95	24,8	0,552	-0,288
K	$25,9 \pm 1,1$	12,40	77,6	12,90	49,8	3,139	16,55
$d_{55} / K$	$0,83 \pm 0,01$	0,24	0,99	0,13	16,0	-1,364	2,655
$d_{55} / d_5$	$5,23 \pm 0,16$	2,39	13,23	1,93	36,9	1,541	3,363
$K / d_5$	$7,00 \pm 0,43$	2,42	44,53	5,05	72,2	4,023	23,61
a	$40,88 \pm 1,54$	5,19	90,05	18,10	44,3	0,488	-0,436

Сильнее всего варьирует в выборке ( $V = 72,2$  %) отношение предельно возможного диаметра дерева, которого оно может достичь в процессе роста, к диаметру в возрасте 5 лет. Самый же низкий коэффициент вариации ( $V = 16,0$  %) имеет отношение диаметра дерева в возрасте 55 лет к предельно возможному диаметру. Значения коэффициента вариации остальных параметров изменяются в пределах от 24,8 до 49,8 %. Деревья каждого класса Крафта

четко различаются между собой по средним значениям параметров функции старения (табл. 7.93), большинство из которых закономерно снижаются от высших рангов к низшим. Значения же параметров скорости старения дерева ( $a$ ) и отношение диаметра дерева в возрасте 55 лет к предельно возможному диаметру ( $d_{55} / K$ ) изменяются противоположно.

Таблица 7.93

**Значения параметров кривых роста деревьев разных классов в 55-летних культурах сосны**

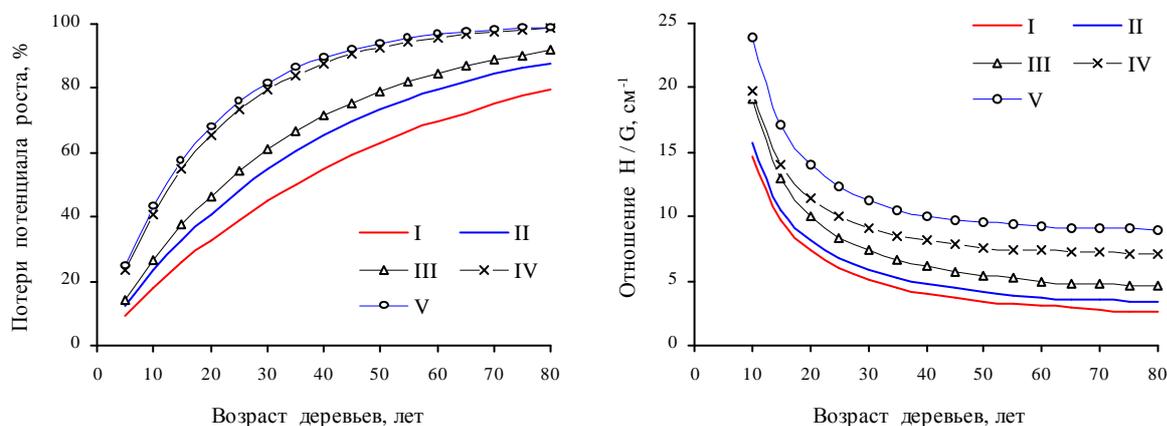
Параметр функции	Значения параметров у деревьев разных классов: среднее значение и лимиты				
	I ( $n = 4$ )	II ( $n = 14$ )	III ( $n = 60$ )	IV ( $n = 49$ )	V ( $n = 11$ )
$d_5$	4,38 (2,95-6,32)	5,08 (2,22-8,68)	4,25 (1,68-7,68)	3,89 (1,76-6,04)	3,27 (2,04-5,79)
$d_{55}$	32,3 (30,1-35,3)	27,6 (25,9-30,0)	22,0 (18,4-25,8)	16,0 (14,1-18,3)	13,1 (11,0-14,0)
$K$	51,4 (48,8-57,2)	41,0 (27,0-77,6)	28,3 (19,6-41,3)	17,6 (14,6-23,9)	14,2 (12,4-15,9)
$d_{55} / K$	0,63 (0,54-0,71)	0,72 (0,35-0,96)	0,79 (0,60-0,96)	0,91 (0,68-0,99)	0,92 (0,83-0,99)
$d_{55} / d_5$	7,99 (5,59-10,2)	6,42 (3,00-13,2)	5,63 (2,88-13,0)	4,39 (2,39-9,07)	4,30 (2,40-5,75)
$K / d_5$	13,1 (7,85-17,9)	9,89 (3,12-24,9)	7,44 (3,03-21,7)	4,94 (2,42-15,6)	4,69 (2,42-6,08)
$a$	19,6 (13,9-24,7)	28,4 (7,92-62,8)	32,1 (16,6-59,5)	53,8 (20,7-87,1)	57,2 (34,9-90,1)

Причины изменения рангового положения деревьев могут быть самыми разными: наследственные свойства, особенности реакции на погодные условия, взаимоотношение в наземной и подземной сферах с соседними особями, повреждение вредными насекомыми и грибами. Одной из них являются, вероятно, особенности архитектуры корневых систем, которые у особей низших рангов расположены ближе к поверхности почвы и менее разветвлены, чем у наиболее крупных [35, 43]. Это особенно резко проявляется в сосняках сфагновых [15], а также в лесных культурах, где причиной гибели деревьев и их отставание в росте является деформация корней.

Математическая модель динамики диаметра деревьев позволяет без особых затруднений оценить величину исчерпания потенциальных возможностей их роста. Результаты проведенных нами расчетов (рис. 7.47), показали, что деревья IV-V классов Крафта практически полностью исчерпывают потенциал роста уже к 40-50 годам, почти не увеличивая диаметр ствола. Оставлять их в древостое, исходя из этого, не имеет смысла. Рубку деревьев остальных классов целесообразно проводить в 85-90 лет, так как в это время они также исчерпывают свои потенциальные возможности роста.

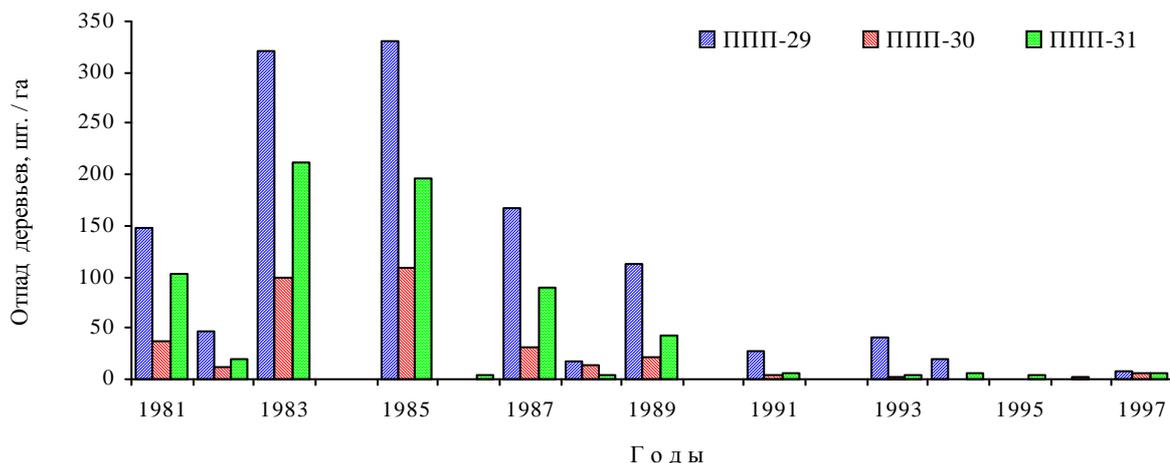
Любое дерево, представляющее собой высокоорганизованную саморегулирующуюся систему, в процессе своего роста приспосабливается к условиям среды, изменяя размеры своих органов таким образом, чтобы они наилучшим образом выполняли в сложившейся экологической обстановке возложенные на них функции. Достигается это за счет перераспределения ассимилянтов, отражаясь на скорости роста ствола в высоту и толщину. Величина пропорций между высотой дерева и диаметром или площадью сечения ствола, исходя из этой концепции, является хорошим диагностическим признаком состояния его жизнеспособности и рангового положения в ценопопуляции [10, 11, 31]. Чем больше величина отношения

$H/D$  и  $H/G$ , тем больше прирост в высоту преобладает над приростом в толщину и тем большая часть питательных веществ из имеющихся ресурсов направляется деревом на образование верхушечного побега. Деревья разных классов, как это видно на представленном графике, четко различаются между собой в любом возрасте по величине пропорции  $H/G$ , которая, однако, отражает не причину, а следствие процесса их дифференциации.



**Рис. 7.47.** Динамика потери потенциальных возможностей роста деревьями сосны разных классов Крафта (слева), а также величины пропорции между высотой и площадью сечения их ствола .

Величина отпада деревьев в ценопопуляциях изменяется в градиенте их возраста, как показали исследования, не монотонно, а весьма значительно флуктуирует во времени (рис. 7.48), что во многом связано с деятельностью насекомых-ксилофагов. Так, на ППП 30а и 30б за 10 лет с 1981 по 1991 годы, когда отмечалась вспышка массового размножения сосновой вершинной смолевки [4-7, 9, 14], отпало в общей сложности 184 дерева, а в последующие 25 лет только 69. На ППП 31 и 66-1-95 различия были еще более значительными: на первой из них за время размножения смолевки образовалось 88 %, а на второй даже 99 % общего количества деревьев, отмерших за 35 лет развития древостоя. Чем больше отмирало деревьев в ценопопуляциях под действием смолевки, тем меньше была величина их отпада и выше прирост в последующий период. Вершинная смолевка, таким образом, явилась мощным регулятором развития ценопопуляций деревьев. Её роль можно сравнить с деятельностью лесоводов, проводящих в насаждениях рубки ухода по низовому методу. Быстрое восстановление производительности древостоев после ее массового размножения свидетельствует о высокой сбалансированности и полезности их взаимоотношений. Еще более изменчивой и трудно прогнозируемой величиной является, как показывает анализ представленного выше материала, текущий прирост деревьев, который зависит в основном от генотипической структуры ценопопуляций, состоящей из особей, по-разному реагирующих на изменение условий среды.



**Рис. 7.48.** Динамика отпада деревьев на постоянных пробных площадях в сосняках брусничниковых.

**Заклучение.** Исследования показали, что рост каждого дерева в ценопопуляции происходит сугубо специфично и подобен в определенной степени броуновскому движению частиц, поскольку зависит от многих факторов, на которые все особи реагируют по-разному. Развитие каждой ценопопуляции деревьев также сугубо специфично. Чем ниже ранг биологической системы, тем выше уровень неопределенности её развития. Общие закономерности структурной организации и развития древостоев и лесных биогеоценозов в целом можно выявить только на основе изучения некоторой их совокупности, когда начинает действовать так называемый закон больших чисел. Для этой цели, как нами было установлено, лучше всего использовать материалы лесоустройства и массовой таксации насаждений. Значения всех таксационных параметров древостоев изменяются как с их возрастом, так и в градиенте средней высоты деревьев, что с очень высокой точностью описывают определенные уравнения регрессии. Полнота и производительность сосновых древостоев, которые являются саморегулирующимися системами, быстро восстанавливается после различного рода нарушений за счет увеличения прироста деревьев. Чем больше отмирает или удаляется деревьев в ценопопуляциях, тем меньше величина их отпада и выше прирост в последующий период. Одной из причин отпада деревьев является деятельность насекомых-ксилофагов, наибольшую активность среди которых проявляет сосновая вершинная смолевка, способная к периодическим массовым размножениям. Она, как и все насекомые-ксилофаги, является мощным регулятором развития ценопопуляций деревьев и ее роль можно сравнить с деятельностью лесоводов, проводящих в насаждениях рубки ухода по низовому методу. Быстрое восстановление производительности древостоев после массового размножения насекомых-ксилофагов свидетельствует о высокой сбалансированности и полезности их взаимоотношений.

Дифференциация деревьев по их размерам начинается в ценопопуляциях очень рано и продолжается до глубокой старости. В большинстве древостоев преобладают деревья III

класса Крафта. Доля господствующих и лидирующих деревьев по числу стволов невелика, однако по площади сечения стволов составляет в среднем около 50 %, достигая в ряде случаев даже 80 %. Доля деревьев IV-V классов, не имеющих особых перспектив развития, составляет в среднем по числу стволов 31,6 %, а по площади сечения всего лишь 12,3-15,9 %. Влияние возраста и густоты древостоев на характер их ранговой структуры практически не проявляется. Только при крайне низкой их густоте резко увеличивается доля деревьев III класса, что указывает на снижение интенсивности процесса дифференциации особей. Ранговое положение деревьев в ценопопуляциях не остается стабильным в течение их жизни, изменяясь по мере роста в ту или иную сторону, однако из числа деревьев IV-V классов в основной полог древостоя со временем переходит не более 20 % особей, а из высших классов в низшие только 6 %. Особенно неустойчиво положение деревьев III класса, половина из которых понижают со временем свой ранг. Средний диаметр деревьев каждого класса Крафта очень тесно связан со средним диаметром всего древостоя, что аппроксимирует уравнение  $d_k = a \cdot D^b$ , опираясь на которое можно провести оценку ранговой структуры ценопопуляций не только по материалам фактического учета, но также данным таксационных описаний насаждений. Причины изменения рангового положения деревьев могут быть самыми разными и остаются пока до конца не выявленными. Одной из них является разная скорость старения особей, которую можно отобразить математически через скорость изменения с возрастом диаметра дерева. Старение дерева проявляется не только в снижении годовичного прироста, скорости очищения ствола от сучьев и уменьшении водопрводящей зоны заболони, но и в сокращении числа живых ветвей и ускорении ядрообразования.

Деревья, которые также являются высокоорганизованными саморегулирующимися системами, в процессе своего роста приспосабливаются к условиям среды, изменяя размеры своих органов таким образом, чтобы они наилучшим образом выполняли в сложившейся экологической обстановке возложенные на них функции. Достигается это за счет сбалансированности системы их водного транспорта и перераспределения ассимилянтов, отражаясь на скорости роста ствола в высоту и толщину. Недостаточная влагообеспеченность кроны во время засухи вызывает снижение эффективности работы ассимиляционного аппарата и, как следствие, снижение прироста ствола, корней и хвои из-за недостатка продуктов фотосинтеза. Улучшение же влагообеспеченности кроны приводит к последующему увеличению прироста всех органов дерева.

#### *Библиографический список*

1. Алексеев, И. А. Использование годовичного отпада как метода оценки и прогноза санитарного состояния при лесопатологическом мониторинге / И.А. Алексеев // Проблемы лесопатологического мониторинга в таежных лесах европейской части СССР: Тез. докл. 1-й Всесоюзн. конф. – Петрозаводск: Карельский НИЦ АН СССР, 1991. С. 3-4.

2. Барнишкис, Е. К. Выживание деревьев при естественном изреживании в сосновых насаждениях / Е.К. Барнишкис // Лесоведение. – 1972. – № 5. – С. 33-41.
3. Вомперский, С. Э. Связь площади поперечного сечения заболони с массой хвои сосны обыкновенной / С.Э. Вомперский, А.И. Иванов // Лесоведение. – 1984. – № 3. – С. 60-65.
4. Демаков, Ю. П. Сосновая вершинная смолевка в лесах Республики Марий Эл / Ю.П. Демаков // Лесное хозяйство. – 1996. – № 2. – С. 47-49.
5. Демаков, Ю. П. Влияние сосновой вершинной смолевки на динамику отпада в сосновых насаждениях / Ю.П. Демаков // Лесоведение. – 1994. № 4. С. 54-60.
6. Демаков, Ю. П. Изреживание леса как циклический процесс / Ю.П. Демаков // Циклы природы и общества: Материалы IV Международ. конф. – Ставрополь, 1996. Ч. 1. С. 344-345.
7. Демаков, Ю. П. Природная ритмика древесного отпада и насекомые-ксилофаги в сосняках брусничниковых Республики Марий Эл / Ю.П. Демаков // Лесное хозяйство Поволжья. Вып. 2. – Саратов: Саратовская государственная с.-х. академия, 1996. С. 72-77.
8. Демаков, Ю. П. Структура древесного отпада в сосновых лесах Республики Марий Эл и прогнозирование его величины / Ю.П. Демаков // Экология и леса Поволжья. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. С. 157-161.
9. Демаков, Ю. П. Влияние насекомых-ксилофагов на древесный отпад / Ю.П. Демаков // Лесное хозяйство. 2000. – № 3. – С. 52-54.
10. Демаков, Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты) / Ю.П. Демаков. – Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 2000. – 415 с.
11. Демаков, Ю. П. Защита растений. Жизнеспособность и жизнестойкость древесных растений / Ю.П. Демаков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 74 с.
12. Демаков, Ю. П. Итоги многолетних наблюдений за дифференциацией деревьев на стационарных объектах ТатЛОС в сосняках Республики Марий Эл / Ю.П. Демаков, И.А. Козлова // Проблемы использования, воспроизводства и охраны лесных ресурсов Волжско-Камского региона. – Казань: ТатЛОС, 2004. С. 109-115.
13. Демаков, Ю. П. Особенности процесса дифференциации деревьев по диаметру в культуре сосны / Ю.П. Демаков, В.И. Пчелин, Е.И. Патрикеев // Современные проблемы теории и практики лесного хозяйства. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. С. 108-112.
14. Демаков, Ю. П. Сосновая вершинная смолевка: биология, экология и роль в лесных экосистемах Марийского Полесья / Ю.П. Демаков // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 3. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2008. С. 274-344.
15. Демаков, Ю. П. Сосняки сфагновые Марийского Полесья: структура, рост и продуктивность / Ю.П. Демаков, М.Г. Сафин, С.М. Швецов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2012. – 276 с.
16. Демаков, Ю. П. Динамика радиального прироста деревьев в сосняках лишайниково-мшистых заповедника «Большая Кокшага» / Ю.П. Демаков // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 6. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. С. 143-162.
17. Демаков, Ю. П. Эколого-ресурсный потенциал древостоев лесообразующих пород Среднего Поволжья / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, В.Л. Черных // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 4 – С. 5-20.
18. Демаков, Ю. П. Использование аллометрических зависимостей для оценки фитомассы различных фракций деревьев и моделирования их динамики / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, В.Л. Черных, Л.В. Черных // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 2 – С. 19-36.
19. Демаков, Ю. П. Закономерности динамики прироста деревьев сосны в различных типах леса заповедника / Ю.П. Демаков, А.В. Исаев, М.Г. Сафин // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 7. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. С. 101-138.
20. Демаков, Ю. П. Закономерности развития древостоя в культурах сосны обыкновенной разной исходной густоты / Ю.П. Демаков, Т.В. Нуреева, А.С. Пуряев, А.А. Рыжков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2016. – № 4. – С. 19-33.
21. Демаков, Ю. П. Экономический подход к выбору целевой древесной породы для лесовыращивания в Предкамье Республики Татарстан / Ю.П. Демаков, А.С. Пуряев, Т. Ф. Мифтахов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6. – С. 49-56.
22. Дударев, А. Д. Итоги 30-летних лесоводственно-таксационных наблюдений на постоянных пробных площадях в Брянском опытном лесничестве / А.Д. Дударев // Науч. тр. Воронежского лесотехнического ин-та. – Воронеж, 1956. Т. XV, с. 121-128.
23. Зейде, Б. Б. О математической природе процесса старения деревьев / Б.Б. Зейде // Дендроклиматохронология и радиоуглерод. – Каунас: АН Литовской ССР, 1972. С. 169-174.
24. Иванов, А. И. Площадь сечения заболони и площадь зоны транзита влаги в ней у сосны обыкновенной / А.И. Иванов, А.И. Дубинин // Лесоведение. – 1992. – № 5. – С. 28-37.
25. Кайбияйнен, Л. К. Сбалансированность системы водного транспорта у сосны обыкновенной. I. Пути движения влаги в ксилеме / Л.К. Кайбияйнен, П. Хари // Лесоведение. – 1985. – № 5. – С. 23-28.
26. Кайбияйнен, Л. К. Сбалансированность системы водного транспорта у сосны обыкновенной. III. Площадь проводящей ксилемы и масса хвои / Л.К. Кайбияйнен, П. Хари, Т.А. Сазонова, А. Мякеля // Лесоведение. – 1986. – № 1. – С. 31-37.

27. Кайбияйнен, Л. К. Сбалансированность системы водного транспорта у сосны обыкновенной. IV. Общие характеристики водного режима в разных экологических условиях / Л.К. Кайбияйнен // Лесоведение. – 1986. – № 4. – С. 70-75.
28. Карманова, И. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И.В. Карманова. – М: Наука, 1976. – 223 с.
29. Катаев, О. А. Динамика естественного отпада в древостоях ели / О.А. Катаев // Лесоведение. – 1980. – № 6. – С. 33-40.
30. Катаев, О. А. Экологический мониторинг популяций стволовых насекомых как основа оценки их воздействия на лесные экосистемы / О.А. Катаев // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. Т. 5. С. 49-64.
31. Ключюс, А. Метод выделения гомогенных групп деревьев для изучения и прогноза вероятности их отпада / А. Ключюс // Мониторинг лесных экосистем. – Каунас: ЛитСХА, 1986. С. 325-327.
32. Комин, Г. Е. Изменение рангов деревьев по диаметру в древостое / Г.Е. Комин // Труды ин-та экологии растений и животных Уральского филиала АН СССР. – Екатеринбург: УФ АН СССР, 1970. Вып. 67. С. 252-262.
33. Кузьмичев, В. В. Закономерности роста древостоев / В.В. Кузьмичев. – Новосибирск: Наука, 1977. – 160 с.
34. Маслаков, Е. Л. Формирование сосновых молодняков / Е.Л. Маслаков. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 168 с.
35. Милютин, Л.И. Сосна степных и лесостепных боров Сибири / Л.И. Милютин, Т.Н. Новикова, В.В. Тараканов, И.В. Тихонова. – Новосибирск: Гео, 2013. – 128 с.
36. Морозов, Г. Ф. Учение о лесе. 5-е изд. / Г.Ф. Морозов. – М.-Л.: ГИЗ, 1930. – 440 с.
37. Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева, Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
38. Полюшкин, Ю. В. Изменчивость радиального прироста древостоев как источник информации для прогнозирования динамики экосистем / Ю.В. Полюшкин // Проблемы прогностических исследований природных явлений. – Новосибирск: Наука, 1979. С. 154-167.
39. Романовский, М. Г. Полиморфизм древесных растений по количественным признакам / М.Г. Романовский. – М.: Наука, 1994. – 96 с.
40. Романовский, М. Г. Система вида у древесных растений / М.Г. Романовский, Р.В. Щекалев. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 212 с.
41. Романовский, М. Г. Продукционный бюджет кроны дерева: гиганты и карлики в древостое / М.Г. Романовский, Р.В. Щекалев // Лесоведение. – 2016. – № 6. – С. 438-444.
42. Санников, С. Н. Дифференциация популяций сосны обыкновенной / С.Н. Санников, И.В. Петрова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 248 с.
43. Тихонова, И. В. Карликовые сосны Ширинской лесостепи / И.В. Тихонова // Лесоведение. – 2013. – № 2. С. 22-30.
44. Ткаченко, М. Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – Л.: Гослестехиздат, 1939. – 746 с.
45. Хари, П. Сбалансированность системы водного транспорта у сосны обыкновенной. II. Активная ксилема / П.Хари, Л.К. Кайбияйнен, Сазонова, А. Мякеля // Лесоведение. – 1985. – № 5. – С. 74-76.
46. Хильми, Г. Ф. Теоретическая биогеофизика леса / Г.Ф. Хильми. – М.: АН СССР, 1957. – 206 с.
47. Четвериков, А. Н. Моделирование изреживания древостоев. 1. Плотность одновозрастных однопородных древостоев как функция возраста, ее связь с индивидуальными размерами деревьев / А.Н. Четвериков. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988 (препринт). – 26 с.
48. Четвериков, А. Н. Моделирование изреживания древостоев. 2. Описание изреживания в моделях лесных ценозов / А.Н. Четвериков. – Петрозаводск: Кар. филиал АН СССР, 1988 (препринт). – 24 с.

#### 7.2.4. Растительные ассоциации

**Шаптунгское поле.** Для изучения процесса зарастания поля к северо-западу от д. Шаптунга в 2006 году были заложены три трансекты длиной 20 м и шириной 3 м. Первые 2 трансекты расположены на расстоянии 25 м друг от друга в направлении с юга на восток, а третья на расстоянии 80 м от второй, в этом же направлении. Здесь на 20 учетных площадках в каждой трансекте проводился учет видового состава и их проективное покрытие. В 2016 году исследования проводились на неделю раньше, чем в прошлом году.

**Трансекта № 1** для учета изменения живого напочвенного покрова заложена в 25 м от опушки леса, на месте зарастающего поля.

Древостой с проективным покрытием 85%

A<sub>I</sub> ярус с проективным покрытием 0% (отсутствует)

A<sub>II</sub> ярус с проективным покрытием 80%

Название вида	Обилие (в баллах)	h – высота	d – диаметр
Береза бородавчатая	4-5	h – 11-13 м	d – 0,05-0,12 м

B<sub>I</sub> ярус с проективным покрытием 5%

Название вида	Обилие (в баллах)	h – высота	d – диаметр
Береза бородавчатая	+1	h – 4-7 м	d – 0,02-0,04
Ель финская	r	h – 3,8 м	d – 0,05
Ива козья	r+	h – 3-4 м	d – 0,02-0,03

B<sub>II</sub> ярус (подрост) с проективным покрытием 4%

Название вида	Обилие (в баллах)	h – высота
Ель финская	1	h – 0,7-1,9 м
Крушина ломкая	+1	h – 0,5-0,6 м
Ива мирзинолистная	+°	h – 0,7-1 м
Ива пятитычинковая	+	h – 0,6 м
Дуб черешчатый	+	h – 0,4-0,5 м
Рябина обыкновенная	+	h – 0,2-0,9 м
Клен остролистный	+ r	h – 0,1-0,5 м
Тополь дрожащий	+ r	h – 0,9 м
Черемуха обыкновенная	+ r	h – 1 м

Травяной покров с проективным покрытием 52,1% (мёртвый покров 97,7%).

Название вида	Обилие	Название вида	Обилие
Малина обыкновенная	3	Тысячелистник обыкновенный	+
Земляника лесная	2	Хвощ луговой	+
Гравилат городской	1	Черноголовка обыкновенная	+
Ежа сборная	1	Валериана лекарственная	+
Золотарник обыкновенный	1	Вероника дубравная	+
Колокольчик раскидистый	+ r	Горошек заборный	+
Подмаренник мягкий	+ r	Кипрей холмовой	+
Мерингия трехжилковая	+ r	Кострец безостый	+
Ястребинка дернистая	+ r	Лютик золотистый	+
Щавелек малый	+ r	Марьянник луговой	+
Лабазник вязолистный	+	Одуванчик лекарственный	+
Лютик едкий	+	Осока заячья	+
Звездчатка средняя	+	Подмаренник болотный	+
Кочедыжник женский	+	Зверобой пятнистый	r
Осока бледноватая	+	Щитовник Картузиуса	r
Мятлик дубравный	+		

**Примечание:** здесь и далее А ярус дерева  $\geq 10$  м; B<sub>1</sub>- деревья и кустарники высотой 2,1-9,9 м. B<sub>2</sub>- кустарники высотой 0,6-2,0 м.

Моховой покров с проективным покрытием 0,1%.

Проективное покрытие (ПП) живого напочвенного покрова (ЖНП) составляет 52,1%. Моховой покров занимает всего 0,1% от всего покрытия. На мертвый покров, состоящий из листьев, прошлогодней травы и веток приходится в среднем 97,7% от всей площади. Видовое богатство растений в этом березняке 45 видов (прил. 7.1). Из них при учете ЖНП на учетные площадки попали 28 из 31 вида сосудистых растений и 7 видов древесных и кустарниковых пород из 11 видов встреченных на этом участке березняка. Вне учетных площадок

обнаружены 3 вида деревьев (ивы козья и пятитычинковая, тополь дрожащий) и 10 видов травянистых растений (лабазник вязолистный, лютик едкий, кочедыжник женский, щитовник Картузиуса, мерингия трехжилковая, щавелек малый, зверобой пятнистый, подмаренник мягкий, чистец болотный, ястребинка дернистая). Наибольшее ПП занимает малина обыкновенная (30,8%) и земляника лесная (7,8%). Гравилат городской имеет ПП 3,9%, а ежа сборная и золотарник обыкновенный 2,1% и 1,2% соответственно. Остальные виды занимают меньше 1% каждый. Видовая насыщенность в березняке землянично-малиновом равна в среднем 6,5 вида на 1 м<sup>2</sup>. Наибольшая встречаемость в этой трансекте у земляники лесной и ежи сборной (по 85%). Встречаемость 60% у малины обыкновенной. У осоки заячьей и лютика золотистого встречаемость 35 и 30% соответственно.

Этот участок начал зарастать в первую очередь, но здесь еще сохранились луговые виды такие, как ежа сборная, кострец безостый, лютик золотистый, одуванчик лекарственный, тысячелистник обыкновенный. Много видов, характерных для лесных опушек и полей, таких как земляника лесная, осока, заячья, черноголовка обыкновенная, вероника дубравная, марьянник луговой, перловник поникающий, горошек заборный. К типично лесным видам можно отнести хвощ луговой, золотарник обыкновенный. Присутствие валерианы лекарственной, подмаренника болотного, лабазника вязолистного говорят о наличии переувлажненных участков на этой трансекте.

**Трансекта № 2** для учета изменения живого напочвенного покрова заложена в 50 м от опушки леса, на месте зарастающего поля. Березняк более разреженный, с меньшим количеством подроста ели, есть одиночные сосны в В<sub>I</sub> ярусе и много усохших сосен.

Древостой с проективным покрытием 5%

A<sub>I</sub> ярус (отсутствует)

A<sub>II</sub> ярус с проективным покрытием 70%

Название вида	Обилие (в баллах)	h – высота	d – диаметр
Береза бородавчатая	4-5	h – 12-13 м	d – 0,1-0,15 м

V<sub>I</sub> ярус с проективным покрытием 7 %

Название вида	Обилие (в баллах)	h – высота	d – диаметр
Береза бородавчатая	1-2	h – 6-9 м	d – 0,05-0,07
Сосна обыкновенная	+1	h – 6 м	d – 0,05

В<sub>II</sub> ярус (подрост) с проективным покрытием 4 %

Название вида	Обилие (в баллах)	h – высота
Ель финская	1	h – 0,5-1,9 м
Крушина ломкая	+	h – 0,2-1,9 м
Дуб черешчатый	+	h – 0,2-0,4 м
Рябина обыкновенная	+	h – 0,2-1,2 м
Калина обыкновенная	+	h – до 0,6 м
Клен остролистный	+ r	h – 0,5 м
Ива пепельная	+ r	h – 0,5 м
Береза бородавчатая	+ r	h – 0,5 м
Тополь дрожащий	+ r	h – 0,5 м

## Травяной покров с проективным покрытием 10% (мёртвый покров 75 %).

Название вида	Обилие	Название вида	Обилие
Ежа сборная	1	Манжетка обыкновенная	+
Земляника лесная	1	Подмаренник болотный	+
Кострец безостый	1	Подмаренник мягкий	+
Осока заячья	1	Подорожник ланцетолистный	+
Вероника дубравная	+	Полевица тонкая	+
Горошек заборный	+	Смолка поникшая	+
Гравилат городской	+	Хвощ луговой	+
Звездчатка болотная	+	Черноголовка обыкновенная	+
Звездчатка средняя	+	Чина луговая	+
Звербой пятнистый	+	Ясколка дернистая	+
Золотарник обыкновенный	+	Ястребинка дернистая	+
Кипрей холмовый	+	Колокольчик раскидистый	+ г
Ландыш майский	+	Тысячелистник обыкновенный	+ г
Любка двулистная	+	Лабазник вязолистный	г
Лютик золотистый	+		

## Моховой покров с проективным покрытием 0,1%.

Название вида	Обилие	Название вида	Обилие
Плагиомниум остроконечный	+		

Проективное покрытие ЖНП составляет 10,3%. Моховой покров занимает лишь 0,05% от всего покрытия. На мертвый покров, состоящий из листьев, прошлогодней травы и веток приходится в среднем 98,4% от всей площади. Видовое богатство растений в этом березняке 40 видов (прил. 7.2). Из них 6 видов относятся к древесным видам, 4 – к кустарникам и кустарничкам и 30 видов к травянистым растениям. На учетные площадки попали только 22 вида растений. Наибольшее ПП занимают осока заячья (2,7%), ежа сборная (2,4%), кострец безостый (1,1%) и земляника лесная (1,03%). Остальные виды занимают меньше 1 % каждый. Видовая насыщенность в березняке злаковом равна в среднем 6,8 видов на 1 м<sup>2</sup>. Наибольшая встречаемость в этой трансекте у осоки заячьей и ежи сборной (по 95 и 85%). На 11 учетных площадках (встречаемость 55%) произрастают кострец безостый, гравилат городской, полевица тонкая. На половине учетных площадках (встречаемость 50%) встречается вероника дубравная. Высока доля растений, встречаемость которых 5% (обнаружены на 1 УП) – 11 видов.

**Трансекта 3** для учета изменения живого напочвенного покрова заложена в 130 м от опушки леса, на месте зарастающего поля. В момент закладки трансекты здесь было заросшее поле без древостоя. В настоящее время здесь произрастает сосняк разнотравный.

Сосны растут отдельно, ветки растут почти от основания. Большая площадь занята травяной растительностью. Есть многочисленные порои кабанов, где возобновляется береза белая. Береза бородавчатая возобновляется на открытых участках. У некоторых возобновляемых елей вершинки усохли.

Древостой с проективным покрытием 50%

A<sub>I</sub> и A<sub>II</sub> ярусы - отсутствуют

V<sub>I</sub> ярус с проективным покрытием 50%

Название вида	Обилие в баллах	Высота	Диаметр
Сосна обыкновенная	3-4	h – 6-9 м	d – 0,19-0,25 м
Береза бородавчатая	1	h – 6-9 м	d – 0,1-0,15 м

V<sub>II</sub> ярус (подрост) с проективным покрытием 5%

Название вида	Обилие в баллах	Высота
Береза бородавчатая	1	h – 0,5 -2,2 м
Береза белая	+	h – до 0,4м
Рябина обыкновенная	+	h – до 1,8 м
Клен остролистный	+	h – до 0,6 м
Дуб черешчатый	+	h – 0,6 м
Ель финская	+	h – 2 м
Ива козья	+ г	h – до 0,6 м
Тополь дрожащий	+ г	h – до 1 м
Сосна обыкновенная	г +	h – до 0,5 м

## Травяной покров с проективным покрытием 30% (мёртвый покров 75%).

Название вида	Обилие	Название вида	Обилие
Гравилат речной	2	Крапива двудомная	+
Ежа сборная	2	Лапчатка серебристая	+
Земляника лесная	2	Лютик едкий	+
Подмаренник мягкий	2	Малина обыкновенная	+
Полевица тонкая	2	Манжетка обыкновенная	+
Вероника дубравная	1	Мелколепестник острый	+
Горлюха ястребиновая	1	Нивяник обыкновенный	+
Гравилат городской	1	Осока бледноватая	+
Кострец безостый	1	Осока заячья	+
Купырь лесной	1	Пикульник красивый	+
Тимофеевка луговая	1	Полевица белая	+
Тысячелистник обыкновенный	1	Смолка клейкая	+
Горицвет кукушкин цвет	+	Сушеница топяная	+
Горошек мышиный	+	Хвощ луговой	+
Душистый колосок	+	Черноголовка обыкновенная	+
Звездчатка злаковидная	+	Чина луговая	+
Звездчатка средняя	+	Щавель пирамидальный	+
Зверобой продырявленный	+	Ясколка дернистая	+
Зверобой пятнистый	+	Ожика бледноватая	+ г
Золотарник обыкновенный	+	Полынь настоящая	г
Иван чай узколистый	+	Бодяк полевой	г
Кипрей холмовой	+	Валериана лекарственная	г
Клевер гибридный	+	Полынь настоящая	г
Клевер золотистый	+	Щучка дернистая	г
Колокольчик раскидистый	+		

Проективное покрытие ЖНП составляет 68,3%. Моховой покров занимает лишь 0,01% от всего покрытия. На мертвый покров, состоящий из хвои, прошлогодней травы и веток приходится в среднем 99,7% от всей площади. Видовое богатство растений в этом березняке 58 видов (прил. 7.3). Из них 8 видов относятся к древесным видам, 1 – к кустарникам и 49 видов к травянистым растениям. На учетные площадки попали 42 вида. Из них 6 видов из древесных и кустарниковых пород. Видовая насыщенность в сосняке разнотравном равна в среднем 11,6 видов на 1м<sup>2</sup>. Наибольшее ПП имеют подмаренник мягкий (11,8%), гравилат речной (10,4%), ежа сборная (10,4%), земляника лесная (10,3%). Полевица тонкая встречается

ся с проективным покрытием 7,8%, а тимopheевка луговая – 3,4%. Гравилат городской, горлюха ястребинковая, кострец безостый занимают 2,4%, 2,3%, 2,2% площади соответственно. Вероника дубравная, тысячелистник обыкновенный, купырь лесной 1,75%, 1,5%, 1,2% соответственно. Остальные виды занимают меньше 1 % каждый.

Наибольшая встречаемость в этой трансекте у подмаренника мягкого (100%). Чуть меньшая встречаемость (90%) у ежи сборной и вероники дубравной. На 16 учетных площадках (встречаемость 80%) обнаружена земляника лесная. Со встречаемостью 55% произрастают полевица тонкая, тимopheевка луговая. Лютик едкий, осока заячья, тысячелистник обыкновенный, гравилат городской встречаются на 50% УП. У остальных видов встречаемость ниже 50%. На этой трансекте высока доля луговых и опушечных видов. Лесные виды еще здесь не встречаются. Из полевых и сорных видов обнаружены мелкопестник острый, пикульник красивый, сушеница топяная, звездчатка злаковидная и средняя.

**Картофельное поле.** Учет живого напочвенного покрова на зарастающем картофельном поле в 2016 году проводился 19 июля в период массового цветения растений. Учет проводился на 20 учетных площадках (УП) размером 1 м<sup>2</sup>, расположенных на ленте трансекты шириной 5 м и длиной 20 м. Подстилающие суглинки способствуют близкому залеганию грунтовых вод. Об этом говорят произрастание здесь таких видов, как крапива двудомная, таволга вязолистная, мята длиннолистная, вероника длиннолистная, синюха голубая, осока лисья. Слабый уклон участка в сторону реки приводит движению воды к реке и созданию проточного увлажнения. Появились здесь в основном луговые растения, характерные для лугов прирусловой поймы (пижма обыкновенная, будра плющевидная, полынь обыкновенная, полевица белая, очиток пурпурный). Из оставшихся полевых сорняков, растущих еще во время выращивания здесь картофеля, остались 6 видов: пырей ползучий, бодяк полевой, вьюнок полевой, пустырник пятилопастной, льнянка обыкновенная, дрема белая.

Всего на УП было обнаружено 25 видов растений (в 2015 – 29 видов) (прил. 7.4). В этом году в пределах УП не встречены вероника дубравная, дербенник прутьевидный, чина луговая, чистец болотный. Из новых обнаруженных видов – горошек заборный, который в 2015 году не был отмечен. Высота травостоя I яруса составила 1,35 см, при максимальном значении 2,1 м. Проективное покрытие травяного яруса составило 99,25% (в 2015 – 98,65%). Наибольшее покрытие (22,2% и 19%) образуют крапива двудомная и пижма обыкновенная. Пять видов – зверобой пятнистый, будра плющевидная, полынь обыкновенная, таволга вязолистная, иван-чай узколистный образуют покрытие от 11,7% до 7,85%. От 1,2% до 6,5% образуют покрытие 9 видов. Остальные 9 видов дают проективное покрытие меньше 1%. Первые 7 видов с максимальным проективным покрытием в 2016 году составила 87,2%, а в 2015 году – 99,15%. Таволга вязолистная в 2016 году вошла в их число с ПП 9,1% (в 2015 г. – 5,85%). В

2015 г. пырей ползучий с ПП – 13,55 % занимал 4 место, а в 2016 г. он не вошел в число ведущих видов по ПП и занял только 9 место с ПП – 6,2%

Наибольшая встречаемость (100 %) отмечена у пижмы обыкновенной. Высокую встречаемость (95-90 %) имеет крапива двудомная, зверобой пятнистый и будра плющевидная. У семи видов встречаемость составляет более чем 50 %. Остальные 14 видов обнаружены менее, чем на 10 учетных площадках. Видовая насыщенность в 2016 году составила в среднем 10,7 видов на 1 м<sup>2</sup>, а в 2015 году оно было всего 1,1 видов на 1 м<sup>2</sup>.

## 8. Фауна и животное население

### 8.1. Видовой состав фауны

#### 8.1.1. Дополнения к списку фауны заповедника

##### 8.1.1.1. Млекопитающие

В 2016 году новых видов млекопитающих не обнаружено.

##### 8.1.1.2. Птицы

В 2016 году новых видов птиц не обнаружено.

##### 8.1.1.3. Земноводные и пресмыкающиеся

В 2016 году новых видов земноводных и пресмыкающихся не обнаружено.

##### 8.1.1.4. Рыбы

В 2016 году новых видов рыб не обнаружено.

##### 8.1.1.5. Беспозвоночные

В 2016 году новых видов беспозвоночных не обнаружено.

## 8.2. Численность видов фауны

### 8.2.1. Численность крупных млекопитающих

В 2017 году продолжены работы по слежению за численностью диких копытных и хищных животных, зайцеобразных и некоторых грызунов. Зимний маршрутный учёт (ЗМУ), которым было охвачено 292 км, проведен с января по март по методике, описанной в «Летописи природы» за 1995 год. При обработке материала по всем видам животных использованы единые пересчетные коэффициенты ГУ «Госохотконтроль» для Республике Марий Эл. Результаты ЗМУ приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Результаты зимнего маршрутного учета численности млекопитающих в январе-марте 2017 года

Вид	Площадь, охваченная учетом (тыс. га)	Зарегистрировано следов		Пересчетный коэффициент	Плотность, на 1000 га	Запас на всей территории, голов	Протяженность маршрута, км
		всего	на 10 км				
Лось	21,5	44	3,014	0,69	2,08	45	146
Кабан	21,5	18	1,233	0,78	0,962	21	146
Волк	21,5	6	0,411	0,12	0,049	1	292
Рысь	21,5	1	0,069	0,31	0,02	1	292
Лисица	21,5	6	0,4	0,29	0,119	3	146
Куница	21,5	25	1,71	0,5	0,856	18	146
Хорь	21,5	4	0,274	0,78	0,214	5	146
Горноста́й	21,5	7	0,479	1,3	0,623	14	146
Белка	21,5	44	3,014	4,50	13,563	290	146
Заяц-беляк	21,5	97	6,644	1,16	7,707	165	146

Комментируя результаты учета, следует отметить появление волка и рыси, которые не попадали в прошлогодние учёты. Одновременно появились и несколько групп кабанов, всю зиму державшихся за пределами заповедника в соседних охотничьих хозяйствах на подкормке, которые лишь в конце сезона охоты из-за сильного пресса зашли в заповедник. По окончании сезона охоты они полностью покинули территорию заповедника вновь ушли на искусственную подкормку.

## 8.2.2. Численность птиц

### 8.2.2.1. Результаты учета тетеревиных птиц

В зимний период учеты проводились в январе - марте 2017 года одновременно с проведением ЗМУ, которым было охвачено 292 км. Обработка данных проведена по методике учета тетеревиных птиц, рекомендуемой ранее для проведения ЗМУ и описанной в «Летописи природы» за 1995 год. На маршруте из-за шумности его прохождения (тихая погода, жестковатый снег) отмечались единичные встречи только глухаря и рябчика (табл. 8.2). Встреч тетерева, как и в прошлых 2015 и 2016 годах, не отмечено, хотя во время весеннего токования они отмечались в нескольких местах.

Таблица 8.2

Численность тетеревиных птиц в зимний период 2017 года

Вид	Маршрут, км	Количество встреч	Количество птиц, шт.	Сумма расстояния обнаружения, км	Среднее расстояние обнаружения, км	Ширина полосы учета, км	Площадь полосы учета, км <sup>2</sup>	Плотность голов на 1000 га	Количество голов
Глухарь	292	6	9	0,245	0,0483	0,0817	20,507	4,389	94
Рябчик	292	10	10	0,185	0,0185	0,037	9,287	10,768	230
Тетерев	292	0	0	-	-	-	-	-	-

### 8.2.2.2. Численность тетеревиных птиц на весенних токах

Весной 2017 года были проведены учеты глухаря на весенних токах в трех различных местах: на поле возле д. Шаптунга, на болоте возле оз. Кошеер и в районе руч. Шеженер. Токование птиц проходило в период неустойчивой погоды с длительной задержкой снегового покрова в лесах. Выпавший в ночь с 19 на 20 апреля снег покрыл землю слоем до 36 см, что помешало проведению единовременных учетов, а также привело к существенному снижению активности птиц на токовищах. В связи с этим не удалось обследовать все возможные места предполагаемых токов. Результаты учета отражены в табл. 8.3.

Распределение токующих самцов глухаря по кварталам в 2017 году (апрель-май)

Место токования	Поющих самцов	Молчунов	Самок
Кв. 24	2	-	1
Кв. 94	2	-	1
Кв. 97	6	-	3
Итого	10	-	5

### 8.3. Экологические обзоры по отдельным группам животных

#### 8.3.1. Фауна и население птиц на постоянных маршрутах

**Объекты и методика учета.** В полевой сезон 2016 года исследования проведены на двух постоянных маршрутах с 12 мая по 27 мая в период прохождения учебной полевой практики студентов 2 курса Института медицины и естественных наук МарГУ.

**Маршрут № 1** (д. Шушеры – урочище Расширение) проходил по лесной дороге от д. Шушеры в сторону западной границы заповедника. На этом маршруте, заложенном без ограничения ширины полосы обнаружения, учитывались все виды птиц, которых удавалось зарегистрировать как по голосам, так и визуально независимо от расстояния до них. Для более полной и достоверной оценки орнитофауны на маршрутах проводили многократный учет: 14, 17, 19, 20, 23 и 24 мая. При камеральной обработке для расчета показателей численности птиц использовали максимальные значения из всей серии учетов. Плотность населения каждого вида на 1 км<sup>2</sup> вычисляли по формуле  $N = (40 \times n_1 + 10 \times n_2 + 3 \times n_3 + n_4) / L$ , в которой  $n_1$  – число особей, отмеченных в радиальном интервале 0-25 м;  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n_4$  – число особей, зарегистрированных соответственно в радиальных интервалах обнаружения 25-100, 100-300 и 300-1000 м;  $L$  – длина маршрута, км; 40, 10 и 3 – пересчетные коэффициенты. Протяженность однократного маршрута составила 3,5 км, а их сумма 21 км. Проведением учетов и камеральной обработкой материалов руководил доц. кафедры биологии В.И. Дробот.

**На маршруте № 2** (п. Шушеры – п. Шаптунга) материал собирали методом трансектного учета в ограниченной полосе шириной 50 м. Учитывались все птицы, которых удавалось зарегистрировать как по голосам, так и визуально по 25 м в каждую сторону от линии маршрута. Учеты были проведены 14, 16, 17, 18 и 20 мая. Протяженность однократного маршрута составила 4,5 км, а суммарная протяженность всех пройденных маршрутов – 22,5 км. При камеральной обработке для расчета показателей численности птиц использовали максимальные значения из всей серии учетов. Плотность их населения в расчете на 1 км<sup>2</sup> вычислялась по формуле:  $N = X / (L \times h)$ , где  $N$  – плотность населения птиц, особей на 1 км<sup>2</sup>;  $X$  – число учтенных особей;  $h$  – ширина полосы обнаружения, км;  $L$  – длина маршрута, км. Учетами и камеральной обработкой материала по маршруту № 2 руководствовал зав. кафедрой биологии, д. с.-х. наук В.А. Забиякин.

**Результаты исследований.** На маршруте № 1 было зарегистрировано 27 видов птиц из 6 отрядов, 15 семейств (табл. 8.4). Наиболее разнообразна фауна отряда Воробьинообразные *Passeriformes* – 10 семейств, 20 видов. Остальные отряды представлены единичными видами. По количественным показателям, как и в прежние годы, доминируют воробьиные птицы: Зяблик *Fringilla coelebs* (118,1 ос./км<sup>2</sup>), Пеночка-теньковка *Phylloscopus collybita* (41,1 ос./км<sup>2</sup>), Мухоловка-пеструшка *Ficedula hypoleuca* (36,2 ос./км<sup>2</sup>). Так же следует отметить высокую численность Синицы длиннохвостой *Aegithalos caudatus* (22,9 ос./км<sup>2</sup>). В целом по обилию доля воробьинообразных птиц составила 91,5%. Суммарная плотность населения птиц на маршруте № 1 составила 375,8 ос./км<sup>2</sup>, что ниже результатов наблюдений предыдущих лет (2014 г. – 611,5 ос./км<sup>2</sup>, 2015 г. – 480,4 ос./км<sup>2</sup>).

Таблица 8.4

**Видовой состав и плотность населения птиц (ос./км<sup>2</sup>) на маршруте № 1 в 2016 году**

№	Виды	14.05.	17.05.	19.05.	20.05.	23.05.	24.05.	Мах за сезон
1.	Коршун черный <i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)	4,9	0	0	0	4,9	0	4,9
2.	Рябчик <i>Tetrastes bonasia</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	5,7	1,9	0	0	5,7
3.	Вяхирь <i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	0	0	5,7	0	1,8	0	5,7
4.	Кукушка обыкновенная <i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758	1,7	7,6	7,0	1,1	3,7	2,1	7,6
5.	Дятел пестрый <i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	1,9	7,6	1,9	2,3	1,1	7,6
6.	Желна <i>Dryocopus smartius</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,3	0	0	0,3	0,3
7.	Вертишейка <i>Jynx torquilla</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0
8.	Конек лесной <i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	1,9	0	0	0	5,7	5,7	5,7
9.	Иволга обыкновенная <i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	11,4	5,7	11,4	11,4
10.	Синица длиннохвостая <i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	11,4	0	0	22,9	0	22,9
11.	Ворон <i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	0	2,9	0	0	0	2,9	2,9
12.	Сорока <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	2,9	0	0	2,9
13.	Скворец обыкновенный <i>Sturnus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	1,8	5,7	5,7
14.	Пеночка-весничка <i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	12,3	1,9	1,9	13,3	5,7	5,7	13,3
15.	Пеночка-теньковка <i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	5,7	5,7	5,7	5,7	41,1	22,8	41,1
16.	Пеночка-трещотка <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)	0	0	1,9	5,7	11,4	11,4	11,4
17.	Пеночка зеленая <i>Phylloscopus trochiloides</i> (Sundevall, 1837)	5,7	0	0	3,8	5,7	11,7	11,4
18.	Славка черноголовая <i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	11,4	5,7	5,7	11,4	11,4
19.	Мухоловка-пеструшка <i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)	36,2	5,7	1,9	5,7	18,9	1,9	36,2
20.	Дрозд певчий <i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831	9,8	1,9	0	1,9	3,7	0	9,8
21.	Белобровик <i>Turdus iliacus</i> Linnaeus, 1766	0	1,9	0	1,9	0	0	1,9
22.	Зарянка <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	0	5,7	5,7	11,4	5,7	11,4	11,4
23.	Поползень обыкновенный <i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	0	0	0	0	1,9	3,7	3,7
24.	Гайчка буроголовая <i>Parus montanus</i> Baldenstein, 1827	0	0	3,7	5,7	11,4	5,7	11,4
25.	Синица большая <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	0	5,7	0	5,7	3,7	5,7	5,7
26.	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	118,1	51,4	30,5	47,5	56,9	53,1	118,1
27.	Снегирь обыкновенный <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758)	1,9	0	0	0	5,7	0	5,7
	<b>ИТОГО</b>	<b>198,8</b>	<b>92,3</b>	<b>83,3</b>	<b>104,7</b>	<b>211,2</b>	<b>145,2</b>	<b>375,8</b>

Результаты учетов на маршруте № 2, где проводился учет фоновых видов, представлены в табл. 8.5. Плотность населения пеночки-веснички *Phylloscopus trochilus* (Linnaeus, 1758) на

этом маршруте в 4 раза выше, чем на маршруте № 1, что связано, вероятно, с эффектом экотона, поскольку маршрут проходил рядом с просекой ЛЭП. В тоже время подобного явления в отношении другого фонового вида – зяблика *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758 – не отмечено. Более того, она здесь в 1,3 раза ниже, чем на маршруте №1, составляя 88,9 ос./км<sup>2</sup>.

Таблица 8.5

## Показатели учета фоновых видов птиц на маршруте № 2 в 2016 году

№ п/п	Виды	14.05.	16.05.	17.05.	18.05.	20.05.	Мах за сезон	ос./км	Плотность, ос./км <sup>2</sup>
1.	Пеночка-весничка <i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	8	12	10	10	8	12	2,7	53,3
2.	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	18	20	12	14	12	20	4,4	88,9

## 8.3.2. Орнитофауна заповедника в период предзимья

**Цель работы:** Описать орнитофауну заповедника «Большая Кокшага» в период предзимья.

**Задачи:** описать видовой состав птиц, выяснить закономерности распределения птиц по основным биотопам заповедника.

**Материалы и методы.** Учеты проводили с 1 по 7 ноября 2016 года. Учеты выполняли методом маршрутного учета без ограничения полосы обнаружения с расчетом плотности населения по средним дальности обнаружения птиц (0-25 м, 25-100 м, 100-300 м, летел) (Равкин, 1967). Расчет ведется для каждого из встреченных видов в отдельности по формуле  $N \text{ вида} = (n1 \times 40) + (n2 \times 10) + (n3 \times 3) + n4) / L$ , где  $n1 - n4$  – число особей, зарегистрированных в полосах обнаружения соответственно 0-25 м, 25-100 м, 100-300 м и летел; 40, 10, 3 и 1 – пересчетные коэффициенты, а  $L$  – учтенный километрах (в километрах). С учетами пройдено 43,15 км.

Было обследовано четыре биотопа:

- сосняк
- пойменная дубрава
- смешанный лес
- мелколиственный лес

1. Сосняк: В подросте одиночно встречается ель европейская. Подлесок плохо развит из-за обильного хвойного опада, редко можжевельник обыкновенный, ракитник русский, крушина ломкая, рябина обыкновенная. Зеленомошно-беломошный с брусникой, черникой и багульником. Пройдено 16,9 км.

2. Смешанный лес: Состоит преимущественно из березы бородавчатой, осины, липы, ели и сосны. В подросте липа, дуб, вяз. В подлеске черемуха, шиповник, малина, крушина и лещина обыкновенная. Пройдено 11,35 км.

3. Пойменная дубрава: Дубрава с примесью ели, осины, липы, ольхи. В подросте встречалась липа, дуб, вяз. В подлеске черемуха, шиповник, малина, крушина. Травяной ярус-таволга, крапива двудомная. Пройдено 9,8 км.

4. Мелколиственный лес: Лес с преобладанием осины, березы, ольхи, липы, лещины. Как правило, зарастающие вырубки. Пройдено 5,1 км.

### Результаты

#### Отряд Куриные

##### Семейство Тетеревинные

1. Глухарь *Tetrao urogallus*
2. Рябчик *Bonasia bonasia*

#### Отряд Дятлообразные

##### Семейство Дятлы

1. Желна *Dryocopus martius*
2. Белоспинный дятел *Dendrocopos leucotos*
3. Большой пестрый дятел *Dendrocopos major*
4. Малый пестрый дятел *Dendrocopos minor*

#### Отряд Воробьинообразные

##### Семейство Врановые

1. Сойка *Garrulus glandarius*
2. Ворон *Corvus corax*

##### Семейство Поползневые

1. Поползень *Sitta europea*

##### Семейство Пищуховые

1. Пищуха *Certhia familiaris*

##### Семейство Синицевые

1. Пухляк *Parus montanus*
2. Хохлатая синица *Parus cristatus*
3. Московка *Parus ater*
4. Лазоревка *Parus caeruleus*
5. Большая синица *Parus major*

##### Семейство Вьюрковые

1. Чиж *Carduelis spinus*
2. Чечетка *Acanthis flammea*
3. Снегирь *Pyrrhula pyrrhula*
4. Зяблик *Fringilla coelebs*
5. Клест-еловик *Loxia curvirostra*

##### Семейство Длиннохвостые синицы

1. Длиннохвостая синица *Aegithalos caudatus*

### Семейство Зарянка

1. Зарянка *Erithacus rubecula*

### Семейство Овсянковые

1. Пуночка *Plectrophenax nivalis*

### Семейство Дроздовые

1. Дрозд рябинник *Turdus pilaris*

Из них были встречены вне учета: дрозд рябинник, зарянка, пуночка, зяблик.

Результаты учетов представлены в табл. 8.6. Больше всего видов (16) было встречено в дубраве. В сосняке и в смешанном лесу было встречено по 14 видов. Наименьшее число видов (6) в мелколиственном лесу. Наибольшая плотность населения птиц в смешанном лесу (396,024 особей на км<sup>2</sup>). Чуть меньше их плотность в сосняке (245,112 особей на км<sup>2</sup>), а также в пойменной дубраве (393,79 особей на км<sup>2</sup>). Наименьшая плотность в этом году отмечена в мелколиственном лесу (85,73 особей на км<sup>2</sup>).

Таблица 8.6

Результаты учетов птиц в различных биотопах (особей на км<sup>2</sup>)

Вид	Пойма р. Б. Кокшаги	Смешанный лес	Сосняк	Мелколиственный лес
Пухляк	79,9	149,78	97,04	17,65
Большая синица	4,08	14,1	3,077	0
Лазоревка	12,25	0	0	0
Московка	0	3,524	2,96	7,84
Хохлатая синица	0	0	11,83	0
Ополовник	36,7	42,29	42,6	13,72
Поползень	8,16	7,048	26,035	0
Пищуха	4,08	3,524	18,93	31,37
Чиж чечетка	1,33	79,295	0,59	0
Королек	0	34,36	25,44	7,84
Большой пестрый дятел	17,3	17,71	10,65	7,84
Малый пестрый дятел	8,16	28,19	0	0
Белоспинный дятел	8,16	0	0	0
Желна	0	3,524	0	0
Клест	4,08	0	0	0
Сойка	0	3,789	0,59	
Ворон	1,32	1,76	2,37	0
Кряква	4,08	0	0	0
Глухарь	0,11	0	2,36	0
Рябчик	4,08	7,31	0,65	0,19
Пройдено, км	9,8	11,35	16,9	5,1
<b>Итого по биотопу</b>	<b>193,79</b>	<b>396,024</b>	<b>245,122</b>	<b>85,73</b>
<b>Встречено видов</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>6</b>

Во всех биотопах чаще всего встречались пухляки. В пойменной дубраве, помимо пухляков, очень многочисленны ополовники и меньше всего в пойменной дубраве глухарей. В смешанном лесу, по сравнению с другими биотопами, встречено очень много чижей/чечеток (79,259 особей на км<sup>2</sup>). Меньше всего в смешанном лесу воронов. В сосняке очень много ополовников, которых здесь даже больше, чем в дубраве. Меньше всего в

сосняке было встречено рябчиков, чечеток и соек.

**Заключение.** В итоге нами было зарегистрировано 24 вида птиц, 18 из которых воробьинообразные. Во всех биотопах доминирующим видом является пухляк. Наибольшее число видов встречено в пойменной дубраве, наименьшее в мелколиственном лесу. Самая высокая плотность населения в смешанном лесу, самая низкая в мелколиственном лесу.

#### *Библиографический список*

1. Равкин Ю.С., 1967. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука. Сиб. отд. С. 66–75.

### **8.3.3. Видовой состав и численность птиц в долинных лесах заповедника**

Учет видового состава и плотности птиц в юго-западной части заповедника и охранной зоны проводился с конца апреля до середины июня 2016 года. Маршруты проходили по трем внепойменным лесным сообществам (березнякам, соснякам и осинникам), в которых доминирующими породами деревьев являются сосна обыкновенная, тополь дрожащий и береза бородавчатая. Остальные породы деревьев являются содоминантами или входят в состав второго яруса. Осиновые и березовые леса весьма мозаичны: в осинниках часто встречаются большие по площади участки сухостоя и ветролома, а в березняках охранной зоны, небольшие по площади вырубки, зарастающие молодой и густой древесной, кустарниковой и травянистой растительностью.

При учете птиц использовалась методика Равкина (1967), предусматривающая определение видовой принадлежности птиц, расстояние до них по прямой и их количество. Для расчета плотности каждого вида использовали формулу  $N = (n_1 \times 40) + (n_2 \times 10) + (n_3 \times 3)/L$ , в которой  $N$  – количество особей на  $1\text{ м}^2$ ;  $n_1 \dots n_3$  – число особей, зарегистрированных в полосах обнаружения соответственно 0-25 м, 26-50 м, 51-100 м и более; 40, 10, 3 – пересчетные коэффициенты;  $L$  – протяженность маршрута, км.

Весной 2016 года в юго-западной части заповедника визуально и по голосам обнаружено присутствие 47 видов птиц, плотность населения которых составила 429,8 особ./км<sup>2</sup> (табл. 8.7). Плотность орнитофауны в обследованных трех лесных сообществах сильно не различается между собой. Наибольшее значение (434,8 особей/км<sup>2</sup>) выявлено в березняке в охранной зоне заповедника, где наблюдается большое количество вырубок разной степени зарастания. Здесь сосредоточено 33 различных видов птиц. В число видов с высокой плотностью (>10 особ./км<sup>2</sup>) входят 13 птиц (41,9 % от общей их численности). Их плотность достигает 361,5 особ./км<sup>2</sup>, что составляет 83,1 % от общей плотности орнитофауны в березняках. Фоновой птицей является зяблик (121,7 особ./км<sup>2</sup>). Высока плотность конька лесного и ополовника (по 28,3 особ./км<sup>2</sup>). Чуть меньше плотность дятла большого пестрого и ополовника

(26,7 и 23,9 особ./км<sup>2</sup>). Только в березняке в 2016 году обнаружено 8 видов, отсутствующих в других биотопах: пеночка весничка, зарянка, дятел белоспинный, глухарь, дятел малый пестрый, ворон черный, чечевица, пересмешка зеленая.

Таблица 8.7

## Видовой состав и плотность птиц в юго-западной части заповедника и охранной зоны

Номер п/п	Вид птицы	Плотность (особ./км <sup>2</sup> )			
		ю-з часть ГПЗ	Березняк	Осинник	Сосняк
1	Зяблик	153,1	121,7	181	160
2	Синица большая	26,6	23,9	38,1	17,5
3	Конек лесной	21,9	28,3	11,9	25
4	Пеночка-грешетка	20,3	30,4	19	10
5	Пухляк	19,5	15,2	23,8	20
6	Ополовник	16,4	28,3		20
7	Мухоловка-пеструшка	15,6	10,9	11,9	25
8	Дятел большой пестрый	14,8	26,7	1,4	15
9	Пищуха	10,2		2,4	30
10	Мухоловка малая	9,4	8,7	11,9	7,5
11	Мухоловка серая	9,4	6,5	16,7	5
12	Пеночка-теньковка	9,4	6,5	14,3	7,5
13	Белобровик	8,6	13	7,1	5
14	Гаичка черноголовая	7,8		2,4	22,5
15	Славка-черноголовка	7,8	17,4	4,8	
16	Гренадерка	7,0		2,4	20
17	Рябчик птенец	7,0		21,4	
18	Кукушка обыкновенная	6,9	2,6	13,8	4,5
19	Пеночка-весничка	6,3	17,4		
20	Поползень	6,3	13	2,4	2,5
21	Зарянка	5,5	15,2		
22	Дрозд певчий	3,6	7,2	2,4	0,8
23	Иволга	3,4	7,2	2,4	
24	Дрозд черный	3,1	6,5	2,4	
25	Завирушка лесная	3,1			10
26	Деряба	2,6	4,3		3,3
27	Горихвостка-лысушка	2,3		4,8	2,5
28	Дятел белоспинный	2,3	4,3		2,5
29	Московка	2,3			7,5
30	Канюк	1,8		4,8	0,8
31	Рябчик	1,8		5,5	
32	Дрозд-рябинник	1,6	2,2	2,4	
33	Мухоловка-белошейка	1,6	4,3		
34	Желна	1,3	1,3	2,4	
35	Сверчок речной	1,0	2,2		0,8
36	Глухарь	0,8	2,2		
37	Дятел малый пестрый	0,8	2,2		
38	Пересмешка зеленая	0,8	2,2		
39	Серая неясыть	0,8		2,4	
40	Снегирь	0,8		2,4	
41	Сойка	0,8		2,4	
42	Чеглок	0,8		2,4	
43	Чечевица	0,8	2,2		
44	Чирок-трескунок	0,8		2,4	
45	Черныш	0,7		0,7	4
46	Ворон черный	0,2	0,7		
47	Дятел трехпалый	0,2		0,7	
48	Коршун	0,2		0,7	
<b>Видовое богатство</b>		<b>47</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>26</b>
<b>Общая плотность птиц</b>		<b>429,8</b>	<b>434,8</b>	<b>427,6</b>	<b>429</b>

Второе место по плотности птиц занимают сосновые леса (429 особ./км<sup>2</sup>), где выявлено в 2016 году 26 их видов (меньше, чем в остальных обследованных биотопах). В сосняке в число видов с высокой плотностью (>10 особ./км<sup>2</sup>) входят 12 птиц (46,2 % от обнаруженных здесь птиц). Их плотность достигает 375 особ./км<sup>2</sup>, что составляет примерно 88 % от общей плотности орнитофауны сосняков. Фоновой птицей здесь является зяблик (160 особ./км<sup>2</sup>). Высока плотность пищухи (30 особ./км<sup>2</sup>). Чуть меньше плотность конька лесного и мухоловки-пеструшки (по 25 особ./км<sup>2</sup>). Только в сосняке в 2016 году обнаружена московка, плотность населения которой составляет 7,5 особ./км<sup>2</sup> (2,1 % от населения всех птиц юго-западной части заповедника).

На третьем месте по плотности птиц находятся осиновые леса (427,6 особ./км<sup>2</sup>), где в 2016 году выявлено 33 их вида (это самое большое разнообразие в обследованных лесных сообществах). В число видов с высокой плотностью (>10 особ./км<sup>2</sup>) входят 11 птиц (46,2 % от числа обнаруженных здесь видов птиц). Их плотность достигает 375 особ./км<sup>2</sup>, что составляет примерно 85,1 % от общей плотности орнитофауны осинников. Фоновой птицей является зяблик (181 особ./км<sup>2</sup>). Высока плотность синицы большой (38,1 особ./км<sup>2</sup>). Чуть меньше она у пухляка и птенцов рябчика (23,8 и 21,4 особ./км<sup>2</sup> соответственно). Только в осиннике в 2016 году обнаружены 6 видов (рябчик, неясыть серая, снегирь, чирок-трескунок, чеглок, сойка), не встреченных в других биотопах (12,8 % от числа всех видов птиц юго-западной части заповедника).

В юго-западной части заповедника наиболее встречаемыми (плотность >10 особ./км<sup>2</sup>) в 2016 г были 9 видов: зяблик, синица большая, конек лесной, пеночка-трещетка, пухляк, ополовник, мухоловка-пеструшка, пищуха, дятел большой пестрый. Плотность населения этих видов составляет 298,4 особ./км<sup>2</sup> (69,4 % от общей плотности населения всех видов).

Из 47 обнаруженных нами видов 14 (29,8 %) являются редкими (плотность от 0,2 до 1 особ./км<sup>2</sup>). Это сверчок речной, глухарь, дятел малый пестрый, пересмешка зеленая, серая неясыть, снегирь, сойка, чеглок, чечевица, чирок-трескунок, черныш, ворон черный, дятел трехпалый, коршун. Их общая плотность в юго-западной части заповедника составляет 9,5 особ./км<sup>2</sup>. Чирок-трескунок, черныш – это виды, обитающие в пойме, но в период гнездования они могут откладывать яйца и вне поймы. Серая неясыть в последнее время из-за вытеснения длиннохвостой неясытью стала встречаться на территории Марий Эл очень редко и заслуживает охраны. Охраняемыми видами, отмеченными нами во внепойменных лесах юго-западной части заповедника, являются мухоловка-белошейка (1,6 особ./км<sup>2</sup>), чеглок (0,8 особ./км<sup>2</sup>) и дятел трехпалый (0,2 особ./км<sup>2</sup>).

#### ***Библиографический список***

1. Равкин Ю.С., 1967. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука. Сиб. отд. С. 66–75.

### 8.3.4. Структура синичьих стай в период предзимья

Синичьи стаи – это образованные во внегнездовой период группы птиц, в состав которых входят обычно несколько видов (Иноземцев, 1987; Боголюбов, Преображенская; 1989; Екман, 1989). Некоторые исследователи (Дорожкова, Леонтьева, 1999) включают в состав синичьих стай еще и дятлов, но до сих пор не доказано, что они действительно летают вместе с ними. Помимо этого, они с точки зрения экологии, сильно отличаются от синиц и, скорее всего, не оказывают значительного влияния на остальных членов стаи.

**Цель наших исследований** – охарактеризовать структуру синичьих стай в предзимний период на территории заповедника «Большая Кокшага».

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- 1) определить плотность населения видов в различных биотопах;
- 2) оценить встречаемость моно и поливидовых синичьих стаяк в различных биотопах.

**Материал и методы.** Материал собран на территории заповедника «Большая Кокшага». Учеты выполнены на произвольных маршрутах при ширине учетной полосы 400 м (в полосе 50 м птиц определяли визуально и по голосу, а на большем удалении только по голосам). В период со 2 по 7 ноября было пройдено 63,7 км в пяти различных биотопах:

- 1) сосняк (90% деревьев сосны, по 5% – ели и берёзы) – 23 км;
- 2) смешанный лес (35% деревьев дуба и липы, 10% – берёзы, ели и сосны) – 19,2 км;
- 3) пойма р. Большая Кокшага (30% деревьев дуба, по 30% ольхи и липы, по 5% ивы и клёна) - пройдено 6,5 км;
- 4) поймы ручьёв Арья, Шамка и Интунг (85% деревьев черной ольхи, 10% берёзы и 5% дуба) – 8,3 км;
- 5) сосняк с примесью березы и ели (50% сосны, 40% берёзы и 10% ели) – 6,7 км.

**Результаты.** В состав синичьих стаяк, как показали проведенные учеты, входит 9 видов птиц. Наиболее насыщен птицами биотоп в пойме Большой Кокшаги (табл. 8.8), где было встречено самое большое количество пухляков, ополовников, пищух и лазоревок. Здесь, однако, другие виды птиц почти не встречаются. Смешанный лес предпочитают только большие синицы, а в поймах ручьёв птиц встречено очень мало. В чистом и смешанном сосняках количество видов одинаково, но в первом из них много поползней и хохлатых синиц, а во втором корольков и москочков.

За выезд было встречено 32 стайки птиц, из которых 23 были моновидовыми и 9 поливидовыми. Встречаемость моновидовых стаяк в различных биотопах показана в таблице 8.9. Чаще всего встречались стаи пухляков, поскольку это самый распространенный вид синицы в заповеднике. Особенно много моновидовых стай пухляков, состоящих чаще всего из 8 особей, встречено в сосняке. Одновидовые стаи ополовников встречались гораздо реже, но при

этом численность синиц в них доходила до 12 особей и никогда не была меньше 6. Стайки корольков включали в себя не более 5 особей и встречались только в сосняке и смешанном лесу. Также в сосняке были учтены две стайки поползней и гренадёрок (обе по 5 особей). Больше всего одновидовых стай встречалось в сосняке (всего 14), в сосняке же с примесью сберезы и ели их не было. Стаек пищух, лазоревок и москочков нами не было обнаружено.

Таблица 8.8

**Состав и плотность населения птиц, входящих в состав синичьих стай в различных биотопах**

Вид	Плотность населения птиц в различных биотопах, особей на 1 км <sup>2</sup>				
	Сосняк	Смешанный лес	Поймы ручьёв	Пойма Б. Кокшаги	Сосняк с примесью
Пухляк	3,6	5,0	5	9,6	6
Ополовник	1,0	1,6	2	4,4	2,4
Большая синица	0,3	0,8	0	0	0
Королёк	1,2	2,0	1	0	3,2
Поползень	1,2	0,3	0	0,8	0,8
Гренадёрка	0,8	0,0	0	0	0
Пищуха	0,1	0,15	0	0,4	0
Лазоревка	0	0,15	0	2	0
Московка	0	0,3	0	0	0,4
<b>В целом</b>	<b>8,2</b>	<b>10,3</b>	<b>8,0</b>	<b>17,2</b>	<b>12,8</b>

Таблица 8.9

**Распределение встречаемости моновидовых стай синиц по биотопам**

Вид	Число особей птиц в стайках, встреченных в разных биотопах, шт.													
	сосняк								смешанный лес	поймы ручьёв	пойма р. Б. Кокшага	сосняк с примесью		
Пухляк	4	5	4	8	4	8	7	4	15	5		8	4	
Ополовник	8	12							12		6	9		
Большая синица														
Королёк	4	5							4	5				
Поползень	5													
Гренадёрка	5													
Пищуха														
Лазоревка														
Московка														
<b>В целом</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>31</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

Встречаемость поливидовых синичьих стай показана в табл. 8.10. Охотнее всего синицы, корольки, поползни и пищухи собираются в совместные стайки в сосняке с берёзой. Интересно то, что, несмотря на лидирующее положение по количеству птиц отдельных видов, в пойме Большой Кокшаги, как и в поймах ручьёв, была найдена лишь одна стайка. Дважды синицы были встречены в стае с большим пёстрым дятлом. Московки, лазоревки, пищухи и дятлы ни разу не были встречены в стае в количестве более 1 особи. В составе поливидовых стай ни разу не были встречены гренадёрки. Чаще же всего в составе стай встречались пухляки и корольки. Поползни также часто встречались в стайках, но в количестве не более 2

особей. Ополовники и большие синицы были встречены в составе поливидовых стай всего лишь один раз.

Таблица 8.10

**Встречаемость поливидовых стаяк синиц в различных биотопах и их состав**

Вид	Число особей птиц в стайках, обнаруженных в различных биотопах, шт.								
	сосняк		смешанный		поймы ручьёв	пойма р. Б. Кокшага	сосняк с примесью		
Количество стаяк	2		2		1	1	3		
Номер стайки	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Пухляк		3		3	3	5	5	6	4
Ополовник									6
Большая синица			3						
Королёк	6			3	1		4	4	
Поползень	1	1	1			1		2	
Гренадёрка									
Пищуха	1		1						
Лазоревка			1			1			
Московка			1					1	
БПД					1			1	
	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>10</b>

**Выводы.** В сосняке отмечено среднее количество птиц каждого вида и поливидовых стаяк, но рекордное количество моновидовых стай. В смешанном же лесу встречено среднее количество моно - и поливидовых стай, но численность птиц мала, хотя там большое разнообразие их видов. В поймах ручьев птицы и их стайки встречаются очень редко. В пойменных лесах Большой Кокшаги птицы, несмотря на высокую численность отдельных видов, в стайки почти не собираются; видовое разнообразие птиц здесь также невелико. В сосняке с примесью березы и ели видовой состав птиц в стаях синиц занимает в ряду биотопов среднее положение; моновидовых стай здесь не встречается, а поливидовые стаи встречаются часто.

**Библиографический список**

1. Боголюбов А. С., Преображенская Е. С., 1989. Многолетняя динамика численности и упаковки экологических ниш видов, входящих в синичьи стаи. «Экология», N4, С 51-58.
2. Дорожкова М.С., Леонтьева А.А. 1999. Зимние участки обитания видов, входящих в зимние синичьи стаи, и большого пестрого дятла на Костромской биостанции. «Вестник ВООП», № 6. С. 41-43.
3. Иноземцев А.А., 1987. Динамика экологических ниш синиц и правило конкурентного исключения. «Экология», № 5, С. 49-56.
4. Ekman J., 1989. Ecology of non-breeding social systems of parus. WilsonBull., 101(2), 1989, P. 263-288.

**8.3.5. Распределение дятлов по биотопам в заповеднике**

В первой декаде ноября 2016 г. выполнены учеты дятлов на произвольных маршрутах.

**Цель:** Изучить распределение дятлов в заповеднике «Большая Кокшага».

**Задачи:**

1. Составить список видов дятлов.
2. Определение биотопических предпочтений видов дятлов.

**Методика.** Учетчик двигается по произвольным маршрутам определяя виды дятлов и биотопы их нахождения. Также отмечается километраж по данным биотопам. Впоследствии все встреченные дятлы вносятся в таблицу и вычисляется их плотность в данном биотопе на один погонный километр.

**Объём данных.** Всего было пройден 62,3 км: из них по дубраве было пройдено 6,3 км, по ольшаннику 8,3, по сосняку 23,5, по смешанному лесу 19,2 км, по ельнику 5 км.

**Описание биотопов.** 1) дубрава: широколиственный лес с преобладанием деревьев дуба (70%) и липы (20%), остальные породы деревьев занимают 10%; 2) сосняк: лес с присутствием деревьев сосны более 80%, березы 10% и ели 10%; 3) смешанный лес, в котором приблизительно равное распределение хвойных и лиственных пород; 4) черноольшаник, растущий вдоль ручьев и состоящий из деревьев ольхи (90%), сильно заболочен и захламлен; 5) ельник, произрастающий вдоль ручьев и состоящий в основном из деревьев ели.

**Результаты.** Всего в заповеднике было встречено четыре вида дятлов: большой пестрый (*Dendrocopus major*), малый пестрый (*Dendrocopus minor*), белоспинный (*Dendrocopus leucotos*) и желна (*Dryocopus martius*). Самым часто встречающимся видом оказался большой пестрый дятел, а самым редким – белоспинный (табл. 8.11).

Таблица 8.11

**Распределение дятлов на 1 погонный км по биотопам в заповеднике «Большая Кокшага»**

Вид	Биотоп				
	Дубрава	Ольшанник	Сосняк	Смешанный	Ельник
БПД	1,1	0,6	0,2	0,2	
МПД				0,2	
Белоспинный	0,2			0,05	
Желна		0,1	0,04	0,05	0,4
Всего	1,3	0,7	0,2	0,4	0,4
Километраж	6,3	8,3	23,5	19,2	5

**Заключение.** Большой пестрый дятел предпочитает дубравы, а малый пестрый – смешанные леса. Белоспинный дятел обитает чаще всего в смешанных лесах, а желна предпочитает ельники.

### 8.3.6. Результаты учетов птиц в зимний сезон 2015/2016 г.

Зима 2015/2016 г. – восемнадцатый сезон мониторинга зимней численности птиц в заповеднике «Большая Кокшага» в рамках программ «Pagus» и «Евроазиатский Рождественский учет». Учеты птиц проводила группа волонтеров, в состав которой входили студенты московских вузов: Е. Щорс, Д. Куленов, П. Борисова, Д. Захарченко (МГУ, биофак; МПГУ, геофак; ТСХА, зоофак) и школьник Н. Ефимов (Гимназия № 15, г. Кострома). Учеты проводились в окрестностях кордона «Шимаево». Как и в предыдущие года было выделено 4 типа

местообитаний птиц: сосновые леса; смешанные леса из ели, сосны и мелколиственных пород – березы, осины, липы; широколиственные леса в пойме р. Большая Кокшага; мелколиственные леса из березы, местами с участием черной ольхи, осины, липы и ели, часто заболоченные. Учет проводили стандартным маршрутным методом, с регистрацией всех птиц, встреченных как по виду, так и по голосу (Равкин, 1967). Всего с учетом пройдено 77,6 км за период 28.01-3.02.2016 г. Отмечен 21 вид птиц, видовое разнообразие в разных биотопах составило 10-16 видов. Из сравнительно редко встречающихся в учетах видов, отмечены мохноногий сыч и седой дятел. Данные учетов приведены в табл.

В зимний сезон 2015-16 г., в отличие, от прошлого 2014-15 г. плотность птичьего населения сильно упала. В сосняках и дубравах в этом году она составила 40,3 – 57,3, тогда как в 2014-2015 г. – 130-176 особей на 1 кв. км (табл. 8.12). В мелколиственных и смешанных – 62,2 – 103,8, в 2014-2015 г. – 318-335 особей на 1 кв. км. В первую очередь это связано с низким урожаем ели в этом году, в отличии от прошлого. В связи с этим уменьшилась численность клестов (вид не был встречен ни разу), большого пестрого дятла, куриных и синиц. Черноголовая гаичка, повысившая свою численность в прошлом году, в этом не была встречена ни разу.

Таблица 8.12

## Население зимующих птиц заповедника в сезон 2016-2016 гг.

№ п/п	Вид	Численность птиц в различных экотопах, особей/км <sup>2</sup>			
		Сосняк	Смешанный лес	Дубрава	Мелколиственный
1.	Рябчик	0,5	0,2	5,0	
2.	Мохноногий сыч				0,2
3.	Чёрный дятел	3,0	0,2	0,2	
4.	Седой дятел			0,5	
5.	Большой пестрый дятел	16,0	10,0	0,8	0,5
6.	Белоспинный дятел			0,5	
7.	Малый пёстрый дятел		0,5	0,5	
8.	Желтоголовый королёк	4,0	17,0		1,0
9.	Ополовник	17,0	20,0	3,0	36,0
10.	Пухляк	9,0	42,0	25,0	20,0
11.	Московка		4,0		1,0
12.	Хохлатая синица	6,0	5,0		
13.	Большая синица			0,5	
14.	Лазоревка	1,0	1,0	2,0	1,0
15.	Поползень	1,0	4,0	2,0	1,0
16.	Пищуха		1,0	0,5	
17.	Обыкновенная овсянка				0,5
18.	Чиж			0,5	
19.	Снегирь			0,2	
20.	Сойка			0,5	
21.	Ворон	1,0	0,2	0,2	1
<b>Плотность населения</b>		<b>58,5</b>	<b>105,1</b>	<b>42,0</b>	<b>62,2</b>

По сравнению с предыдущими годами учетов плотность птиц также стала меньше. Скорее всего, это связано с погодными условиями этого года. Во время проведения учетов не-

сколько дней была температура выше ноля, и шел дождь. Поэтому нельзя объективно судить о резком спаде плотности птиц.

### 8.3.7. Распределение бобров по рекам заповедника

**Цель:** изучить распределение бобров на реках в заповеднике Большая Кокшага

**Задачи:**

1. описать реки заповедника
2. определить кормовые предпочтения бобров
3. найти и описать поселения и следы жизнедеятельности бобров
4. найти закономерности распределения бобров по рекам

**Методика.** Учетчик движется вдоль русла реки. Отмечает следы жизнедеятельности бобров, определяет их возраст (свежесть). Измерения ширины следа резца на бобриных погрызах дает возможность определить возраст особи (Соловьев, 1971). При нахождении обитаемого поселения мы определяли возраст бобров по ширине их погрызов и делили их на три категории:

1. Сеголетки – ширина погрыза 1,9 – 5,7 мм.
2. Годовики (1,5 года) – ширина погрыза 6,4 – 7,2 мм.
3. Взрослые (>3 лет) – ширина погрыза 7,8 – 9,3 мм.

**Объем данных.** Были обследованы следующие реки:

1. Большая Кокшага 3500 метров.
2. Арья 2600 метров.
3. Шамка 3000 метров.
4. Шестолинь-Энер 3000 метров.
5. Интунг 3000 метров.

Мы разделили следы жизнедеятельности на следующие:

1. Погрызы.
2. Плотина.
3. Хатка.
4. Тропка.

**Описание рек.**

1. Арья. Река длиной 11,7 км с сильно заболоченным руслом, ширина поймы 200 - 300 метров, ширина русла 3 метра, глубина на перекатах 0,2 – 0,3 м, в пойме преобладает черно ольшаник, а по коренному берегу ельник. Пройдено 2,6 км.

2. Интунг. Река длиной 7,66 км, ширина поймы 200 - 300 метров, ширина русла около 1,5 метров, глубина на перекатах 0,2 – 0,3 м, в пойме преобладает черно ольшаник, а по коренному берегу ельник. На реке Интунг нет бобров.

3. Шестолинь-Энер. Река длиной 4 км, ширина поймы 100 - 500 метров, ширина русла около 1,5 метров, глубина на перекатах 0,2 – 0,3 м, в пойме чередуются черноольшаники и смешанные леса с преобладанием березы, по коренному берегу ельник. На реке Шестолинь-Энер нет новых погрызов.

4. Шамка. Река длиной 4,23 км, ширина поймы 200 - 300 метров, ширина русла около 1,5 метров, глубина на перекатах 0,2 – 0,3 м, в пойме преобладает черно ольшаник, а по коренному берегу ельник. Пройдено 3 км.

5. Большая Кокшага. Река с широким руслом 7-10 м и глубиной на перекатах несколько метров, есть большое количество стариц, вдоль русла реки растут ивняки, также чередуется пойменная дубрава, черноольшаник и заливные луга. Пройдено: 3,5 км.

**Результаты.** Результаты исследований представлены в табл. 8.13-8.16. Из табл. видно, что больше всего бобры предпочитают ольху и березу, поскольку ее больше всего растет в пойме. Липа и ива были найдены только в пойме Б. Кокшаги, поэтому ее мало.

Таблица 8.13

**Река Шамка**

Вид следа деятельности	Древесная порода	Ширина резца	Давность
Погрыз*7	береза	6 мм; 4 мм; 1 см; 3 мм;	новые
Погрыз*8	береза	4 мм	новые
Погрыз	береза	5 мм; 4 мм; 3 мм; 6 мм; 1 см;	новые
Погрыз *67	ольха	5 мм	новые

Таблица 8.14

**Река Арья**

Вид следа деятельности	Древесная порода	Ширина погрыза	Давность
Погрыз	ольха	1 см; 5 мм; 1,3 см	новая
Плотина*2			старая
Погрыз	ольха	1,5 см	новая
Погрыз	береза	4 мм 5 мм	новая
Погрыз	ольха	8 мм	новая
Хатка			старая
Плотина			старая
Погрыз	ольха	1 см; 7 мм	новая
Погрыз	ольха	5 мм	новая
Погрыз	береза	8 мм 9 мм	новая
Погрыз	ольха	7 мм	новая
Погрыз	береза	5 мм	новая
Погрыз	береза	6 мм	новая
Погрыз	береза	1 см	новая
Тропка			используется

## Река Большая Кокшага

Вид следа деятельности	Древесная порода	Ширина резца, мм	Давность
Погрыз	липа	5	новый
Погрыз	липа	5	новый
Погрыз	ольха	4, 5, 6	новый
Погрыз	ольха	5, 6	новый
Погрыз	ива	4	новый
Тропа			используется
Погрыз*2	ива	6	новый
Погрыз	ива	6	новый
Тропа			Старая
Тропа			старая
Погрыз	ива	10	новый
Тропа			используется
Погрыз	ольха	7, 4	новый
Тропа*2			
погрыз	ива	7, 4	новый

Таблица 8.16

## Кормовые предпочтения животных

На малых реках		На р. Большая Кокшага	
Древесная порода	Соотношение погрызов	Древесная порода	Соотношение погрызов
ольха	37,5%	Липа	20%
береза	33,3%	ольха	30%
ива	20,8%	ива	50%
липа	8,4%		
Всего погрызов	24		

**Закключение.** На реке Арья была найдена бобринья семья, состоящая из нескольких взрослых животных и особей этого года. Бобры не живут на р. Интунге на Шастолине-Энер. На Б. Кокшаге были найдены только погрызы и тропки. В рационе питания бобры отдают предпочтение ольхе и иве.

## Библиографический список

1. Соловьев В.А. Количественный учет бобра методом измерений ширины следов резца на древесных погрызах // Уч. Зап. Рязанского гос. пед. Ин-та, 1971, № 105, стр. 110 – 124.

## 9. Календарь природы

### 9.1. Феноклиматическая периодизация года

Календарь фенологической периодизации в 2016 году начался с продолжением периода «глубокой» зимы, который наступил 29 декабря 2015 года, с устойчивым переходом максимальных температур ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ . В этом году он продлился 32 дня. Минимальная температура за этот период была  $-32,5^{\circ}\text{C}$  (25 января). В этот же день была самая холодная погода - минимальная среднесуточная температура  $-26,3^{\circ}\text{C}$  при дневной температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . За этот период произошло поднятие дневной температуры до  $-1,5^{\circ}\text{C}$  (21 января). В период глубокой зимы, только 5 и 6 января река полностью покрылась льдом, и тут же лед взломало с образованием пустоледки. У налима начался нерест (11 января). К 21 января толщина снежного покрова в пойменном лесу стала максимальной и в среднем достигла 66,8 см.

Заключительный этап зимы – «предвесенье» – начался 30 января с постоянным переходом максимальной температуры воздуха выше  $-5^{\circ}\text{C}$  и закончился 2 марта. Предвесенняя погода простояла 15 дней. За это время произошли следующие феноявления:

- 31 января - первая капель с крыши
- 1 февраля - появление первых временных луж
- 1 февраля - первая песнь большой синицы
- 1 февраля - начало замора рыбы (окунь) на старице р. Большая Кокшага
- 1 февраля - появление первых луж на дорогах
- 1 февраля - выступление воды по краям реки Б. Кокшага
- 1 февраля - первая песня большой синицы
- 1 февраля - начало замора рыбы (окунь) на старице р. Большая Кокшага
- 6 февраля - начало замора рыбы на оз. Паленое
- 6 февраля - начало замора рыбы на оз. Паленое
- 8 февраля - появление запаха сероводорода над старицами
- 11 февраля - глухарь чертит снег крыльями
- 14 февраля - рябчики начали ходить по снегу
- 18 февраля - образование сосуллек
- 20 февраля - первая «барабанная дробь» дятла
- 1 марта - массовая кочевка ушастых сов
- 7 марта - появление проталин на полях
- 8 марта - массовая кочевка галок
- 10 марта - образование наста, держащего лыжника
- 11 марта - образование наста, держащего человека
- 11 марта - вытаивание южных скатов крыш

- 13 марта - появление постоянных луж
- 15 марта - появление проталин на южных склонах
- 16 марта - начало пролета орлана-белохвоста (оз. Соленое)
- 16 марта - появление кучевых облаков
- 17 марта - появление первых кучевых облаков
- 20 марта - появление проталин на лесных полянах
- 20 марта - первая встреча лебедя-шипунa (р. Волга)
- 22 марта - начало строительства гнезд грачами

**Весна** – сезон “пробуждения” живой и неживой природы от зимнего сна, охватывает период от таяния снега до безморозного периода и развертывания листьев. Весна в этом году началась 24 марта и продолжилась до 29 июня. Весна разделяется на 3 периода: ранняя, зеленая и предлетье. По характеру схода снежного покрова в ранней весне выделяются подпериоды - снежная, пёстрая и голая весна. Первый, **“снежный”**, подпериод весны наступил 24 марта с устойчивым переходом максимальной температуры воздуха выше 0°C и простоял до 6 апреля - всего 14 дней. За это время произошли следующие феноявления:

- 26 марта - появление пуночек на пролете
- 28 марта - разрушение снежного покрова на 50% на лесных полянах
- 30 марта - появление первых горихвосток-чернушек
- 30 марта - первая песнь жаворонка
- 30 марта - прилет первых зябликов
- 30 марта - прилет первых скворцов
- 31 марта - появление закраин на р. Б. Кокшага
- 31 марта – прилет первых стай чибисов
- 1 апреля - появление приствольных кругов в еловом лесу
- 1 апреля - прилет первых белых трясогузок
- 1 апреля - прилет первых уток крякв
- 1 апреля - появление первых приствольных кругов в березняках
- 3 апреля - пролет первых лебедей-кликунов
- 3 апреля – прилет первых журавлей (д. Б. Шапы)
- 4 апреля - последний снегопад
- 5 апреля - прилет первого черного коршуна
- 6 апреля - появление приствольных кругов в сосновом лесу

**“Пёстрая” весна**, характеризуется пёстрым ландшафтом из-за частичного схода снежного покрова. Начало этого подпериода - постоянный переход максимальных температур выше 5° С и дополнительный признак - переход суточных температур выше 0°C. «Пёстрая весна» в этом году пришла 7 апреля. В этот период прилетели основные виды птиц первой

волны. Пёстрая весна в 2016 году простояла всего 38 дней. За это время произошли следующие феноявления в природе:

- 7 апреля - первая подвижка льда на р. Б. Кокшага
- 8 апреля - появление приствольных кругов - в березовом лесу
- 9 апреля - первая гроза
- 10 апреля - появление приствольных кругов в смешанном лесу
- 10 апреля - разрушение снежного покрова на 50% в сосновом лесу
- 10 апреля - разрушение снежного покрова на 50% в еловом лесу
- 11 апреля - начало сплошного ледохода на р. Б. Кокшага
- 12 апреля - разрушение снежного покрова на 50% на полях
- 12 апреля - разрушение снежного покрова на 50% в березовом лесу
- 13 апреля - начало половодья на р. Б. Кокшага
- 14 апреля - конец ледохода на р. Б. Кокшага
- 15 апреля - полный сход снега в еловом лесу
- 15 апреля - первая радуга
- 16 апреля - полный сход снега на полях
- 16 апреля - полный сход снега в сосновом лесу
- 18 апреля - разрушение снежного покрова на 50% в смешанном лесу
- 18 апреля - пик половодья на реке на р. Б. Кокшага
- 20 апреля - полный сход снега в березовом лесу
- 21 апреля - полный сход снега в смешанном лесу
- 26 апреля - полный сход снега на лесных полянах
- 2 мая - конец половодья на р. Б. Кокшага
- 14 мая - последний весенний заморозок в воздухе

Третий подпериод – **“полной” или “голой” весны** наступил 15 мая и продолжался до 18 мая, простояв 4 дня. Для этого периода характерны подъем среднесуточной температуры выше +5° С и минимальных температур выше 0°С. В это время прекратились частые ночные заморозки.

- 15 мая - начало плодоношения осины
- 15 мая - установка уровня воды в р. Б. Кокшага равного зимнему
- 15 мая - первый крик погоньша
- 16 мая - прилет ласточек-береговушек
- 16 мая - распускание хвоинок у сосны
- 16 мая - начало пения козодоя
- 17 мая - начало плодоношения ивы козьей
- 17 мая - конец цветения дуба

18 мая - начало плодоношения одуванчика

**“Зелёная” весна** наступила 19 мая с устойчивым переходом минимальной температуры выше 5°C и продолжилась до 29 июня. Простояла «зелёная» весна 42 дня. Последний весенний заморозок на почве был 1 июня. За этот период цвели большинство растений. Вылетели птенцы большинства певчих птиц.

**Лето** – сезон вегетации растительности и появления потомства у большинства животных - установилось на 78 дней. Период **“перволетья”**, наступил 30 июня с устойчивым переходом минимальной температуры воздуха выше 10°C и продержался 49 дней. За это период созрели большинство ягод, появились и отошли первые летние грибы; из-за жары начался листопад некоторых деревьев. Самый жаркий день был 2 августа - 34,5°C.

Критерий наступления **“полного” лета** - переход средней температуры воздуха выше 15°C - в 2016 году наблюдался с 18 августа по 23 августа. Этот сезон характеризуется массовым созреванием плодов дикорастущих растений. Этот период лета продержался всего 6 дней.

Последняя часть лета - **“предосень”** началась 24 июля и закончилась 15 сентября. В это время переход минимальной температуры воздуха ниже 15°C. За этот период прошла последняя гроза – 13 сентября.

**Осень** – сезон опадания листьев и массового появления грибов установилось в этом году на 74 дня.

**“Золотая” осень** пришла 16 сентября и простояла 22 дня, до 7 октября. Её приход характеризовался устойчивым переходом минимальной температуры воздуха ниже 10°C. В этот период отмечаются отлет второй волны птиц на юг. В это время листья деревьев желтеют, появляются осенние грибы. «Бабье лето» наступило 25 сентября и продолжилось до 2 октября – всего 8 дней.

**“Глубокая” осень** пришла 8 октября и продолжилась 7 дней до 15 октября. Критерием этого периода является устойчивый переход минимальной температуры ниже +5°C. В этот период улетели последние птицы, облетела листва с деревьев, пропадают основные грибы, появляются откочевывающие к нам птицы.

8 октября - отлет последних чибисов

9 октября - конец листопада ольхи черной

9 октября - первый заморозок на почве

10 октября - сокращение количества грибов

11 октября - конец листопада всех кустов

12 октября - конец листопада вяза и осины

12 октября - полное пожелтение хвоинок лиственницы

13 октября - первый снег

14 октября - начало прилета снегирей

15 октября - последняя радуга

Период **“предзимья”**, наступил 16 октября при устойчивом переходе максимальной температуры ниже +5°C и продержался до 29 ноября (всего 45 дней).

15 октября - последняя радуга после дождя

17 октября - конец листопада основных деревьев

19 октября - конец листопада ивы козьей

20 октября - прилет чечеток

22 октября - прилет пуночек

22 октября - зайцы в «белых штанах»

23 октября - появление первого льда на старицах и лужах (растаял)

24 октября - земля впервые покрылась мерзлой коркой

25 октября - появился постоянный ледяной покров на старицах

27 октября - конец листопада берез и ив

30 октября - выпал снег и установился снежный покров

31 октября - на реке появились забереги

1 ноября - последний след медведя

3 ноября - первый снегопад с метелью

7 ноября - появление шуги и снежного «сала»

7 ноября - пролет последнего зимняка

10 ноября - последняя встреча орлана-белохвоста (ур. Пустое Жило)

11 ноября - ледяной дождь

15 ноября - последняя встреча вьюрка

16 ноября - река местами полностью покрыта льдом

22 ноября - вода в реке упала и образовалась пустоледка по краям

23 ноября - последняя встреча утки-кряквы (ур. Пустое Жило)

23 ноября - последняя встреча зимних опят

26 ноября - последняя встреча зарянки (п. Старожильск)

26 ноября - последняя встреча зеленушки

26 ноября - последняя встреча зяблика

26 ноября - река покрылась льдом полностью

**“Мягкая” зима** с устойчивым переходом максимальной температуры воздуха ниже 0°C пришла 29 ноября и продолжалась до конца года – 32 дня в этом году.

**“Глубокая” зима** с устойчивым переходом максимальных температур ниже -5°C так и не наступила в этом году.

Сроки наступления различных периодов года и основных фенологических явлений представлены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

## Календарь фенологической периодизации 2016 года

Периоды года	Фенологические явления	Даты	
<u>ЗИМА: «Глубокая»</u> Снежный покров	Переход максимальных температур ниже -5°C	29.12.2015 г.	
	Река полностью встала	5.01	
	Лед взломало с образованием пустоледки	6.01	
	Начало нереста налима	11.01	
	Самый глубокий уровень снега в пойменном лесу (66,8 см)	21.01	
	Самая низкая температура зимы (-32,5°C)	25.01	
<u>ЗИМА: «Предвесенье»</u> Снежный покров	Самая низкая среднесуточная температура зимы (-26,3°C)	25.01	
	Устойчивый переход макс. температуры выше -5°C	30.01	
	Первая капель с крыши	31.01	
	Появление первых луж на дорогах	1.02	
	Выступление воды по краям реки Б. Кокшага	1.02	
	Первая песня большой синицы	1.02	
	Начало замора рыбы (окунь) на старице р. Большая Кокшага	1.02	
	Начало замора рыбы на оз. Паленое	6.02	
	Появление запаха сероводорода над старицами	8.02	
	Глухарь чертит снег крыльями	11.02	
	Начало раскрывания сережек вербы	12.02	
	Рябчики начали ходить по снегу	14.02	
	Появление первых сосулук	18.02	
	Первый вылет бабочек крапивниц	28.02	
	Массовая кочевка ушастых сов	1.03	
	Массовая кочевка галок	8.03	
	Массовая дробь дятла	1.03	
	Массовое пение большой синицы	2.03	
	Появление наста, держащего человека	10.03	
	Вытаивание южных скатов крыш	11.03	
	Первое появление комаров-звонцов	12.03	
	Появление приствольных кругов в сосняках	15.03	
	Начало оттаивания южных склонов	15.03	
	Начало пролета орлана-белохвоста (оз. Соленое)	16.03	
	Появление первых кучевых облаков	17.03	
	Первая встреча лебедя-шипунa (р. Волга)	20.03	
	Начало строительства гнезд грачами	22.03	
<u>ВЕСНА: «Снежная»</u> Снежный покров с проталинами	Устойчивый переход макс. температуры выше 0°C	24.03	
	Появление пуночек на пролете	26.03	
	Появление ногохвосток на снегу	29.03	
	Появление первых горихвосток-чернушек	30.03	
	Появление первых зеленушек и их первая песнь	30.03	
	Первая песнь жаворонка	30.03	
	Появление первого кулика-черныша (ур. Чучка)	30.03	
	Появление первых зябликов	30.03	
	Появление первых скворцов	30.03	
	Массовое появление бабочек многоцветниц	30.03	
	Появление первых стай чибисов	31.03	
	Появление первых белых трясогузок	1.04	
	Появление первых уток крякв	1.04	
	Появление первых цапель	1.04	
	Появление первых вяхирей	1.04	
	Появление первых приствольных кругов в березняках	1.04	
	Появление первых овсянок	2.04	
	Появление первых дроздов черных	2.04	
	Пролет первых лебедей-кликунов	3.04	
	Появление первых журавлей (д. Б. Шапы)	3.04	
	Массовое появление зябликов	4.04	
	Появление первых сизых чаек	5.04	
	Появление первого черного коршуна	5.04	
	Начало пролета мохноногих канюков	6.04	
	Появление первых коноплянок	6.04	
	Массовое появление нырковых уток на Волге	6.04	
	<u>ВЕСНА: «Пёстрая»</u> «Пёстрый» снежный покров	Устойчивый переход макс. температуры выше 5° С	7.04.
		Массовый прилет чибисов, зябликов и жаворонков	7.04
		Первая встреча дубоноса	7.04
		Первая встреча клинтуха (п. Старожильск)	7.04
		Начало сокодвижения у березы	7.04
		Массовый прилет озерных чаек (г. Йошкар-Ола)	7.04
		Первая песнь овсянки обыкновенной	8.04
Первое встреча полевого луны (с. Арды) и болотного луны (р. Волга)		8.04	

Первая песнь лесного конька	8.04
Начало цветения вербы, ольхи черной и лещины.	8.04
Начало цветения мать и мачехи (р. Волга)	8.04
Появление первых рыжих муравьев и пчел диких (п. Озерки)	8.04
Появление первых бабочек лимонниц	8.04
Выставление ульев с пчелами (п. Старожильск)	8.04
Массовый прилет скворцов	9.04
Первая песнь зяблика и зарянки	9.04
Пролет первой стаи журавлей	9.04
Первая встреча каменки обыкновенной	9.04
Появление приствольных кругов в пойменном лесу	9.04
Первый гром с молнией	9.04
Первая встреча пеночки-веснички	10.04
Начало ледохода на р. Б. Кокшага	10.04
Начало цветения мать и мачехи (п. Старожильск)	10.04
Первая встреча лесной завирушки	10.04
Первая песнь горихвостки-чернушки	10.04
Первая песнь теньковки	10.04
Первая встреча большого улита	12.04
Первая встреча осоеда	12.04
Первая встреча клинтуха	13.04
Первая встреча большого кроншнепа	13.04
Первый вылет шмеля	13.04
Первый вылет бабочки дневной павлиний глаз	13.04
Начало пролета гусей	14.04
Конец ледохода	14.04
Массовое цветение ольхи черной	14.04
Начало токования бекаса	14.04
Первая встреча скопы	14.04
Первая встреча желтоголовой трясогузки	14.04
Начало цветения осины	14.04
Появление первых выполозок дождевых червей	15.04
Первая встреча удода (п. Старожильск)	15.04
Исчезновение снегового покрова в елово-сосновом лесу	15.04
Первый весенний ливень с радугой	15.04
Пролет первой стаи лебедей-кликун (п. Старожильск)	16.04
Начало пролета казарок	16.04
Первая песня мухоловки малой и мухоловки-пеструшки	16.04
Первая встреча медведицы с 2 медвежатами (Красная Горка)	16.04
Массовое цветение вербы и мать и мачехи	16.04
Массовый вылет всех зимующих бабочек	16.04
Конец сезонной миграции галок	16.04
Конец пролета зябликов и дроздов	16.04
Начало цветения ивы козьей	16.04
Начало тяги вальдшнепа	16.04
Первая встреча деревенской ласточки	17.04
Первая встреча дербника	17.04
Первый крик вертишейки	17.04
Первая встреча чомги, пустельги, хохотуны (п. Озерный)	17.04
Проклевывание почек у черемухи и смородины черной	17.04
Массовый прилет трясогузок (40 особей)	17.04
Первая встреча веретеницы (р. Б. Кокшага)	17.04
Пик половодья на р. Б. Кокшага (428 см по сравнению с зимним)	18.04
Массовое цветение осины	18.04
Конец пыления лещины	18.04
Начало кваканья остромордой лягушки	18.04
Начало выметания икры	18.04
Сход снега в сосновом лесу	18.04
Начало цветения медуницы и сон-травы	18.04
Появление первых сморчков	18.04
Первая встреча ужа	18.04
Первая встреча серой жабы	20.04
Конец цветения осины	21.04
Начало цветения вяза гладкого	21.04
Начало откладки яиц скворцами	21.04
Первая встреча желтой трясогузки	22.04
Первое появление строчка обыкновенного	22.04
Первое появление клопов-солдатиков	22.04
Появление листьев весеннецветущих растений	22.04
Первая встреча прыткой ящерицы	22.04
Начало кукования кукушки	23.04
Первая встреча рогатого жаворонка на пролете	23.04
Начало цветения пушицы влагалищной	23.04
Появление весенних побегов хвоща полевого	24.04
Проклонились почки у лиственницы	24.04
Проклонились почки у рябины и бересклета	24.04

Начало цветения ожики волосистой	24.04
Начало цветения калужницы болотной	25.04.
Начало прилета зуйка малого	25.04
Начало цветения гусиного лука малого	25.04
Массовое цветение ивы козьей	25.04
Конец цветения вербы	25.04
Появление личинок из икры травяной лягушки	25.04
Начало кваканья серой лягушки	25.04
Первый крик большой выпи (с. Б. Арда)	25.04
Проклонулись листовые почки у вяза и березы	26.04
Первая встреча варакушки	26.04
Массовое цветение сон-травы	26.04
Проклонулись почки у большинства деревьев и кустарников	26.04
Начало цветения ветреницы лютичной и чистяка весеннего	26.04
Начало цветения селезеночника очереднолистного	26.04
Начало брачных игр у трясогузок	26.04
Начало цветения (пыления) березы бородавчатой	27.04
Первая встреча лугового чекана	27.04
Массовое цветение мать и мачехи (п. Старожильск)	27.04
Начало цветения клена остролистного и ясенелистного	27.04
Появление первых листьев у березы	27.04
Первая находка жука-носорога	27.04
Конец прилета всех водоплавающих птиц	28.04
Появление бабочки летней генерации – голубянки весенней	28.04
Появление бабочки летней генерации – брюквеницы	28.04
Появление мух журчалок	28.04
Появление первых листьев черемухи, вербы, ивы козьей, малины	29.04
Появление первых листьев смородины, жимолости, волчьего лыка	29.04
Деревья и кустарники приобрели зеленоватый оттенок	29.04.
Начало опадания семян лиственницы	29.04
Начало строительства гнезда зябликами	29.04
Массовое цветение вяза гладкого и ивы пепельной	29.04
Первая встреча зимородка	29.04
Начало цветения осоки верещатниковой, фиалки трехцветной	29.04.
Появление скакунов-межняков	29.04
Начало строительства ловчих ям муравьиным львом	29.04
Начало цветения смородины щетинистой и болотного мирта	30.04
Появление первых листьев у ивы ломкой	30.04
Начало цветения ивы мирзинолистной и розмаринолистной	30.04
Начало распускания почек черники	30.04
Набухли почки у голубики	30.04
Начало цветения клена остролистного (п. Старожильск)	30.04
Массовое пыление березы	30.04
Массовое цветение хохлатки плотной	30.04
Первое появление бабочки – зеленушки малинницы	30.04
Первая встреча змеяда	30.04
Начало жора у щуки	30.04
Появление икры у серой жабы (старица р. Б. Кокшаги)	1.05
Набухли почки у липы и дуба	1.05
Набухли почки у сосны и начали расти	1.05
Появились листья у рябины	1.05
Массовое цветение калужницы	1.05
Конец цветения ивы пепельной	1.05
Конец половодья	2.05
Появление первых майских жуков	2.05
Появление первых медведек	2.05
Распускание почек у дуба	2.05
Первая встреча горихвостки-лысушки	3.05
Начало распускания листьев у черники	3.05
Начало цветения осоки корневищной и кислицы	3.05
Первая песнь пеночки-трещотки	3.05
Начало постройки гнезд ласточками деревенскими и городскими	3.05
Массовое пение мухоловки-пеструшки	3.05
Начало разворачивания листьев дуба	3.05
Начало цветения одуванчика	3.05
Первая песнь медведки	3.05
Массовое пение кукушки обыкновенной	4.05
Постройка ловчих сетей пауками	4.05
Начало пения соловья	4.05
Начало разворачивания листьев ольхи	4.05
Появление гигантских строчков и вешенок	4.05
Начало цветения первоцвета весеннего	4.05
Начало разворачивания листьев костяники и черноплодной рябины	4.05
Распускание почек у осины раннераспускающей формы	4.05
Появление первой мошки	4,05
Начало плодоношения мать и мачехи	5.05

Распускание первых листьев липы, калины, клена	5.05	
Распускание первых листьев у ежевики	5.05	
Раскрывание почек у яблони лесной и крушины ломкой	5.05	
Раскрывание почек у ели и пихты	6.05	
Строительство гнезда дубоносом	6.05	
Начало цветения черники	6.05	
Распускание первых листьев шиповника майского, бересклета	6.05	
Распускание первых листьев раkitника русского	6.05	
Появление первых стрижей	6.05	
Появление птенцов у сизых голубей	7.05	
Появление птенцов у дрозда-рябинника	7.05	
Начало цветения адоксы мускусной	7.05	
Начало цветения фиалок удивительной, Селькирки, сверхулысой	7.05	
Начало цветения чины весенней	7.05	
Появление сморчковой шапочки	7.05	
Раскрывание почек у можжевельника	7.05	
Появление улитки вай у орляка	7.05	
Первая встреча бурых ушанов	7.05	
Распускание почек у голубики	8.05	
Начало цветения живучки ползучей	8.05	
Первый вылет бабочки павлиноглазки рыжей	8.05	
Конец цветения (пыления) березы	8.05	
Начало цветения вишни и ирги канадской	8.05	
Первая встреча шершня (п. Шушер)	8.05	
Вылупление птенцов певчего дрозда	8.05	
Появление тли на молодых листьях	8.05	
Первая встреча гадюки (оз. Шушгър)	8.05	
Начало цветения черемухи (ур. Вишкарь)	8.05	
Конец цветения сон-травы (Красная Горка)	9.05	
Первая песнь иволги	9.05	
Начало цветения земляники лесной	9.05	
Разворачивание листьев голубики	9.05	
Появление раскрытых вай у крупных папоротников	9.05	
Начало цветения раkitника русского	9.05	
Конец прилета ласточек и стрижей	9.05	
Начало цветения осоки ранней и чистотела большого	10.05	
Первая песнь славки-черноголовки	10.05	
Начало цветения дуба черешчатого	10.05	
Массовое цветение черемухи	10.05	
Начало цветения и облиствения ивы трехтычинковой	10.05	
Массовое пение соловья	10.05	
Начало распускания хвоинок у ели	11.05	
Начало пыления ели	11.05	
Массовое цветение черники	11.05	
Распускание листьев ландыша майского	11.05	
Конец цветения мать и мачехи и медуницы неясной	11.05	
Первая песнь чечевицы (ур. Пустое Жило)	11.05	
Появление полной кладки (4 яйца) у перевозчика	11.05	
Первый вылет бронзовок	11.05	
Распускание листьев у крушины ломкой	12.05	
Появление новых листьев и побегов брусники	12.05	
Массовое появление комаров	12.05	
Вылупление птенцов у дрозда-рябинника	12.05	
Первая встреча садовой камышевки	12.05	
Первая песня глухой кукушки	12.05	
Начало цветения сирени, рябины, караганы желтой	12.05	
Начало пыления сосны	12.05	
Конец пыления ели	12.05	
Первая встреча гигантской вечерницы	12.05	
Развертывание хвоинок у пихты	13.05	
Начало цветения толокнянки	13.05	
Начало плодоношения вербы	13.05	
Начало цветения кошачей лапки двудомной	14.05	
Начало цветения ландыша майского	14.05	
Развертывание листьев купены душистой	14.05	
Начало вылета поденок	14.05	
Появление птенцов скворцов	14.05	
ВЕСНА: «Полная» «Голый» ландшафт без снега и зелени	Переход среднесуточной температуры выше 5°C	15.05
	Пролёт гусей	15.05
	Начало плодоношения осины	15.05
	Установка уровня воды в р. Б. Кокшага равного зимнему	15.05
	Конец линьки у медянки	15.05
	Первый крик погоньша	15.05
	Прилет ласточек-береговушек	16.05.
	Распускание хвоинок у сосны	16.05.
	Начало цветения жимолости лесной	16.05.

	Начало пения козодоя	16.05.
	Появление первых равнокрылых стрекоз	16.05.
	Начало плодоношения ивы козьей	17.05
	Массовое опадание плодов у осины	17.05
	Конец цветения дуба	17.05
	Первое появление бабочки подалирия	17.05
	Появление первых разнокрылых стрекоз – дедка обыкновенный	18.05
	Начало плодоношения одуванчика	18.05
	Начало цветения вероники дубравной и лядвенца рогатого	18.05
ВЕСНА: «Зелёная» Ландшафт с яркой, молодой зеленью	Устойчивый переход мин. температуры выше 5°C	19.05
	Начало цветения купены душистой, подмаренника душистого	19.05
	Конец цветения черники, ветреница лютичная	19.05
	Массовое цветение раkitника русского и караганы желтой	19.05
	Начало массового цветения рябины обыкновенной	20.05
	Начало плодоношения пушицы влагилищной	20.05
	Появление птенцов у кулика-черныша	20.05
	Массовое пыление сосны и можжевельника	21.05
	Начало цветения багульника болотного и голубики	21.05
	Первое появление бабочек чертополоховок и желтушника раkitник.	21.05
	Начало цветения лютика едкого и ползучего	22.05
	Появление первых слепней	23.05
	Начало цветения костяники	23.05
	Конец цветения черемухи и калужницы болотной	23.05
	Появление трутовика серно-желтого и изменчивого	23.05
	Начало цветения купальницы европейской	23.05
	Первая встреча сорокопуга жулана	24.05
	Появление первых плодовых тел рядовок	24.05
	Первая встреча птенцов кряквы	24.05
	Вывелись птенцы у кулика перевозчика	24.05
	Первый вылет бабочек желтушки луговой, зорьки и крепкоголовки	25.05
	Массовое цветение земляники	25.05
	Конец цветения яблони лесной	25.05
	Начало цветения брусники	25.05
	Массовый вылет стрекоз - красоток	25.05
	Массовое цветение ландыша майского	25.05
	Массовое цветение голубики, андромеды и багульника болотного	25.05
	Начало цветения калины, шиповника морщинистого	26.05
	Появление первых слетков серой вороны (г. Йошкар-Ола)	26.05
	Массовое плодоношение одуванчика (пригород г. Йошкар-Ола)	26.05
	Появление плодовых тел трутовика чешуйчатого (г. Йошкар-Ола)	26.05
	Начало цветения кубышки желтой	27.05
	Вылет слетков у ворона	27.05
	Появление молодых побегов у толокнянки	27.05
	Первое появление бабочек червонца бурого и голубянки быстрой	27.05
	Встреча первого выводка у глухаря (п. Килемары)	27.05
	Начало плодоношения медуницы неясной	28.05
	Первая встреча пчелы-плотника	28.05
	Массовое появление мошки	28.05
	Вылет птенцов горихвостки чернушки (I выводок)	29.05
	Начало опадания плодов вяза гладкого	30.05
	Начало плодоношения калужницы болотной	30.05
	Вылет птенцов зяблика	30.05
Массовое цветение калины, бересклета бородавчатого	30.05	
Появление первых певчих цикад	30.05	
Начало плодоношения сон-травы	30.05	
Массовый вылет скворцов	31.05	
Первая встреча мнемозины и шмелевидки скабиозовой	31.05	
Конец цветения рябины	1.06	
Начало цветения клюквы болотной	1.06	
Массовое цветение купальницы европейской	1.06	
Вылупление птенцов варакушки	1.06	
Последний утренний заморозок (местами)	1.06	
Массовое цветение шиповника майского	2.06	
Конец цветения раkitника русского, багульника, голубики	3.06	
Начало цветения любки двулистной	3.06	
Появление птенцов мухоловки серой, трясогузки белой	4.06	
Начало цветения грушанок	5.06	
Первый крик коростеля (п. Старожильск)	6.06	
Появление первых спелых плодов земляники лесной	6.06	
Появились птенцы у удода.	6.06	
Конец цветения сирени	6.06	
Вылетели слетки у зяблика, трясогузки белой, поползня, лазоревки	7.06	
Появились первые луговые опята, маслята., подберезовики, белый	8.06	
Массовое цветение нивяника	8.06	
Массовое окукливание гусениц многоцветницы темно-рыжей	9.06	
Появление нового поколения бабочек крапивниц	9.06	

	Начало цветения пальчатокоренников	10.06
	Вылет массовый ленточников тополевых	11.06
	Массовый вылет слепней	12.06
	Вылет птенцов варакушки с гнезда	12.06
	Массовое плодоношение ивы белой	13.06
	Конец цветения ландыша, купены	13.06
	Массовое плодоношение земляники	13.06
	Массовое цветение кувшинки чистобелой	15.06
	Начало цветения лука угловатого	16.06
	Появление первых спелых плодов у черники	16.06
	Появление шпального гриба и сыроежки	16.06
	Появление бабочек многоцветниц темно-рыжих	17.06
	Появление грибов – веселки обыкновенной, рогатиков	17.06
	Начало цветения зверобоя продырявленного и иван-чая	18.06
	Появились птенцы у мухоловки серой	18.06
	Улетели скворцы с выводком	18.06
	Появились птенцы второй генерации у черного дрозда	19.06
	Начало созревания плодов чины весенней	20.06
	Появление дождей	21.06
	Начало цветения лабазника вязолистного	22.06
	Начало созревания плодов у земляники зеленой	22.06
	Вылет птенцов горихвостки лысушки	23.06
	Вылет птенцов черного коршуна	24.06
	Начало осыпания плодов у купальницы европейской	24.06
	Конец цветения шиповника майского	25.06
	Начало цветения липы сердцелистной	25.06
	Вылет птенцов мухоловки серой	26.06
	Исчезновение мошки	26.06
	Начало появления шампиньонов	26.06
	Конец плодоношения трутовиков серно-желтых и чешуйчатых	26.06
	Первое появление подгрудка черного, сухляка	27.06
	Массовое появление лисичек	27.06
	Вылет с гнезда птенцов удода	28.06
	Вылет с гнезда птенцов каменки обыкновенной	28.06
	Вылет с гнезда птенцов осоеда	29.06
	Появление летней формы бабочек пестрокрыльницы изменчивой	29.06
	Устойчивый переход мин. температуры выше 10°C	30.06
	Массовое цветение липы	30.06
	Вылет первых птенцов городской ласточки	1.07
	Вылет бабочек аполлона (р. Рутка)	2.07
	Начало плодоношения малины и смородины черной	3.07
	Конец цветения липы	6.07
	Начало разбрасывания семян рабитника русского	6.07
	Начало созревания плодов костяники	6.07
	Начало цветения зимолубки зонтичной	6.07
	Появление мухомора пантерного	6.07
	Начало пролета желтой трясогузки	7.07
	Начало пролета каменок	8.07
	Начало созревания плодов черемухи	10.07
	Вылет слетка снегиря	10.07
	Появление нового поколения дневного павлиного глаза	10.07
	Появление нового поколения адмирала, желтушника шафранного	11.07
	Появление нового поколения лимонницы, перламутровки Пафия	11.07
	Массово плодоносит голубика	12.07
	Массово цветет валериана лекарственная	12.07
	Вылет нового поколения муравьев	13.07
	Появление первого желчного гриба, валуя	13.07
	Массовое появление дождевиков	13.07
	Массовое появление бабочек пестрянок таволговых	14.07
	Начало плодоношения гирипора синеющего, гриба-зонтика	15.07
	Появились грузди настоящие, подгруздок белый	15.07
	Начало краснения плодов ландыша и брусники	16.07
	Массовое созревание плодов черники и костяники	17.07
	Массовое созревание ягод малины	18.07
	Начало листопада у липы и березы (из-за засухи)	19.07
	Начало краснения листьев черемухи	19.07
	Появление первой бледной поганки	23.07
	Начало созревания плодов крушины	24.07
	Начало желтения листьев липы и березы	25.07
	Начало созревания плодов лабазника вязолистного	26.07
	Начало созревания плодов бодяка полевого, иван-чая, ивы ломкой	26.07
	Массовое созревание плодов костяники	27.07
	Появление выводка сорокопута жуланв	28.07
	Начало созревания плодов брусники	28.07
	Созрели плоды зверобоя продырявленного	29.07
	Начало созревания плодов черноплодной рябины	29.07

ЛЕТО: «Перволетье»

Ландшафт с интенсивной, густой зеленью, процессы цветения, плодоношения

	Массовое плодоношение иван-чая	30.07	
	Начало созревания плодов майника двулистного	30.07	
	Начало желтения листьев вяза (из-за жары)	31.07	
	Созревание плодов дрока германского	31.07	
	Конец плодоношения малины	31.07	
	Начало плодоношения куманики	31.07	
	Исчезновение многих насекомых из-за жары (златоглазок, комаров)	1.08	
	Самый жаркий день в году 34,5°C	2.08	
	Начало отлета городских ласточек	4.08	
	Начало краснения ягод рябины и калины	5.08	
	Исчезли слепни	5.08	
	Начало желтения листьев ракатника русского	6.08	
	Начало отлета деревенских ласточек	7.08	
	Первое появление теклы березовой	7.08	
	Начало массового листопада деревьев и кустов в пойме (из-за жары)	8.08	
	Появление слетков второго поколения горихвосток чернушек	10.08	
	Начало появления богомол в республике	10.08	
	Созревание семян у пижмы обыкновенной	13.08	
<u>ЛЕТО: «<i>Полное лето</i>»</u>	Устойчивый переход мин. температуры выше 15°C	14.08	
	Созрели плоды у лещины (ур. Б. Рамень)	14.08	
	Начало созревания плодов шиповника морщинистого	15.08	
	Появились круглоносые плавунчики на пролете	16.08	
	Последняя встреча кулика-черныша	16.08	
	Появление белых грибов (острова на р. Волга)	20.08	
	Появление пролетных желтых трясогузок	23.08	
<u>ЛЕТО: «<i>Предосенье</i>»</u>	Появление в большом кол-ве голубокрылых кобылок	23.08	
	Переход мин. температуры ниже 15°C	24.08	
	Появление пролетных стай овсянок обыкновенных	24.08	
	Начало созревания плодов боярышника кроваво-красного	24.08	
	Начало пролета зябликов, белых трясогузок	25.08	
	Появились клещевидные мухи	30.08	
	Начало пролета журавлей	2.09	
	Начало пролета канюков	2.09	
	Глухари собирают гастролиты вдоль дорог	3.09	
	Созрели плоды у шиповника майского	5.09	
	Начало появления основных грибов	6.09	
	Начало бурения листьев ивы	6.09	
	У березы начался листопад	7.09	
	Появились основные съедобные грибы	7.09	
	Массовое появление всех грибов	12.09	
Начало багровения листьев осины и вязов	12.09		
<u>ОСЕНЬ: «<i>Золотая</i>»</u> Ландшафт с желтеющей, увядающей листвой	Устойчивый переход мин. температуры ниже 10°C	14.09	
	Последняя встреча остромордых лягушек	17.09	
	Начало кочевки мышей к жилью	17.09	
	Начало желтения листьев дуба и липы и их листопад	18.09	
	Начало кочевки серых ворон	18.09	
	Отлет большого подорлика, грачей, кулика-воробья	19.09	
	Последняя встреча ласточки деревенской	20.09	
	Пожелтели листья клена	21.09	
	Массовое появление мухоморов и других грибов	22.09	
	Пожелтели листья основных деревьев и кустов	23.09	
	Начало массового листопада	24.09	
	Массовое появление боровиков	25.09	
	Первое появление зеленушек и дрожжалки оранжевой	25.09	
	Опадание всех листьев черемухи	25.09	
	Опали желуди у дуба	26.09	
	Некоторые липы остались без листьев	26.09	
	Березы на четверть пожелтели	26.09	
	Пролет последнего канюка	29.09	
	Конец плодоношения опят осенних	29.09	
	Начало появления зимних опят	30.09	
	Конец бабьего лета	2.10	
	Прилетели первые свистели	2.10	
	Береза на четверть без листьев	2.10	
	Конец листопада у липы	3.10	
	Дуб на 75 % без листьев	3.10	
	У вяза и осины осталось 10 % листьев	6.10	
	Массовый листопад	6.10	
	Появление грибов алеврия оранжевая	7.10	
	Начало желтения хвоинок лиственницы	7.10	
	<u>ОСЕНЬ: «<i>Глубокая</i>»</u> Бурый, оголяющийся ландшафт, отмирающая листва, первый снег	Устойчивый переход мин. температуры ниже 5°C	8.10
		Пролет последних чибисов	8.10
		Появились грибы – доплатники инфулообразные	8.10
Конец листопада ольхи черной		9.10	
Первый заморозок на почве		9.10	
Сокращение количества грибов		10.10	

	Конец листопада всех кустов	11.10	
	Конец листопада вяза и осины	12.10	
	Полное пожелтение хвойнок лиственницы	12.10	
	Начало прилета снегирей	14.10	
<u>ОСЕНЬ: «Предзимье»</u> Чередование «голоого» и снежного ландшафта	Устойчивый переход максимальной температуры ниже 5°C	15.10	
	Последняя радуга после дождя	15.10	
	Конец листопада основных деревьев	17.10	
	Конец листопада ивы козьей	19.10	
	Прилет чечеток	20.10	
	Прилет пуночек	22.10	
	Зайцы в «белых штанах»	22.10	
	Появление первого льда на старицах и лужах (растаял)	23.10	
	Земля впервые покрылась мерзлой коркой	24.10	
	Конец листопада берез и ив	27.10	
	Выпал снег и установился временный снежный покров	30.10	
	На реке появились забереги	31.10	
	Последний след медведя	1.11	
	Первый снегопад с метелью	3.11	
	Появление шуги и снежного «сала»	7.11	
	Пролет последнего зимняка	7.11	
	Последняя встреча орлана-белохвоста (ур. Пустое Жило)	10.11	
	Последняя встреча утки-кряквы	10.11	
	Ледяной дождь	11.11	
	Последняя встреча вьюрка	15.11	
	Река местами полностью покрыта льдом	16.11	
	Вода в реке упала и образовалась пустоледка по краям	22.11	
	Последняя встреча утки-кряквы (ур. Пустое Жило)	23.11	
	Последняя встреча зимних опят	23.11	
	Последняя встреча зарянки (п. Старожильск)	26.11	
	Последняя встреча зеленушки	26.11	
	Последняя встреча зяблика	26.11	
	Река покрылась льдом полностью	26.11	
	<u>ЗИМА: «Мягкая»</u> Снежный покров, возможны проталины	Устойчивый переход макс. температуры ниже 0°C	30.11



Рис. 9.1. «Глубокая» зима



Рис. 9.2. «Предвесенье»



Рис. 9.3. «Пестрая» весна.

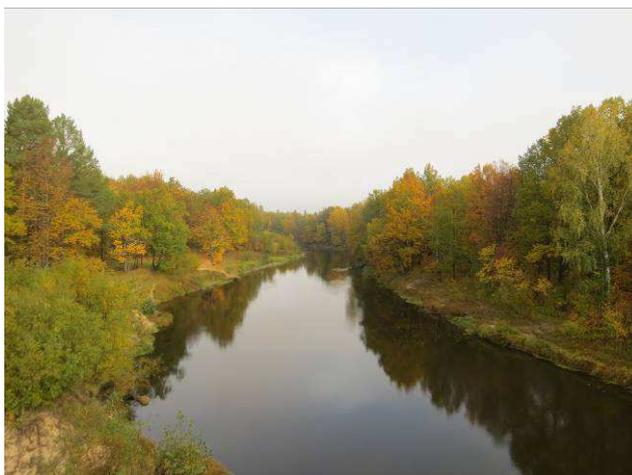


Рис. 9.4. «Золотая» осень.



Рис. 9.5. «Предзимье».



Рис. 9.6. «Мягкая» зима.

Фото Г.А. Богданова, А.В. Исаева.

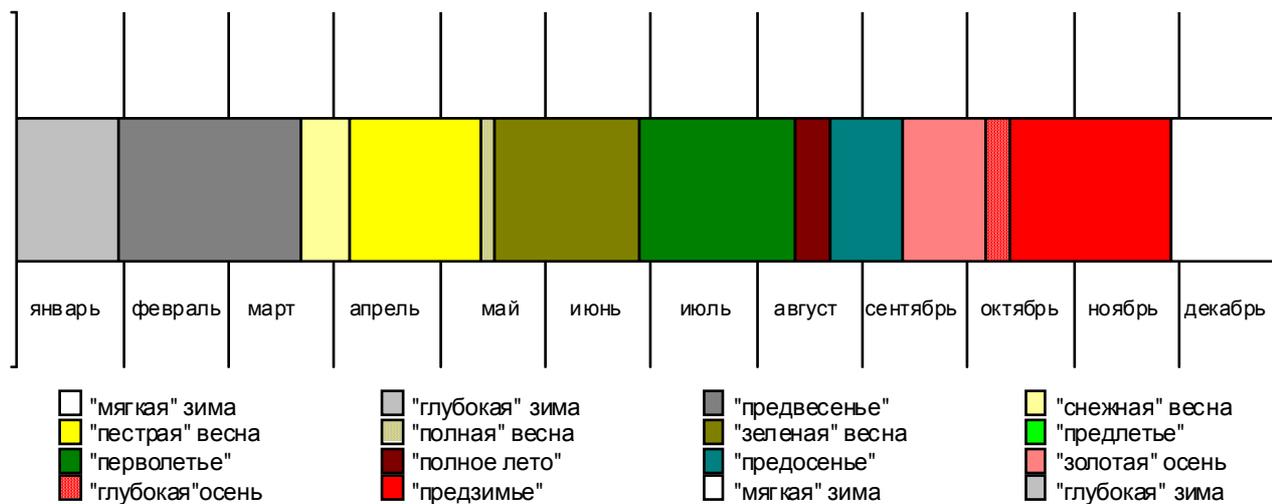


Рис. 9.7. Диаграмма фенологической периодизации 2016 года.

## 10. Состояние заповедного режима и влияние антропогенных факторов на природу заповедника

В 2016 году изменений в составе территории заповедника не произошло.

### 10.1. Частичное пользование природными ресурсами

**Сенокосение** в 2016 году не проводилось. Сокращение произошло за счёт добровольного прекращения пользования сенокосными угодьями жителями, в виду сокращения содержания скота. Таким образом, влияние кошения, как искусственного средообразующего фактора, незначительно и стабильно уменьшается. Данные о сенокосении представлены в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Сенокосение в заповеднике в 2016 году

№ п/п	Местонахождение сенокоса (участок)	№ кв.	Площадь, га	Покос (постоянный, временный, противопожарный и т.д.)	Наименование пользователя	Число заготовителей
1.	-	-	-	-	-	-
	Итого					

Тенденция сокращения площади участков скашивания травянистой растительности была отмечена ранее в летописи природы (ЛП), (ЛП 2001 – ЛП 2005). В связи с этим, перед заповедником возникает проблема выбора стратегии сохранения условий обитания отдельных видов растений, являющихся редкими для территории заповедника или Республики Марий Эл, и имеющими устойчивые популяции только при регулярном удалении надземной фитомассы других видов (в основном, многолетников). Кроме этого, олуговелые лесные поляны по берегам реки Большая Кокшага являются местами нереста некоторых видов рыб, проходящего более успешно на выкошенных участках. Для решения этих проблем, в соответствии с концепцией охраны биологического разнообразия в заповедниках, необходима экспертная оценка специалистов-фитоценологов и ихтиологов.

В 2016 году на территории заповедника выпас скота не проводился.

Таблица 10.2

Выпас скота в заповеднике в 2016 году

№ п/п	Местонахождение (лесничество, участок)	№ квартала	№ выдела	Вид скота	Количество голов	Принадлежность скота
-	-	-	-	-	-	-

**Сбор грибов и ягод** жителями внутренних деревень для личных нужд, а также работниками заповедника во время работы в полевых условиях проводился на специально отведённых для этих целей участках согласно приложения № 8 к Положению о заповеднике. Количество собранной продукции не учитывалось. Общее количество сборщиков – 12 человек.

**Пахотные земли** на территории заповедника отсутствуют.

## 10.2. Заповедно-режимные и лесохозяйственные мероприятия

### 10.2.1. Заповедно-режимные мероприятия

В 2016 году проводились профилактические беседы с населением внутренних деревень и близлежащих населённых пунктов с разъяснением требований режима заповедника, раздавались листовки по противопожарной тематике, проводилось пешее патрулирование, автопатрулирование, авиапатрулирование, оперативные рейды по территории заповедника и его охранной зоны. Из заповедно-режимных мероприятий проводились расчистка дорог и патрульных троп от ветровальных деревьев, уход за минерализованными полосами, режимное сенокошение, ремонт и установка шлагбаумов и предупреждающих аншлагов, ремонт мостов и дорог противопожарного назначения.

### 10.2.2. Лесохозяйственные мероприятия

**Пользование древесиной**, или законное пользование древесиной, предусмотренное Положением о заповеднике. Для хозяйственных нужд заповедника (отопления кордонов) использовалась древесина, заготовленная согласно лесной декларации. Ветровальная и валёжная древесина не использовалась. Данные о пользовании древесиной приведены в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Пользование древесиной в заповеднике в 2016 году

Вид пользования		Уборка валежа		
Участок		Северный	Южный	Итого
№ квартала		24	75, 65	-
№ выдела		25	33, 49	-
Площадь, га		6,1	7,1	13,2
Разрешено к отпуску по лесной декларации, м <sup>3</sup>	полуделовой	-	-	-
	дрвяной	191	79	270
	хвороста	-	-	-
	итого	191	79	270
Фактически использовано, м <sup>3</sup>	полуделовой	-	-	-
	дрвяной	76	64	140
	хвороста	-	-	-
	итого	-	-	-
Распределение древесины, м <sup>3</sup>	на нужды заповедника	76	64	140
	на нужды работников	-	-	-

Лесокультурные, регуляционные и биотехнические работы не проводились.

### 10.2.3. Прочие воздействия на природу заповедника

Законным следует считать **нахождение на территории** заповедника граждан, законно занимавшихся сенокошением, сбором грибов и ягод, рыбной ловлей, транзитом проезжающих и проходящих по лесной дороге, ведущей в населенные пункты, находящиеся на терри-

тории заповедника. В прошедшем году было выписано 43 пропуска для посетителей внутренних деревень, дачников, сторонних исполнителей, проводящих научные работы на территории заповедника по договорам, и работников организаций, обслуживающих коммуникации. Количество сторонних лиц, посетивших в отчетном году территорию заповедника по разрешениям, составило 238 чел., в т.ч. транзитно – 168 чел., с научными целями – 70 чел. Также осуществлялось регулярное патрулирование территории инспекцией заповедника.

Нахождение людей на территории заповедника продолжает быть достаточно действенным фактором вмешательства в природные процессы.

**Изъятие животных** в научно-исследовательских целях проводилось в процессе исследований, проводимых по договорам. Сведения об организмах, изъятых из природы заповедника в научно-исследовательских целях, приведены в табл. 10.4.

Таблица 10.4

**Изъятие животных из природы заповедника в научных целях в 2016 году**

№ п/п	Группа животных	Количество видов	Количество экземпляров	Место изъятия (квартал, урочище)	Исполнитель научных исследований
-	-	-	-	-	-

### 10.3. Прямые и косвенные внешние воздействия

#### 10.3.1. Изменения гидрологического режима

Влияние искусственных факторов (каналов, плотин на малых реках, земляных работ в нижней части поймы и т.п.) на гидрологический режим реки Большая Кокшага не изучалось, поскольку такие работы не проводились.

#### 10.3.2. Промышленные и сельскохозяйственные загрязнения

Влияние на природу заповедника деятельности **сельскохозяйственных предприятий**, расположенных в бассейне реки Большая Кокшага выше территории заповедника, в 2016 году не изучалось. **Импактные загрязнения** территории заповедника не выявлены.

#### 10.3.3. Воздействие сельского, лесного и охотничьего хозяйства

**Тренд численности** животных как результат антропогенного влияния слабо проявился в осеннем увеличении численности лосей в заповеднике, совпавшим с открытием сезона охоты на копытных. Не выраженным было и осеннее скопление готовящихся к отлёту водоплавающих птиц на оз. Шушьер (раздел 8.2).

### 10.3.4. Нарушения режима заповедника

В течение 2016 года на территории заповедника выявлено 13 нарушений заповедного режима и его охранной зоны. **Незаконное нахождение** на территории в 2016 году совершили 12 человек. **Незаконной охоты на территории заповедника и его охранной зоны** – не было. Сведения о выявленных нарушениях заповедного режима на территории заповедника в 2016 году представлены в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Нарушения режима заповедника в 2016 году

Вид нарушения	Место (кварт., уроч.)	Дата обнаружения	Кол-во нарушений	Изъятые орудия, незаконно добытая продукция	Размер нарушения	Последствия для животного и растительного мира
Незаконное рыболовство <i>Всего случаев</i>	-	-	-	-	-	-
Незаконное нахождение, проход, проезд по территории	кв. 64 кв. 64 кв. 86 кв. 73 кв. 72 кв. 86 кв. 86 кв. 86	11.06. 11.06. 17.09. 18.09. 20.09. 24.09. 24.09. 16.10.	1 3 1 1 1 2 2 1	-	незначительный	фактор беспокойства для животных, возможный занос чуждых видов растений
<i>Всего 12 случаев</i>						
Незаконная охота <i>Всего случаев</i>	-	-	-	-	-	-
Иное (повреждение аншлага) <i>Всего случаев</i>	-	-		-	-	-
Итого			12			

### 10.3.5. Последствия интродукции и акклиматизации растений и животных

О проникновении в 2016 году в заповедник **видов-интродуцентов** с сопредельных территорий сведений нет. Специальные работы по изучению **заноса видов** растений не проводились. Интродукция животных и растений в заповеднике запрещена. **Синантропные виды** присутствуют в виде незначительных популяций (см. ЛП-98). Существенных изменений в их численности не произошло.

### 10.3.6. Одичавшие домашние животные и волко-собачьи гибриды

Визуальных встреч домашних животных на территории не было. Волко-собачьи гибриды и одичавшие домашние животные не наблюдались.

### 10.3.7. Пожары и другие стихийные воздействия

На территории заповедника в 2016 году пожаров не было. Перечень антропогенных воздействий, проявившихся в течение 2016 года, приведён в табл. 10.6.

Таблица 10.6

**Проявления в 2016 году внутренних и внешних антропогенных факторов,  
вызывающих изменения в природных комплексах заповедника**

Фактор	Источник	Характер проявления	Интенсивность воздействия	Место воздействия
<b>Биотические факторы</b>				
Интродукция, акклиматизация, занос видов и их последствия	биотехния до запов.	обнаружение заносных видов, существование локальных популяций	низкая, не определена	территория заповедника
Экспансия генетическая	лесовосст. до запов.	существование деревьев чуждых генетич. форм (в основном, сосны обыкновенной)	не определена	-
Выпас	скот ВНП	повреждение и уничтожение растений, формирование сообществ, инвазия, ФБ	низкая	участки РПП
Тренд численности как антропогенное следствие	охотхоз. за терр. ОЗ	спад численности волков и перераспределение территории, сезон. увеличение числен. лосей, водоплавающей дичи	не определена	территория заповедника
<b>Социальные (организованные и неорганизованные) факторы</b>				
Охота незаконная	нарушит.	установка незаконных орудий лова, изъятие животных, ФБ	не выявлено	территория заповедника
Лов рыбы, в т.ч. незаконный		изъятие животной биомассы, ФБ	низкая	река, старицы
Пользование древесиной	работ. ГПЗ, нарушит.	изъятие растительной биомассы, нарушение целостности сообществ, ФБ	низкая	
Сбор частей растений и грибов, в т.ч. незаконный	жит. ВНП, нарушит.	изъятие растительной биомассы, нарушение целостности сообществ, ФБ	низкая	
Сенокосение	жители ВНП	изъятие растительной биомассы, поддержание искусственных ценозов, ФБ	низкая	участки РПП
Нахождение на территории, в т.ч. незаконное	жители, работ. ГПЗ	транспортное загрязнение, ФБ	низкая средняя	территория заповедника
Исследования научные	исполнит.	изъятие животных и растений, ФБ	низкая	-”-
Влияние промышленных предприятий	выбросы	химическое и механическое загрязнение осадков и атмосферы	достоверно не определено	территория заповедника
Влияние предприятий сельского и лесного хозяйства	хемо- и биогены, вырубки	загрязнение вод реки и озёр (в т.ч. стариц), инвазии; концентрация животных на вырубках	низкая	р. Б.Кокшага, оз. Капсино, оз. Шушьер
Использование авиатранспорта	авиа-транспорт	загрязнение атмосферы (≈120 рейсов), ФБ	низкая	кв. 1-8, 14-16
Использование наземного и наводного транспорта	транспорт. ср-ва, ДВС	загрязнение поверхностных вод, почвы, атмосферы, ФБ	низкая	территория заповедника
Появл., развитие и поддерж. ДТС к ППП, местам РПП, базовым кордонам (БК), ВНП, контролируемым объектам	сборщики, раб. ГПЗ, посетители ВНП	уплотнение почв, изменения растительных сообществ, занос чуждых видов	не определена	участки РПП, пойма реки, дороги
Эксплуатация магистральных нефтепроводов и ЛЭП	контроль, ЭМП	наруш. формирующихся опуш. ассоц. при расчистке, ФБ при контроле, влияние ЭМП	не определена	сев. граница, ЛЭП к ВНП
Хозяйственная деятельность ВНП и БК	ХФС, дым, мусор	загрязнение атмосферы, грунтовых вод и почв, распространение бытовых отходов	низкая	вокруг ВНП и БК, дороги

**Примечания:** курсивом выделены логические предположения, не подтверждённые экспертными результатами; РПП – разрешённое природопользование, ВНП – внутренние населённые пункты, ФБ – фактор беспокойства, ДВС – двигатели внутреннего сгорания, ДТС – дорожно-тропиночная сеть, ППП – постоянные пробные площадки, ЭМП – электромагнитные поля, ХФС – хозяйственно-фекальные стоки.

## 10.4. Антропогенное воздействие на природные комплексы охранной зоны заповедника

### 10.4.1. Лесохозяйственные мероприятия

Лесохозяйственные мероприятия в охранной зоне (ОЗ) проводились ООО «ЛХП Таволга» (Старожильское, Краснооктябрьское участковыми лесничествами), ООО «Кундыш» (Кундышское участковое лесничество) в соответствии с лесоустроительными материалами и режимом зоны (табл. 10.7 и 10.8).

## Лесохозяйственные мероприятия, проведенные в ОЗ в 2016 году (ООО «ЛХП Таволга»)

Вид работы	Квартал	Выдел	Объем работ
<b>Старожильское участковое лесничество</b>			
Разрубка противопожарного разрыва	1	24	0,81 км/1,6 га
	1	28	0,66 км/1,32 га
	5	3	0,8 км/1,6 га
	2	2	0,9 га/552 м <sup>3</sup>
	2	2	0,2 га/61 м <sup>3</sup>
Строительство дорог п/п назначения	1	4	0,4 км
	1	11	0,07 км
	1	13	0,55 км
	1	16	0,12 км
	1	18	0,2 км
	1	24	0,34 км
Устройство п/п минерал. полос	5	3	1,784 км
Добровольно-выборочная рубка	14	22	11,2 га/770 м <sup>3</sup>
Проходная рубка	13	26	4,2 га/235 м <sup>3</sup>
<b>Краснооктябрьское участковое лесничество</b>			
Подготовка почвы под лесные культуры	20	10	7,1 га
Уход за минерал. полосами	62	2	0,31 км
	62	6	0,28 км
	62	10	0,11 км
	62	14	0,22 км
	62	32	0,08 км
Механиз. уход за лесн. культурами	51	30	4,6+4,6 га
	63	6	4,1+4,1 га
	20	10	4,1+4,1+4,1 га
	2	22	3,5+3,5 га
	51	36	3,2+3,2 га
Устройство минерал. полос	62	2,5,6,14,18,20,22,24,25,30,32	4,443 км
Уход за минерал. полосами	72	1	0,25 км
	72	10	0,33 км
	72	22	0,20 км
	72	35	0,45 км
	73	36	1,27 км
	73	41	0,16 км
	73	46	0,07 км
	73	45	0,56 км
	73	38	0,18 км
	72	40	0,9 км
	72	41	0,08 км
	51	35	0,74 км
	51	34	0,36 км
	51	32	0,74 км
	51	35	0,19 км
	51	38	0,2 км
	51	36	0,1 км
	51	32	0,38 км
	51	33	0,09 км
	50	19	0,25 км
	50	32	0,1 км
	50	32	0,2 км
	50	29	0,41 км
50	30	0,11 км	
50	23	0,25 км	
50	31	0,42 км	
50	23	0,6 км	
62	2	0,29 км	
62	6	0,72 км	

Окончание табл.10.7

Вид работы	Квартал	Выдел	Объем работ
	62	10	0,19 км
	62	6	0,5 км
	62	10	0,6 км
	62	14	1,15 км
	62	32	0,25 км
	62	2	1,75 км
	50	30	0,17 км
	50	29	0,55 км
	50	32	0,2 км
	50	31	0,2 км
Устройство минерал. полос	72	1	2,0 км
	72	10	2,48 км
	72	22	1,69 км
	72	24	1,1 км
	72	30	3,6 км
	72	35	3,6 км
	72	33	0,45 км
	62	32	0,06 км
	62	30	0,14 км
	62	25	0,06 км
	62	20	0,2 км
	62	24	0,23 км
	62	22	0,17 км
	62	18	0,3 км
	62	14	0,22 км
	62	10	0,2 км
	62	6	0,5 км
Дополнение лесных культур	2	22	3,5 га
Посадка лесных культур	20	10	4,1 га
	63	6	4,1 га
	51	36	3,2 га
Сплошная рубка	20	10	7,1 га/2063 м <sup>3</sup>
Добровольно-выборочная рубка	19	7	6,4 га/274 м <sup>3</sup>
Проходная рубка	19	5	4,9 га/290 м <sup>3</sup>
Добровольно-выборочная рубка	73	22	12,5 га/681 м <sup>3</sup>
Разрубка п/п разрыва	37	1	1,4 га/341 м <sup>3</sup>

**Примечание:** \* СР – санитарные рубки; ПРХ – проходные рубки; ДВР – добровольно-выборочные рубки; л/к – лесные культуры; п/п противопожарный.

Таблица 10.8

## Лесохозяйственные мероприятия, проведенные в ОЗ в 2016 году ООО «Кундыш»

Вид мероприятий	Участковое лесничество	Квартал	Выдел	Площадь (га, км.)
<b>Противопожарные мероприятия</b>				
Уход за противопожарным разрывом	Кундышское	95	2,3,4,5	1 км
		95	43	0,3км
Уход за мин. полосами	Кундышское	79	35,3,10,8,7,2,1,36	4,6 км
		95	1	0,3 км
		63	52,33,34	3,2 км
		64	31	2,1 км
Проходная рубка	Кундышское	64	1	32,3 га/2013 м <sup>3</sup>

#### **10.4.2. Пожары и противопожарная профилактика**

Пожаров на территории охранной зоны заповедника в 2016 году не было. Противопожарную профилактику проводили все арендаторы лесных участков: ООО «ЛХП Таволга», ООО «Кундыш». В наиболее пожароопасные периоды Правительство Республики Марий Эл объявляло леса республики (в том числе и ОЗ) закрытыми для посещения.

#### **10.4.3. Побочное пользование**

**Сенокосение** в 2016 году на территории заповедника проводилось на площади 2,5 га (урочище Красный Яр – 1 га, д. Шушер – 1 га, к. Шимаево – 0,5 га).

**Выпас общественного скота** пос. Кужинский Конопляник (4 овцы) проводился на обычных местах после сенокоса и на трассе ЛЭП.

**Сбор грибов и ягод** проводился по всему периметру ОЗ.

**Любительский лов рыбы** в ОЗ проводился в малых объемах, в основном, в соответствии с правилами, существующими в Республике Марий Эл.

#### **10.4.4. Регуляционные мероприятия**

Регуляционные мероприятия на территории ОЗ в 2016 году не проводились.

#### **10.4.5. Ремонтные и строительные работы**

Ремонтные и строительные работы в 2016 году проводились на южном участковом лесничестве (мост через р. Шамка).

#### **10.4.6. Использование авиации**

В северной части ОЗ по согласованию с заповедником осуществлялись контрольные полеты вертолетов МИ-8 (около 100 рейсов в год) для осмотра с низких высот трассы нефтепровода. В пожароопасный период осуществлялись полеты самолета авиалесоохраны.

#### **10.4.7. Нарушения режима охранной зоны**

В 2016 году в охранной зоне заповедника было выявлено одно нарушение (п. 2.2 положения: проведение рубок без согласования).

## 11. Научные исследования

В 2016 году штата научного отдела не изменился. Общая численность отдела на конец года составила 5 человек (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Штат научного отдела в 2016 году

Ф.И.О.	Год рождения	Должность	Специальность	Год окончания ВУЗа	Ученая степень	Стаж в заповеднике	Научная специализация
Богданов Геннадий Алексеевич	1965	старший научный сотрудник	Биолог, преподаватель биологии и химии	МарГУ, 1991	-	21 год 5 мес.	Флористика
Богданова Людмила Геннадьевна	1969	инженер лаборатории мониторинга	Биолог, преподаватель биологии и химии	МарГУ, 1991	-	12 лет 0 мес.	Фенология
Демаков Юрий Петрович	1948	главный научный сотрудник	Инженер лесного хозяйства	МарГТУ, 1976	д.б.н.	11 лет 6 мес.	Лесоведение, экология
Рыжова (Прокопьева) Людмила Валерьяновна	1975	старший научный сотрудник	Биолог, преподаватель биологии и химии, учитель географии	МарГУ, 1997	к.б.н.	8 лет	Популяционная ботаника и экология растений
Исаев Александр Викторович	1979	зам. директора по научной работе	Инженер лесного и лесопаркового хозяйства	МарГТУ, 2001	к.с.-х.н.	15 лет 5 мес.	Лесоведение, почвоведение
Князев Михаил Николаевич	1953	старший научный сотрудник	Биолог-охотовед	КСХИ, 1976	-	13 лет 1 мес.	Фауна

### 11.1. Ведение картотек

Сведения о поступлении карточек встреч животных в научный отдел заповедника приведены в табл. 11.2.

Таблица 11.2

Сведения о поступлении карточек в картотеку в течение 2016 года

Респонденты	Количество карточек			
	Млекопитающие	Птицы	Пресмыкающиеся	Всего
Инспекторы отдела охраны	190	86	0	276
Научные сотрудники	9	3	0	12
Другие посетители	9	13	0	22
ИТОГО:	208	102	0	310

В 2016 году количество поступивших в научный отдел карточек встреч млекопитающих, по сравнению с предыдущим годом, уменьшилось на 100 шт., а птиц – на 77 шт., и составило в общей сложности 310 шт. Встречи пресмыкающихся не фиксировались. Количество встреч млекопитающих по-прежнему значительно доминирует над таковым по птицам – на 106 шт.

Больше всего отмечено встреч лося (52 карточки), зайца (41 карточка) и бобра (27 карточек) (табл. 11.3). Встречи кабана фиксировались лишь в 21 случае. По прежнему редки встречи таких крупных хищных млекопитающих как волк и рысь, что обусловлено осторожностью животных и большой площадью индивидуальных участков. Весьма малочисленны встречи барсука и енотовидной собаки. Встречи горностая и ласки в 2016 году не фиксировались. Из редких видов, занесенных в Красную книгу РМЭ, отмечено две встречи выдры.

Таблица 11.3

**Количество поступивших карточек встреч по видам млекопитающих в 2016 году**

Вид	Лось	Заяц-беляк	Бобр	Кабан	Медведь	Белка	Лиса	Куница	Волк	Рысь	Выдра	Енотовидная собака	Барсук	Всего
Сумма	52	41	27	21	17	16	13	8	6	3	2	1	1	208

Наибольшее число карточек встреч по птицам заполнено на глухаря (35) и цаплю (18), последняя довольно часто отмечается по реке Большая Кокшага. Довольно часто отмечаются на старицах реки кряквы. Видовая принадлежность некоторых утиных не определена (9), поскольку встречи в основном происходят на перелете (табл. 11.4). На открытых участках полей д. Шаптунга отмечался тетерев.

Таблица 11.4

**Количество поступивших карточек встреч по видам птиц в 2016 году**

Вид	Глухарь	Цапля	Рябчик	Утка кряква	Утка ср.	Тетерев	Дятел белоспин	Коршун	Журавль	Обыкновенная овсянка	Дятел седой	Зимородок	Вальдшнеп	Сыч мохноногий	Ястреб ср.	Пуночка	Рябинник	Всего
Сумма	35	18	11	10	9	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	102

Через территорию заповедника проходит миграционный путь в весенний и осенний периоды серых журавлей и гусей, поэтому они отмечаются в основном на пролете. В 2016 году встречи орлана-белохвоста у оз. Шушер не фиксировались. В ур. Красная горка отмечен зимородок – редкий вид, занесенный в Красную книгу РМЭ.

## 11.2. Исследования, проведенные заповедником

По плану научно-исследовательских работ в 2016 году исследования проведены по следующим основным направлениям и темам (табл. 11.5).

## План научно-исследовательских работ на 2016 год

№№ п/п	Мероприятия	Единицы измерения	Объемный показатель	Ответственный исполнитель
1.	Общее количество научных тем в разработке	Ед.	8	Сотрудники отдела
1.1.	Маршрутные учеты животных (всего),	км	399,8	Сотрудники отдела
1.2.	в том числе: ЗМУ	км	292	Князев М.Н.
1.3.	иные виды маршрутных учетов: 1. населения мелких позвоночных животных (грызунов) на постоянных маршрутах 2. зимние учеты птиц 3. фауна и население птиц на постоянных маршрутах	км	1. 43,2 2. 78,0 3. 22,5	1. Дубровский В.Ю.* 2. ВООП** 3. Дробот В.И.***
1.4.	Виды основных полевых работ 1. Изучение содержания валовых форм металлов в пойменных экотопах заповедника. 2. Изучение содержание валовых форм металлов в почвах сосновых лесов заповедника. 3. Анализ флоры заповедника Большая Кокшага. 4. Оценка состояния древостоя на ранее заложённых пробных площадях. 5. Экологическая роль лесной подстилки в функционировании сосновых фитоценозов. 6. Видовой состав и численность орнитофауны южной части заповедника. 7. Популяционное исследование заболеваний брусники обыкновенной. 8. Закономерности динамики температурно-гидрологического режима почв сосновых лесов заповедника	кол-во пробных площадей (ППП), трансект, на которых ведутся полевые работы,	1. 4 ВПП 2. 3 ППП 3. 805 видов 4. 1 ППП 5. 2 ППП 6. 1 ППП 7. 1 ППП 8. 2 ППП	1. Исаев А.В. 2. Демаков Ю.П. 3. Богданов Г.А. 4. Исаев А.В. 5. Демаков Ю.П. 6. Богданов Г.А. 7. Прокопьева Л.В. 8. Демаков Ю.П.
1.5.	Виды мониторинговых работ 1. зимние маршрутные учеты;  2. замер максимальной температуры воздуха; 3. замер минимальной температуры воздуха; 4. замер количества осадков; 5. замер мощности снегового покрова;  6. измерение уровня воды на водомерном посту Шимаево р. Большая Кокшага; 7. учет тетеревиных птиц на токах;  8. динамика обрушение берега у кордона Красная Горка; 9. учет урожайности желудей дуба черешчатого; 10.учет урожайности черники. 11.учет урожайности клюквы 12.погодичная динамика состава и продуктивности луговых фитоценозов заповедника; 13. замер атмосферного давления на метеопосту; 14.фенонаблюдения «Фенологическая периодизация года»; 15.карточки регистрации птиц и зверей и их деятельности; 16. Измерение температуры почв в различных экотопах заповедника; 17. Измерение влажности почв в различных экотопах заповедника;		1. 11 маршрутов 2. метеопост 3. метеопост 4. метеопост 5. 4 маршрута  6. водомерный пост 7. тока 8. 1 ППП 9. 27 деревьев 10. 2 ППП 11. 2 ППП 12. 1 ВПП  13. метеопост 14. маршрут  15. территория заповедника 16. 2 ППП 17. 2 ППП	1. сотрудники заповедника 2. Богданов Г.А. 3. Богданов Г.А. 4. Богданов Г.А. 5. сотрудники заповедника 6. сотрудники заповедника 7. сотрудники заповедника 8. Исаев А.В. 9. Исаев А.В. 10. Богданова Л.Г. 11. Богданова Л.Г. 12. Богданова Л.Г. 13. Богданов Г.А. 14. Богданова Л.Г. 15. сотрудники заповедника 16. Демаков Ю.П., Исаев А.В. 17. Исаев А.В., Демаков Ю.П.

№№ п/п	Мероприятия	Единицы измерения	Объемный показатель	Ответственный исполнитель
2.	Обработка материала			
2.1.	Создание и развитие информационной системы	Кол-во раз- делов и слов- ев ГИС (вновь соз- дающиеся пополняе- мые) объем в Мб	Карточки регистра- ции животных (5 Мб). База данных по ППП (Microsoft Excel 10 Мб) 1 Гб	Сотрудники научного отдела и отдела охра- ны, привлеченные спе- циалисты по договору
2.2.	Дополнение базы данных по результатам ин- вентаризации			
2.3.	Дополнение базы данных по результатам мо- ниторинга			
2.4.	Работа с ГИС-комплексом заповедника			
2.5.	Организация и участие в научно-практических конференциях, семинарах, совещаниях и т.п.	Кол-во /число уча- стников (по разделам)	2/2	Сотрудники научного отдела
2.6.	Подготовлено публикаций:			
	Реферируемых ВАК		7	Сотрудники научного отдела
	Всероссийских с международным участием		4	
Региональных	-			
2.7.	Организация студенческих практик	Кол-во ВУ- Зов /студ-ов	3/60	Исаев А.В.
2.8.	Публикация результатов			
2.9.	Издание тематических сборников, монографий и трудов	Кол- во/тираж	-	-
2.10.	Разработка рекомендаций по сохранению при- родных комплексов и рациональному исполь- зованию природных ресурсов.	Кол-во до- кумен- тов/тираж	-	-
2.11.	Количество параметров окружающей среды (включая биоту), измеряемых в ходе экологи- ческого мониторинга, проводимого на терри- тории заповедника	ед.	6	сотрудники научного отдела
2.12.	Количество продолжающихся многолетних (более 10 лет) рядов наблюдений	ед.	11	сотрудники научного отдела, сторонние ис- полнители
2.13.	Количество студенческих дипломных и курсо- вых работ, подготовленных по материалам, собранным в заповеднике	ед. (дипло- мы/ курсовые)	4/1	научный руководитель
2.14.	Проведение заседаний НТС, рабочих групп НТС и семинаров	НТС/Раб. групп НТС	1/2	Исаев А.В.

**Примечание:** \* - КЮБЗ г. Москва; \*\* - ВООП - Государственный Дарвинский музей; \*\*\* - МарГУ.

### 11.3. Исследования, проведенные другими организациями и учеными

Результаты некоторых исследований, выполненных сторонними исполнителями, отражены в разделах 7 и 8 настоящей Летописи природы.

### 11.4. Инвентаризация биоты

В данной книге Летописи природы не приводятся. Сведения о находках новых видов организмов на территории заповедника и охранной зоны имеются в разделах 7 и 8 этой книги.

## 12. Охранная зона

Регуляционные и биотехнические мероприятия в охранной зоне в 2016 году не проводились.

## 13. Многолетние исследования

### 13.1. Орнитофауна южной части заповедника в период предзимья

**Введение.** Проанализированы результаты позднеосенних учетов птиц за 19 лет. За это время в заповеднике зарегистрировано 57 видов. Из них ежегодно отмечен 21 вид. Остальные это 11 видов перелетных птицы, 7 - совершающих регулярные кочевки, 6 ночных (совообразные), 5 редких для региона и 7 стенобионтных или не лесных видов. Межгодовые изменения плотности населения рассмотрены у десяти многочисленных видов. Показано, что у всех видов в 2000 г. отмечено резкое снижение численности. В остальном спады и подъемы плотности населения у каждого вида происходят самостоятельно, заметных синхронных изменений не обнаружено.

Ежегодно, в течение 19 лет (с 1998 по 2016 гг.) в заповеднике «Большая Кокшага» в первой декаде ноября мы выполняли орнитологические наблюдения. Отмечали видовой состав авифауны и плотность населения видов в основных биотопах заповедника. В настоящем сообщении приводим результаты анализа многолетних данных за этот период.

Для составления списка видов и характеристики биотопических предпочтений использованы все имеющиеся данные. Для расчета плотности населения отдельных видов в основных биотопах выполняли учеты, которые проводили на произвольных маршрутах в период с рассвета и до 12.00. Отдельно отмечали птиц, встреченных в полете. Редкими считали виды, встреченные один раз, только в полёте или вне учета. Для них расчет плотности населения не проводили. Обычные виды - средняя плотность населения которых не превышает 10 особей/км<sup>2</sup>, многочисленные – более 10 особей /км<sup>2</sup> [1].

Учеты выполнены в различных местообитаниях, но ежегодно в трех биотопах, а именно. 1) Разнотипные сосняки, в основном, зеленомошники. 2) Пойменные сообщества реки Большая Кокшага (дубравы с примесью ольхи, липы, клена). 3) Приручьевые сообщества (черноольшанники в поймах ручьёв и приручьевые ельники по бровке коренного берега) р. Шестолить-Энер, Интунг, Арья и Шамка. Кроме этого в разные годы обследовали: мелколиственные леса, разновозрастные вырубki и открытые пространства (залежи, поля, заливные луга). Эти биотопы в заповеднике фрагментарны, поэтому для них расчет плотности населения птиц не проводили.

**Результаты и обсуждение.** Видовой состав. Нами было зарегистрировано 57 видов птиц. Порядок упоминания видов по В.К. Рябицеву [2]. Это: кряква (*Anas platyrhynchos*), гусь sp. (*Anser*), гоголь (*Bucephala clangula*), полевой лунь (*Circus cyaneus*), ястреб тетеревятник (*Accipiter gentilis*), ястреб перепелятник (*A. nisus*), канюк обыкновенный (*Buteo buteo*), зимняк (*B. lagopus*), орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), рябчик (*Bonasia bonasia*), тетерев (*Lyrurus*

*tetrix*), глухарь (*Tetrao urogallus*), коростель (*Crex crex*), вальдшнеп (*Scolopax rusticola*), болотная сова (*Asio flammeus*), мохноногий сыч (*Acgolius funereus*), воробьиный сычик (*Glaucidium passerinum*), серая неясыть (*Strix aluco*), длиннохвостая (уральская) неясыть (*S. uralensis*), бородатая неясыть (*S. nebulosa*), желна (*Dryocopus martius*), седой дятел (*Picus canus*), зеленый дятел (*P. viridis*), большой пестрый дятел (*Dendrocopos major*), белоспинный дятел (*D. leucotos*), малый пестрый дятел (*D. minor*), трехпалый дятел (*Picoides tridactylus*), сойка (*Garrulus glandarius*), сорока (*Pica pica*), кедровка (*Nucifraga caryocatactes*), серая ворона (*Corvus cornix*), ворон (*C. corax*), свиристель (*Bombycilla garrulus*), крапивник (*Troglodytes troglodytes*), желтоголовый королек (*Regulus regulus*), зарянка (*Erithacus rubecula*), дрозд рябинник (*Turdus pilaris*), длиннохвостая синица (ополовник) (*Aegithalos caudatus*), буроголовая гаичка (пухляк) (*Parus montanus*), черноголовая гаичка (*P. palustris*), хохлатая синица (гренадерка) (*P. cristatus*), московка (*P. ater*), лазоревка (*P. caeruleus*), большая синица (*P. major*), поползень (*Sitta europaea*), обыкновенная пищуха (*Certhia familiaris*), зяблик (*Fringilla coelebs*), чиж (*Carduelis spinus*), черноголовый щегол (*C. carduelis*), чечетка (*Acanthis flammea*), щур (*Pinicola enucleator*), клест еловик (*Loxia curvirostra*), обыкновенный снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*), дубонос (*Coccothraustes coccothraustes*), обыкновенная овсянка (*Emberiza citronella*), пуночка (*Plectrophenax nivalis*).

В табл. 13.1 приведены данные о встречах перечисленных видов в различные годы наблюдений.

Среди этих видов ежегодно или почти ежегодно встречаются рябчик, глухарь, желна, большой пестрый дятел, малый пестрый дятел, сойка, ворон, свиристель, королек, длиннохвостая синица, буроголовая гаичка, хохлатая синица, московка, лазоревка, большая синица, поползень, пищуха, снегирь, чиж и чечетка. Возможно, в эту группу следовало бы включить и черноголовую гаичку, но определение этого вида при учетах связано с заметными трудностями, так что вопрос остается открытым.

Виды, отмеченные на пролете или не успевшие улететь по причине теплой осени – крякwa, гуси, гоголь, коростель, вальдшнеп, крапивник, зарянка, дрозд рябинник, дубонос, зяблик и обыкновенная овсянка.

Инвазийные или кочующие виды также отмечены не ежегодно – зимняк, серый сорокопут, кедровка, щегол, щур, пуночка и клест еловик.

Редко регистрировали виды, ведущие ночной образ жизни – все совообразные. Или виды, которым свойственна строгая биотопическая приуроченность – тетерев, дятлы седой, зеленый, белоспинный и трехпалый, сорока, серая ворона.

Редко - встречены лунь полевой, тетереvятник, перепелятник, канюк обыкновенный, орлан-белохвост.

Таблица 13.1

## Виды птиц, зарегистрированные в заповеднике «Большая Кокшага» в различные годы

Вид	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	20013	2014	2015	2016
Кряква	+		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Гусь sr											+								
Гоголь									+		+								
Лунь полевой				+			+		+										
Тетеревятник			+		+	+	+		+		+	+	+	+	+				
Перепелятник													+						
Канюк обыкновенный						+	+		+	+	+	+	+		+				
Канюк мохноногий									+										
Орлан-белохвост							+		+	+	+	+			+				
Рябчик		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Тетерев		+		+	+		+	+	+		+	+		+			+	+	
Глухарь	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Коростель							+		+										
вальдшнеп						+													
Болотная сова									+										
Мохноногий сыч													+						
Воробьиный сычик												+	+						
Серая неясыть					+				+				+						
Уральская неясыть							+		+										
Бородатая неясыть													+						
Желна		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Седой дятел	+						+	+	+	+	+	+	+				+	+	
Зеленый дятел		+				+			+									+	
Большой пестрый дятел	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Белоспинный дятел		+		+	+		+	+	+	+	+	+							+
Малый пестрый дятел			+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Трехпалый дятел					+	+	+		+	+		+			+		+		
Серый сорокопут													+						
Сойка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Сорока		+				+	+	+	+	+		+	+		+		+		
Кедровка					+		+								+				
Серая ворона		+						+	+	+			+				+		
Ворон	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+

Окончание таблицы 13.1

Вид	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	20013	2014	2015	2016
свиристель			+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
крапивник		+			+				+	+		+							
Королек	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Зарянка								+	+			+	+						+
Рябинник	+								+	+		+	+						+
Ополовник	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Буроголовая гаичка	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Черноголовая гаичка		+	+	+					+								+		
Гренадерка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Московка	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Лазоревка	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Большая Синица	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Поползень	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пищуха	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зяблик																			+
Чиж	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Щегол						+	+	+	+				+	+	+				
Чечетка		+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Щур													+						
Клест Еловик									+	+	+		+	+	+		+		+
Снегирь	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Дубонос												+				+			
Обыкновенная овсянка						+													
Пуночка																			+

Динамику плотности населения нам удалось проследить у 10 видов птиц. Результаты представлены в табл. 13.2.

Таблица 13.2

## Изменения плотности населения массовых видов птиц по биотопам в разные годы

Год	Сосняк	Дубрава	Пручьевые сообщества	Год	Сосняк	Дубрава	Пручьевые сообщества
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Пухляк</b>				<b>Гренадерка</b>			
1998	22,2	82,2	-	1998	5,1	0,0	0,0
1999	85,0	81,0	85,0	1999	1,0	0,0	0,0
2000	2,7	0,5	1,2	2000	0,2	0,0	0,1
2001	20,0	7,5	0,3	2001	12,0	0,0	0,0
2002	77,3	0,0	38,7	2002	25,0	0,0	0,0
2003	53,5	5,0	40,0	2003	17,1	0,0	13,3
2004	81,3	76,3	167,8	2004	13,5	0,0	3,5
2005	72,1	66,6	169,7	2005	6,6	17,8	0,0
2006	74,7	74,0	157,0	2006	9,5	0,0	0,0
2007	76,5	19,5	67,0	2007	13,8	0,0	3,6
2008	26,8	36,6	127,1	2008	6,4	0,0	0,0
2009	47,4	60,9	109,4	2009	8,9	0,0	0,0
2010	13,0	72,3	142,0	2010	3,0	0,0	1,1
2011	68,5	46,8	84,2	2011	12,3	0,0	0,0
2012	36,9	12,7	76,4	2012	4,2	0,0	6,0
2013	50,3	61,2	110,3	2013	9,8	0,0	0,0
2014	36,9	12,7	142,3	2014	8,7	0,0	0,0
2015	95,6	125,2	16,7	2015	6,0	0,0	0,0
2016	97,1	79,9	-	2016	11,8	0,0	0,0
среднее	54,6	48,5	90,3	среднее	9,2	0,9	1,6
<b>Лазоревка</b>				<b>Московка</b>			
1998	0,5	5,2	-	1998	0,0	0,0	-
1999	0,0	0,0	0,0	1999	2,0	13,0	11,0
2000	0,0	0,3	0,1	2000	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	6,5	0,0	2001	1,5	4,0	0,3
2002	0,0	20,2	6,7	2002	17,2	10,7	7,4
2003	0,0	26,6	13,3	2003	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	36,1	1,7	2004	0,0	0,0	1,7
2005	0,0	8,9	0,0	2005	0,0	3,5	0,0
2006	0,0	26,6	11,4	2006	0,0	0,0	0,0
2007	3,5	15,9	3,6	2007	1,7	0,0	12,5
2008	0,0	6,1	1,9	2008	0,0	0,0	3,7
2009	0,0	13,0	5,7	2009	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	20,0	0,0	2010	0,0	0,0	2,3
2011	1,1	11,4	2,8	2011	0,0	0,0	8,5
2012	1,4	26,1	5,8	2012	3,3	0,0	5,8
2013	0,0	16,3	4,8	2013	0,0	0,0	0,0
2014	2,2	34,5	11,3	2014	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	37,2	0,0	2015	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	12,3	-	2016	2,9	0,0	-
среднее	0,5	17,0	4,1	среднее	1,5	1,6	3,1
<b>Большая синица</b>				<b>Ополовник</b>			
1998	9,9	8,7	-	1998	0,0	49,8	-
1999	0,0	3,0	0,0	1999	22,0	5,0	157,0
2000	1,1	0,8	0,6	2000	0,6	0,3	1,3
2001	0,4	0,0	0,0	2001	42,0	18,5	2,8
2002	0,0	4,8	1,5	2002	2,5	46,4	29,7
2003	24,4	15,0	53,3	2003	91,4	48,3	0,0

1	2	3	4	5	6	7	8
2004	11,8	2,7	10,0	2004	0,0	63,8	66,1
2005	5,7	7,1	0,0	2005	76,6	145,8	168,6
2006	0,0	0,0	0,0	2006	53,0	26,6	77,1
2007	6,1	3,5	8,9	2007	60,0	34,5	27,7
2008	2,5	6,1	0,0	2008	94,3	16,8	151,4
2009	6,9	24,3	7,5	2009	15,8	26,1	90,6
2010	0,0	0,0	0,0	2010	0,0	18,4	41,1
2011	6,7	4,5	15,7	2011	10,1	52,5	50,0
2012	11,8	0,0	0,0	2012	68,9	56,5	62,8
2013	5,1	23,5	4,2	2013	18,7	23,8	86,6
2014	13,9	26,8	1,4	2014	46,3	62,0	129,6
2015	10,9	34,2	92,9	2015	83,6	86,8	87,7
2016	3,1	4,1	-	2016	42,6	36,7	-
среднее	6,3	8,9	11,5	среднее	38,3	43,1	72,4
<b>Королек</b>				<b>Большой пестрый дятел</b>			
1998	27,1	1,8	-	1998	2,5	6,9	-
1999	165,0	69,0	110,0	1999	13,0	6,0	10,0
2000	2,0	0,2	1,7	2000	0,1	0,0	0,0
2001	8,2	3,0	2,1	2001	6,0	0,5	0,3
2002	62,5	0,0	26,7	2002	4,2	3,6	2,9
2003	100,0	3,3	26,6	2003	15,5	5,0	20,0
2004	63,1	4,1	75,0	2004	3,3	4,1	0,0
2005	12,7	5,3	48,1	2005	1,7	3,5	17,7
2006	8,4	0,0	1,7	2006	3,2	6,0	11,4
2007	27,0	0,0	21,4	2007	6,1	2,7	6,3
2008	421,0	0,0	16,8	2008	0,0	0,0	0,0
2009	145,2	13,0	96,2	2009	7,9	1,7	3,8
2010	5,3	0,0	78,0	2010	5,3	1,4	47,0
2011	34,8	0,0	51,4	2011	11,2	19,4	18,5
2012	24,7	0,0	92,8	2012	4,2	1,3	7,7
2013	145,8	17,4	32,9	2013	8,8	2,3	4,9
2014	35,6	2,8	0,0	2014	13,3	19,6	20,1
2015	61,2	0,0	0,0	2015	7,3	16,6	11,6
2016	25,4	0,0	-	2016	10,7	17,3	-
среднее	72,4	6,3	40,1	среднее	6,5	6,2	10,7
<b>Поползень</b>				<b>Пищуха</b>			
1998	1,0	15,7		1998	1,0	1,8	-
1999	32,0	16,0	7,0	1999	0,0	0,0	0,0
2000	0,6	0,5	0,3	2000	0,1	0,1	0,0
2001	5,0	14,0	0,6	2001	2,0	5,5	0,0
2002	5,0	26,2	8,9	2002	3,4	9,5	6,7
2003	2,2	10,0	0,0	2003	6,6	1,6	6,6
2004	18,6	34,7	17,8	2004	11,8	25,0	5,3
2005	7,7	29,7	23,1	2005	1,9	4,0	0,0
2006	15,0	32,0	215,7	2006	2,1	9,4	20,0
2007	7,0	8,9	132,4	2007	10,4	3,5	21,4
2008	12,7	30,5	30,0	2008	7,6	4,6	28,0
2009	18,8	17,4	13,2	2009	19,8	10,4	28,3
2010	3,0	50,0	21,0	2010	1,0	9,0	14,0
2011	10,1	14,8	11,4	2011	2,2	3,4	7,1
2012	13,4	26,1	14,5	2012	9,0	0,0	1,4
2013	19,8	17,3	16,4	2013	20,0	11,2	31,0
2014	5,4	23,2	6,1	2014	2,9	13,4	6,3
2015	22,9	30,3	10,3	2015	2,2	0,6	0,0
2016	26,1	8,2	-	2016	18,9	4,1	-
среднее	11,9	21,3	12,9	среднее	6,5	6,2	10,4

Уровни численности и биотопические предпочтения всех десяти видов отличаются, но в 2000 г. для всех заметно резкое снижение численности, порой до нулевой. А гренадерка, лазоревка и пищуха крайне малочисленны и в 1999 г.

Видовые особенности выглядят следующим образом.

*Пухляк* один из самых многочисленных видов. Показатели плотности населения во все годы высокие. Даже в 2000 г. хоть в небольших количествах (0,5 – 2,7 особей на 1 км<sup>2</sup>), но присутствовал во всех биотопах. В приручьевых сообществах средние значения за все годы почти в 2 раза выше, нежели в сосняках и дубраве, где численность велика, но сходна.

*Гренадерку* ежегодно отмечали только в сосняках. Средняя за все годы плотность населения здесь невелика (9,2 особей на 1 км<sup>2</sup>). В других биотопах нерегулярные и обычно единичные встречи.

*Лазоревка* демонстрирует высокое постоянство присутствия только в пойменной дубраве. Значительно реже вид отмечен в приручьевых сообществах, в сосняках единичные, эпизодические встречи. Средняя плотность населения в дубраве в несколько раз выше, нежели в других угодьях, но сравнительно невысока (17,0 особей на 1 км<sup>2</sup>).

*Московка* малочисленный вид. Часто (8 раз в разные годы) отсутствует в учетах. Относительно высокую плотность населения вида по всем трем биотопам отметили в 2002 г. Средняя плотность населения очень мала (1,5 – 3,1 особей на 1 км<sup>2</sup>).

*Большая синица* в заповеднике поздней осенью малочисленна. В 2001 году численность крайне низкая, а в 2006 и 2010 вид полностью отсутствовал в учетах. Средняя плотность населения во всех биотопах невысока (6,3 – 11,5 особей на 1 км<sup>2</sup>).

*Ополовник* ежегодно отмечен в учетах. Средняя плотность населения в приручьевых сообществах почти в 2 раза выше, чем в других биотопах (72,4). В сосняке и дубраве 38,3 и 43,1 особей на 1 км<sup>2</sup> соответственно.

*Желтоголовый королек* явно предпочитает сосняки (72,4), крайне редко встречается в дубраве (6,3) и обычен в приручьевых местообитаниях (40,1 особей на 1 км<sup>2</sup>). Заметное снижение плотности населения во всех биотопах отмечено только в 2000 г.

*Большой пестрый дятел*. Средняя плотность населения во всех биотопах невысока и весьма сходна (6,2 – 10,7 особей на 1 км<sup>2</sup>). Заметное снижение численности во всех местообитаниях происходит через 4 года – 2000, 2004, 2008 и 2012 гг. Возможно, это связано с урожаем шишек.

*Поползень* – обычный вид, ежегодно отмеченный в учетах. Средняя плотность населения в сосняках и приручьевых местообитаниях невысока (11,9 – 12,9). В пойменной дубраве несколько выше (21,3 особей на 1 км<sup>2</sup>).

*Пищуха* обычна во всех обследованных биотопах. Вид регистрировали ежегодно (кроме 1999 г.). Средняя плотность населения невысока (6,2 – 10,4 особей на 1 км<sup>2</sup>).

Таким образом, плотность населения большинства видов во всех обследованных местообитаниях в разные годы значительно изменяется. Средние значения этого показателя за все время наблюдений у разных видов также имеют большие различия во всех тех биотопах. Относительно сходны они у большого пестрого дятла, московки, большой синицы и пищухи.

Биотопические различия заметнее у видов имеющих высокие уровни численности. Средняя плотность населения королька почти в 2 раза выше в сосняках, нежели в приручевых сообществах и многократно больше, нежели в дубраве. Ополовник и пухляк, напротив, в биотопах приручевого комплекса средним в 2 раза многочисленнее, чем в дубраве и сосняке. Здесь плотность их населения весьма сходна и высока. Биотопические предпочтения остальных видов выглядят следующим образом. Гренадерка предпочитает сосняки, лазоревка и поползень – дубраву.

Суммарный показатель средней плотности населения птиц наиболее велик в приручевых сообществах (257,7), меньше в сосняке (207,7) и самый низкий в дубраве (160,0 особей на 1 км<sup>2</sup>).

**Заключение.** Таким образом, за 19 лет осенних наблюдений в заповеднике зарегистрировано 57 видов птиц. Но ежегодно присутствует только 21 вид. Перелетных птиц задержавшихся с отлетом 11 видов, совершающих регулярные кочевки 7, ночных 6, редких для региона 5 и 7 стенобионтных или не лесных видов. К первым можно отнести дятлов - седого, зеленого и белоспинного обитателей лиственных лесов и пойм, трехпалого дятла, напротив, наиболее бореального из всех дятлов. Ко вторым тетерева – обитателя опушек и перелесков и вырубков, сороку, отмеченную только у деревень и серую ворону. Последняя держится обычно у птицефабрики, расположенной близ юго-западной окраины охранной зоны заповедника и попадает в учеты обычно летящей.

Анализ динамики плотности населения десяти многочисленных видов показал, что у всех видов отмечено резкое снижение численности в 2000 г. В остальном спады и подъемы плотности населения у каждого вида происходят самостоятельно, заметных синхронных изменений не обнаружено.

Наиболее плотно населены приручевые сообщества, меньше сосняки и самая низкая плотность населения в дубравах. Выявленные биотопические предпочтения отдельных видов достаточно тривиальны - корольки и гренадерки предпочитают сосняки, ополовники и пухляки - приручевые сообщества, лазоревки и поползень – дубраву. Остальные виды распределены по биотопам достаточно равномерно.

### **Благодарности**

Авторы благодарны администрации заповедника «Большая Кокшага» за предоставленную возможность работы на своей территории, всемерную помощь в работе и быту. А также КЮБЗовцам нескольких поколений на протяжении 19 лет принимавших участие в учетах

птиц в заповеднике «Большая Кокшага»: Богатовой П.Д., Бондаренко С.А., Ильюта Е.А., Корбут Е.А., Красных Н.А., Немченко Л.А., Рошину М.В., Рудаковой Г.Г., Садовской А.В., Суховой М.А., Ткаченко Ф.Д., Федотовой Е.М., Честиной А.И., Шальной М.А., Шахунянц Л.А.

### *Библиографический список*

1. Кузякин А.П. 1962. Ландшафтная зоогеография // Биогеография. Уч. Зап. МОПИ им. Н.К. Крупской. Т. 59. Вып. 1. М. С. 3 - 182.
2. Рябицев В.К. 2001. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири // Екатеринбург. Изд-во Урал. Ун-та. 608 с.

## **13.2. Структура населения грызунов и насекомоядных заповедника в период предзимья**

Видовой состав и характер структуры населения грызунов и насекомоядных заповедника «Большая Кокшага» изучен достаточно полно [6, 2, 7]. Определена сезонная динамика возрастной структуры населения отдельных видов [1], характер биотопического распределения мелких млекопитающих в монотонных ландшафтах задровской равнины Марийской низменности [5, 3]. Показано, что видовой состав богаче, а численность зверьков выше и стабильнее в интразональных местообитаниях долин рек и ручьев благодаря широкому разнообразию условий существования (мозаике биотопов долинного комплекса). В этих же статьях прослежены изменения позднеосенней численности фоновых видов грызунов и насекомоядных с 1998 по 2006 гг. Данные собирали по методике ловушко-суток с применением ловушек Соколова (стульчик). С 2007 г. численность и биотопическое распределение мелких млекопитающих оценивали по оригинальной модификации учета зверьков цилиндрами, расположенными под естественными направляющими [4]. Этот способ дает более подробную информацию о видовом составе и численности землероек идущих неохотно в обычные давилки.

В настоящем сообщении мы проанализировали изменения численности грызунов и насекомоядных в плакорных и интразональных местообитаниях за период с 2007 по 2015 гг. в период предзимья (первая декада ноября).

Цилиндры – двухлитровые пластиковые бутылки, обрезанные в месте сужения, закапывали вровень с лесной подстилкой под нависающие над землей крупные стволы упавших деревьев, где хорошо заметны тропинки зверьков усеянные их пометом. В каждом биотопе располагали по 5 цилиндров в линию, на расстояние 10 – 15 м друг от друга.

Учеты выполнены в сосняке кустарничково-зеленомошном с редким подседом, в пойменном чернольшанике р. Интунг и Арья с густыми зарослями черемухи, в травянистом ярусе преобладает крапива двудомная и таволга вязолистная. В приручевых ельниках этих же

рек с мозаичным травяно-кустарничковым ярусом (кустарничково-зеленомошный, папоротниково-разнотравный, кисличник). В пойменной дубраве р. Б. Кокшага с густым подлеском и толстым слоем опада.

Всего отработано 1615 цилиндро-суток, поймано 505 зверьков 13 видов. Это – лесные полевки - рыжая (*Clethrionomys glareolus*) и красная (*Cl. rutilus*). Мыши - желтогорлая (*Apodemus flavicollis*), малая лесная (*Ap. uralensis*), полевая (*Ap. agrarius*), мышь малютка (*Microtus minutus*). Бурозубки – обыкновенная (*Sorex araneus*), средняя (*S. caecutiens*), малая (*S. minutus*), а также водяная кутора (*Neomys Fodiens*) и европейский крот (*Talpa europaea*). Вне учета зарегистрированы еще 4 вида – домовая мышь (*Mus musculus*). Серые полевки - экономка (*Microtus oeconomus*), обыкновенная (*M. arvalis*), и пашенная (*M. agrestis*); крошечная бурозубка (*Sorex minutissimus*). Всего по нашим данным население мелких млекопитающих заповедника насчитывает не менее 16 видов.

Мы анализировали уровни численности и особенности распределения по биотопам только тех видов, которых отмечали в учетах достаточно регулярно: это рыжая и красная лесные полевки; желтогорлая и малая лесная мыши; бурозубки - обыкновенная, средняя и малая. Для видов, за время нашей работы зарегистрированных единично или очень редко мы можем только указать местообитания, где они были отмечены. В заливных лугах - полевая мышь, мышь малютка, серые полевки: экономка, обыкновенная и пашенная. В надворных постройках кордона «Конопляник» - домовая мышь, бурозубка крошка в сосняке, водяная кутора в приручьевых черноольшаниках.

Результаты учетов представлены в табл. 13.3-13.9 Биотопические предпочтения видов и их уровни численности по годам выглядят следующим образом.

*Рыжая полевка* один из наиболее многочисленных видов заповедника. Встречается во всех обследованных местообитаниях, но характер пребывания неодинаков. Явно избегает сосняков (табл. 13.3), весьма регулярно отмечена в приручьевых сообществах (ельник и черноольшаник) и в широколиственных лесах поймы р. Б. Кокшага. В ельнике численность не высока, в черноольшанике несколько выше, но в обоих местообитаниях межгодовые флуктуации не велики. В пойменной дубраве кратность различий численности вида многократно выше. В 2008 г. явный всплеск численности – вид присутствует во всех биотопах, в дубраве чрезвычайно многочислен. В 2009 г. вид отсутствовал во всех обследованных биотопах, в 2010 г. отмечен только в ельнике, в 2011 г. в обоих приручьевых местообитаниях и в 2012 – только в черноольшанике. Стабильное постоянство присутствия вида и достаточно ровные значения показателей численности характерны для биотопов приручьевого комплекса, что может свидетельствовать о приуроченности стадий переживания рыжей полевки к этим местообитаниям.

Таблица 13.3

**Численность рыжей полевки в основных биотопах (особей на 100 цилиндро-суток)**

Биотоп	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднее
Сосняк	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Ельник	1,3	3,3	0,0	2,0	5,6	0,0	2,0	2,0	1,0	1,9±0,5782
Черноольшаник	11,4	6,7	0,0	0,0	8,4	7,5	16,0	11,0	1,0	6,8±1,8728
Дубрава	0,8	53,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	18,0	8,0	9,2±5,85860

*Красная полевка* в учетах встречается крайне нерегулярно, но явно предпочитает биотопы приручьего комплекса. В за 9 лет учетов отмечена в пяти годах, из них 4 года исключительно в приручьевых биотопах, и только в 2013 г. вид регистрировали и в сосняке, и в дубраве, и в ельнике, причем в последнем численность наиболее высока. Средние значения численности в приручьевом ельнике несколько ниже, нежели в черноольшанике (табл. 13.4).

Таблица 13.4

**Численность красной полевки в основных биотопах (особей на 100 цилиндро-суток)**

Биотоп	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднее
Сосняк	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	-
Ельник	0,7	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	5,0	0,0	0,0	1,4±0,8756
Черноольшаник	5,7	0,0	0,0	0,0	8,0	2,5	0,0	1,0	0,0	2,2±1,0294
дубрава	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	-

*Малая лесная мышь* за 9 лет учетов относительно часто отмечена только в приручьевых биотопах – в ельнике и в черноольшанике. Численность здесь невысока, средние показатели за 9 лет несколько выше в черноольшанике, нежели в ельнике. Полностью отсутствует в сосняке, в пойменной дубраве зарегистрирована единожды в 2014 г. (табл. 13.5).

Таблица 13.5

**Численность малой лесной мыши в основных биотопах (особей на 100 цилиндро-суток)**

Биотоп	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднее
Сосняк	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Ельник	0,0	3,3	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8±0,3903
Черноольшаник	0,0	3,3	0,0	0,0	8,0	2,5	0,0	1,0	0,0	1,6±0,8959
Дубрава	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	-

*Желтогорлая мышь* относительно регулярно отмечена в пойменной дубраве, три года в ельнике и 2 года в черноольшанике. Численность везде низкая. С 2008 по 2010 гг. полностью отсутствовала в отловах (табл. 13.6).

Таблица 13.6

**Численность желтогорлой мыши в основных биотопах (особей на 100 цилиндро-суток)**

Биотоп	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднее
Сосняк	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Ельник	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	2,2	0,5±0,2603
Черноольшаник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,2	-
Дубрава	0,4	0,0	0,0	0,0	2,8	2,5	2,0	5,0	0,0	1,4±0,5931



Степень участия различных местообитаний в формировании структуры населения грызунов и насекомоядных неодинакова. Самый бедный видовой состав в сосняках – 4 вида встречаются крайне не регулярно и один вид (красная полевка) за 9 лет отмечен единичной поимкой (табл. 13.10). В остальных обследованных нами местообитания отмечено 7 (ельник и дубрава) и 8 (черноольшаник) видов.

Таблица 13.10

**Богатство видового состава и средние значения общей численности мелких млекопитающих в обследованных биотопах**

Биотоп	Число видов	Средние значения общей численности	Min и max значения среднего значения общей численности
Сосняк	4 (5)	$9,7 \pm 4,653$	0 – 36,6
Ельник	7	$13,2 \pm 4,0374$	5 – 43,3
Черноольшаник	8	$26,5 \pm 10,751$	4,4 – 106,7
Дубрава	7	$14,7 \pm 7,4810$	1,6 – 70,0

Средние значения общей численности зверьков по биотопу за 9 лет заметно различаются. В сосняке этот показатель самый низкий ( $9,7 \pm 4,653$ ). Наибольшее значение характерно для черноольшаника ( $26,5 \pm 10,751$ ). В пойменной дубраве и в приручьевом ельнике близки по значению, но в 1,8 раз меньше, нежели в черноольшанике. В каждом местообитании разброс межгодовых значений общей численности зверьков (минимальных и максимальных) очень велик – несколько десятков раз.

Итак, по сравнению с периодом с 1998 по 2006 гг. за последние 9 лет ситуация заметно не изменилась. В учетах зафиксирован еще один вид – мышь малютка. Поимка вполне прогнозируемая. Так же как и в предыдущем цикле учетов многочисленные и обычные виды наибольшую численность и постоянство присутствия в местообитании демонстрируют в биотопах приручьевого комплекса: в ельнике и черноольшанике. Это красная полевка, малая лесная мышь, обыкновенная и малая бурозубки. Для водяной куторы приручьевые сообщества одно из немногих пригодных для жизни местообитаний. Рыжая полевка неморальный вид в черноольшаниках демонстрирует высокое постоянство присутствия вида в местообитании, а в пойменной дубраве наиболее высокие уровни численности. Желтогорлая мышь – обитатель широколиственных лесов в дубравах достаточно обычна. В плакорных зеленомошных сосняках обычно и с относительно высокой численностью встречается только средняя бурозубка – обитатель зеленомошных местообитаний.

Автор благодарит администрацию заповедника «Большая Кокшага» за помощь в организации работы. Членов кружка юных биологов зоопарка (КЮБЗ) в разные годы принимавших участие в проведении учетов и обработке собранного материала: М.С. Бизина, С.А. Мир-Касимову, К.В. Князева, Е.В. Пономареву, Н.Б. Коростелева, И.Л. Гершензона, Е.А. Корбут, Д.М. Ширяева, М.М. Соболева, Д.В. Защепенкова, М.А. Шальнову и А.А. Якунину.

*Библиографический список*

1. Ахмерова М.В. Сезонная динамика возрастной структуры популяции ружей полевки в заповеднике "Большая Кокшага" в 2005 году. // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек республики Марий Эл и сопредельных районов. Йошкар-Ола, 2006, С. 18-20.
2. Ахмерова М.В., Дубровский В.Ю. Мелкие млекопитающие заповедника "Большая Кокшага" // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Йошкар-Ола, 2006, С. 62-64.
3. Дубровский В.Ю. Влияние интразональных местообитаний на формирование структуры населения лесных грызунов и насекомоядных заповедника. // Научные труды государственного природного заповедника "Большая Кокшага" Йошкар-Ола, МГТУ, 2007. С. 303 – 310.
4. Дубровский В.Ю., Симакин Л.В. Сравнительный анализ двух модификаций учета численности мелких млекопитающих цилиндрами. // Зоол. журн. - 2012. - Т. 91. - № 5. - С. 635-638.
5. Дубровский В.Ю., Черепушкин С.А., Фарб Д.В. Структура населения и динамика численности мелких млекопитающих заповедника "Большая Кокшага" в период предзимья. // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек республики Марий Эл и сопредельных районов. Йошкар-Ола, 2006, вып. 2. С. 56-58.
6. Корнеев В.А. Ценозы мелких лесных млекопитающих. // Очерки о животных Мар. АССР. – Йошка-Ола. 1983. - С. 115-137.
7. Никифоров Л.П., Гибет Л.А., Корнеев В.А. Видовой состав и численность мелких млекопитающих на территории заповедника "Большая Кокшага". // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек республики Марий Эл и сопредельных районов. Йошкар-Ола, 2006, С. 110-113.

## 14. Эколого-просветительская деятельность

В 2016 году в отделе экологического просвещения, пропаганды и информации работало шесть человек (табл. 14.1).

Таблица 14.1

Сведения о работниках отдела ЭППИ

Фамилия И.О.	Должность	Год рождения	Образование, специальность по диплому	Год окончания, название вуза, ученая степень	С какого года раб. в заповеднике (в т.ч. в заним. должности)
Грудцына О.В.	Зам. дир. по экопросвещению – начальник отдела	1979	высшее, биолог	2001, МарГУ	с 2001 (с 2003)
Кошкина Е.Н.	Методист	1974	высшее, инженер СПС	1997, МарГТУ	с 2004
Голомидова Г.Ф.	Методист	1959	высшее, инженер лесного хозяйства	1982, МарГТУ	с 2006
Мотыгина Е.Н.	Методист	1988	высшее, юрист	2011, Поволжский кооперативный институт	с 2014
Чучалина М.А.	Специалист	1970	среднее профессиональное	1987, ГПТУ № 6 г. Йошкар-Ола	с 2003
Федоров Д.Ф.	методист	1964	среднее специальное, резчик по дереву	1982, Богородский профтехникум худ. резьбы по дереву	с 2016

### 14.1. Работа со средствами массовой информации

В 2016 году было опубликовано 5 научно-популярных и информационных статьи о заповеднике в республиканских и районных газетах.

При участии работников заповедника было сделано 5 информационных сообщений на региональных радиостанциях.

Двенадцать сюжетов о деятельности заповедника в 2016 году прошло в новостных программах республиканских телекомпаний.

Сотрудники отдела ЭППИ подготовили и выпустили 4 информационных листа «Кугу Какшан. Для тех, кто живет по соседству», тиражом 500 экз. каждый (прил. 14.1 – 14.4.).

### 14.2. Издательская деятельность

В 2016 году сотрудниками отдела ЭППИ подготовлена следующая продукция сувенирного характера:

- кружки с эмблемой заповедника (60 экз.) (прил. 14.5);
- брелки «Я был в заповеднике «Большая Кокшага» (100 экз.);
- магнитик – спичечный коробок (100 экз.);
- ручки с символикой заповедника (100 экз.);
- наклейки «эмблема заповедника, диаметром 20 мм (100 шт.);

- медведи деревянные резные (40 шт.).

### 14.3. Работа с дошкольниками, школьниками, студентами и учительским корпусом

В 2016 году заповедником проведена следующая работа с дошкольниками, школьниками, студентами и учительским корпусом:

Название мероприятия	Количество мероприятий	Количество участвовавших школьников	Название мероприятия	Количество мероприятий	Количество участвовавших школьников
Постоянные курсы природоохранной тематики	1	20	Праздники, фестивали	4	1133
Отдельные лекции	78	126	Семинары	1	37
Экскурсии	4	21	Концерты, театрализованные представления и т.п.	2	85



Рис. 14.1. Занятие «Следы» со студентами колледжа.

Фото И.А. Ларионовой.

Заповедник в отчетном году контактировал со следующими природоохранными общественными и другими организациями:

- Общественный фонд экологических инициатив – помощь в охране территории заповедника и хозяйственных работах, проведении зимних маршрутных учетов;
- Молодежная общественная организация Республики Марий Эл Молодежный Экологический Союз – помощь в охране территории заповедника и хозяйственных работах, проведении зимних маршрутных учетов;
- Республиканский эколого-биологический центр учащихся – сотрудничество в организации и проведении конкурсов, слётов и конференций.
- Краеведческий музей им. Евсеева г. Йошкар-Олы – помощь в организации выставок, экологических праздников и мероприятий.
- Национальная библиотека им. С.Г. Чавайна – помощь в организации выставок, экологических праздников и мероприятий.
- Детский юношеский центр «Роза ветров» – сотрудничество в организации и проведении слётов и экскурсий.
- Дворец творчества детей и молодёжи г. Йошкар-Олы – сотрудничество в организации и проведении конкурсов, экологических игр и других мероприятий.

#### 14.4. Массовые природоохранные акции. Марш парков

В отчетном году функционировали следующие выставки:

Выставка	Место проведения
Фотовыставка «Озера Марий Эл»	Эколого-биологический центр г. Йошкар-Олы
Фотовыставка «Ползают, прыгают, летают»	Филиал №12 ЦБС Семеновская библиотека
Фотовыставка «Птицы заповедника»	Филиал №12 ЦБС Семеновская библиотека
Фотовыставка «Природа заповедника «Большая Кокшага»	Дом творчества детей и молодежи, г. Йошкар-Ола Филиал №12 ЦБС Семеновская библиотека
Фотовыставка «Служба охраны заповедника»	Филиал №3 ЦБС ГБПОУ РМЭ «Марийский лесохозяйственный техникум»
Выставка детских рисунков «Мир заповедной природы»	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Управления Росприроднадзора по РМЭ
Выставка творческих работ дошкольников «Медвежонок – символ заповедника»	Дом творчества детей и молодежи, г. Йошкар-Ола Центральная городская детская библиотека Национальный музей им. Евсеева
Выставка «Перья птиц»	Центральная городская детская библиотека

Занятие «Птицы звуки» + экскурсия по фотовыставке «Птицы нашего края». Участие принял 51 человек.

- **День эколога** (Всемирный день охраны окружающей среды):

Национальный музей им. Евсеева фотовыставка Богданова Г.А., фильм «Природа и мы», выступление экотеатра заповедника «Большая Кокшага». Участие приняло 600 человек.

- Праздник «**День заповедника**» (рис. 14.3, 14.4) (482 участника)

В отчетном периоде заповедник участвовал в акции «**День птиц-2016**» (рис. 14.5).



Рис. 14.2. Праздник «Петров день» для бывших жителей д. Аргамач.

Фото Г.Ф. Голомидовой.



Рис. 14.3. Праздник «День заповедника «Большая Кокшага»» в Куярской СОШ.

Фото Г.Ф. Голомидовой.



Рис. 14.4. «День заповедника» в Доме творчества детей и молодёжи.

Фото Е.Н. Кошкиной.



Рис. 14.5. Праздник «День Птиц» в Центральной детской библиотеке.

Фото Г.Ф. Голомидовой.

## 14.5. Экологический туризм

В 2016 году работали экскурсионные маршруты, их посетил 21 человек (рис. 14.6). Музей «Крестьянская изба» в 2016 году посетило 106 человек.

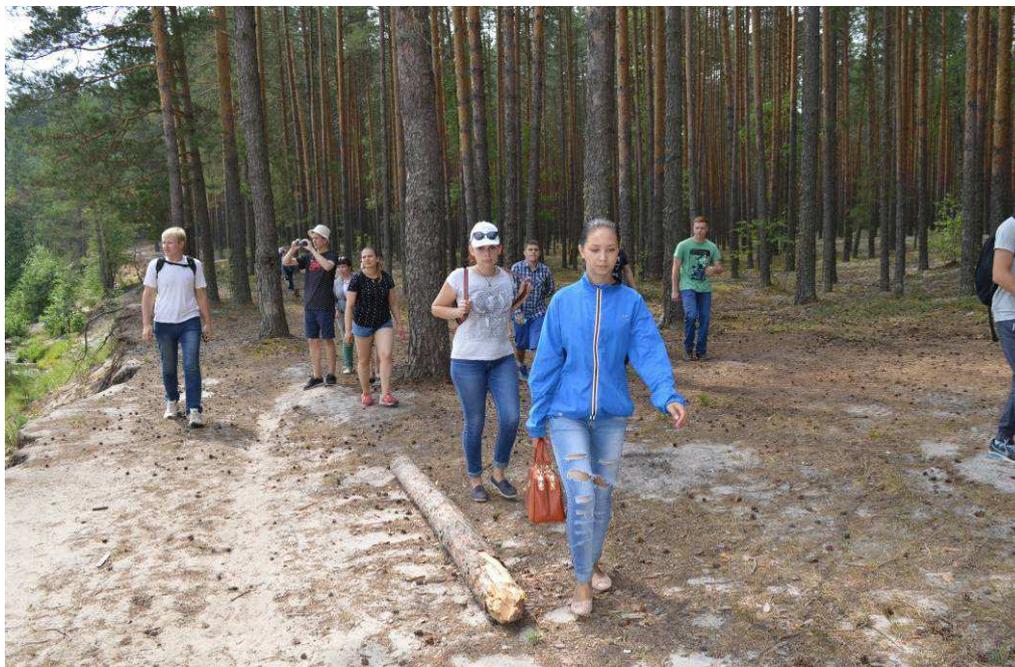


Рис. 14.6. Экскурсия по экотропе «охранная зона заповедника».

Фото Е.Н. Кошкиной.



# ПРИЛОЖЕНИЯ



## Приложение 7.1

Название вида	Номера площадок																				Ср.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>ПП мертвого покрова</i>	98	95	95	99	99	99	96	99	99	95	99	99	99	99	95	97	99	99	99	99	97,7
<i>ПП травяного покрова</i>	40	30	14	45	65	75	65	55	60	70	35	75	70	65	60	55	40	65	20	38	52,1
<i>ПП мохового покрова</i>	0,1	0,1		0,1	0,2	0,1		0,1	0,1		0,2	0,1	0,1		1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Малина обыкновенная					45	65	55	55	56	55	5	58	65	55	56	45					30,8
Земляника лесная	30	15	12	29	15	25			1	2	5	1	1		4	5	1	4	3	3	7,8
Гравилат городской				8	1				1				0,5			1,5	5	55	5		3,9
Ежа сборная	1	5	0,1	0,2	2	3			1	2	5	1	1		4	5	1	4	3	3	2,1
Крушина ломкая		15																		20	1,8
Золотарник обыкновенный		3		8			2			2							8				1,2
Кострец безостый	0,5		0,1		1						1								11		0,7
Осока заячья	4	0,5			1		2			2		2	1								0,6
Ель финская												2	2	7							0,6
Рябина обыкновенная	1		0,5	0,2				1		2						3			0,5		0,4
Ива мирзинолистная							2						1	5							0,4
Мятлик дубравный			1							0,2	4								1		0,3
Лютик золотистый	0,2					0,5			0,5			1	1						1		0,2
Черноголовка обыкновенная	4																				0,2
Вероника дубравная	2					0,2	1,5				0,2										0,2
Клен остролистный															1		2				0,2
Осока бледноватая									3												0,2
Горошек заборный							0,5					1					1				0,1
Дуб черешчатый					1,5														1		0,1
Валериана лекарственная										2										0,1	0,1
Кипрей холмовой										0,1		1	0,1								0,1
Марьянник луговой			1	0,1																	0,1
Одуванчик лекарственный																				1	0,1
Черемуха обыкновенная	1																				0,1
Звездчатка средняя		0,1		0,1					0,5												0,0
Хвощ луговой											0,5										0,0
Колокольчик раскидистый																0,2					0,0
Тысячелистник обыкновенный				0,2																	0,0



## Приложение 7.3

Название вида	Номера площадок																				Ср.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>ПП мертвого покрова</i>	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	98	100	100	100	100	100	98	100	99,7
<i>ПП травяного покрова</i>	85	70	80	90	90	90	95	20	20	75	75	65	30	75	75	85	85	75	30	55	68,25
<i>ПП мохового покрова</i>											0,1										0,01
Береза белая			1												1					0,5	0,13
Береза бородавчатая			2		8		65						1	10	1						4,35
Вероника дубравная	6	2	2	3		2	2	1		1	1	1,5	1	3	1	2	2	2	1	1,5	1,75
Горицвет кукушкин цвет	2								1					0,5			1				0,23
Горлюха ястребинковая		2	1					15	0,5				10	15				2			2,28
Горошек мышиный									1,5												0,08
Гравилат городской	3	1,5			3	3	2								2	10	20	2		1	2,38
Гравилат речной				10	10				15	65	68	60									11,40
Ежа сборная	15	5	2	15	15	25	8	1			2	3	2	12	18	15	35	15	10	10	10,40
Звездчатка злаковидная	0,1					0,5														0,5	0,06
Зверобой продырявленный	4	2	1												1	5	2			2	0,85
Зверобой пятнистый		1	1						0,5	1,5	0,5			1					1		0,33
Земляника лесная		15	20	15	25	25	2	2	3	10	1		1		25	30	15	5	13		10,35
Кипрей холмовой						0,5															0,03
Колокольчик раскидистый		0,5						0,5										0,5		0,5	0,10
Кострец безостый			1							1				35	2	5					2,20
Купырь лесной		15			8											1					1,20
Лапчатка серебристая							0,5								1	1				1,5	0,20
Лютик едкий	0,5				1	1	1	0,5	0,5			0,5			2		1	0,5			0,43
Осока бледноватая						1															0,05
Осока заячья						2	2	2						1	1	1	1,5	3	0,5	3	0,85
Пикульник красивый																				0,1	0,01
Подмаренник мягкий	20	8	5	10	15	12	3	3	5	3	1	1,5	15	8	25	25	20	25	12	20	11,83
Полевица белая			1			10	1							1							0,65
Полевица тонкая		2	2	55			3						1,5	2	20	20	10	30	10		7,78
Рябина обыкновенная			4				5								1				1		0,55
Сосна обыкновенная	1						2														0,15
Тимофеевка луговая		2	4	5	10	2	1			1					2	15	15	10			3,35
Душистый колосок обыкновенный	0,5						1			0,5				1	1		1	2			0,35
Золотарник обыкновенный	0,5				0,5							0,5									0,08

Окончание приложения 7.3

Название вида	Номера площадок																				Ср.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Манженка обыкновенный			1																		0,05
Иван чай узколистный			1												0,5						0,08
Клевер гибридный		1		1			1,5							1,5							0,25
Тысячелистник обыкновенн	10	8	3	1		1	1							2	1	1			2	1,2	1,50
Хвощ луговой													1	2					1	1	0,25
Черноголовка обыкновенная	3																				0,15
Щавель пирамидальный													1								0,05
Ястребинка дернистая							1														0,05
Дуб черешчатый										1,5											0,08
Звездчатка средняя										0,1											0,01
Чина луговая																	4				0,20
Валериана лекарственная																	0,5				0,03
Клен остролистный																	1				0,05

## Ведомость учета ЖНП на учетных площадках, заложенных на месте картофельного поля

Название вида	Номер учетной площадки в трансекте																				Встр., %	Сред- нее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<i>ПП травяного яруса</i>	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	99	99	99	90		99,25
<i>Высота травостоя (м)</i>	0,75	0,8	1	1,6	1,5	2	2	2,1	1,7	1,8	2	1,6	1,6	1	1	1	1	1	0,8	0,7		1,35
Крапива двудомная	20	20	5	2	18	15	4	15	35	55	25	45	65	20	20	5	40	15	20	0	95	22,20
Пижма обыкновенная	18	12	50	5	12	3	2	3	10	1	18	10	11	10	40	20	20	35	55	45	100	19,00
Зверобой пятнистый	0	0	4	5	16	10	22	12	10	12	15	20	12	22	18	35	5	5	6	5	90	11,70
Будра плющевидная	18	2	5	1	5	2	1	5	18	12	20	25	16	17	15	1	12	12	0	0	90	9,35
Полынь обыкновенная	0	0	5	7	25	1	15	2	18	15	25	27	0	15	25	0	0	0	0	2	65	9,10
Таволга вязолистная	0	2	0	12	2	55	25	23	2	4	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	8,00
Иван-чай узколистый	0	5	7	45	20	0	0	2	0	0	0	18	25	15	0	0	0	0	20	0	45	7,85
Ежа сборная	25	17	0	0	0	3	3	2	1	0	5	2	2	15	15	35	0	0	0	5	65	6,50
Пырей ползучий	25	30	5	2	3	0	3	2	1	2	5	2	2	0	0	0	0	15	12	15	75	6,20
Бодяк полевой	15	18	15	5	0	0	4	3	10	0	3	0	0	0	5	0	0	10	0	2	55	4,50
Вьюнок полевой	0	5	10	2	4	2	3	2	1	2	0	0	5	0	5	7	0	10	7	5	60	3,50
Полевица тонкая (белая)	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	2	5	5	12	7	18	65	2,80
Мята длиннолистная	0	0	0	0	0	3	2	0	12	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2,75
Вероника длиннолистная	0	0	0	0	0	3	2	0	0	2	3	0	0	20	0	0	20	0	0	0	30	2,50
Мятлик луговой	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	1	5	5	15	55	1,85
Тимофеевка луговая	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	5	1	12	25	1,20
Пустырник пятилопастной	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	20	0,85
Дрема белая	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5	0,40
Льнянка обыкновенная	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15	0,40
Борщевик сибирский	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,35
Горошек заборный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	10	0,25
Синюха голубая	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	0	0	0	0	0	0	5	0,23
Подмаренник мягкий	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,10
Осока лисья	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,05
Очиток пурпурный	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,05

Выборка данных учёта птиц  
Республика Марий Эл, Килемарский район  
Заповедник «Большая Кокшага»

Дата: 28.01-01.02.2016

20,2 км

Погода: t = -15...+2°C, облачность, ветер слабый, снег

Учётчики: Щорс Е.С., Ефимов Н.А., Куленов Д.Ж., Борисова П.Б., Захарченко Д.А.

Биотоп: Сосняк

Общая характеристика местообитания; травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы:  
Сосняки сухие, кустарничково-зеленомошные, заболоченные сфагновые с примесью березы, местами ели. Подлесок обычно редкий, состоит Бр, Бт, Рб, Кр, Мж, Лп. Местами развит густой еловый подрост.

№	Виды	0 – 25 м		26 – 100 м		101–300 м		> 300 м		Плотность, особей/км <sup>2</sup>	Встреч, ос./10 км
		сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.		
192	рябчик			1						0,5	0,5
413	чёрный дятел	1		1						3	1,0
417	большой пёстрый дятел	2		22		4				16	14,1
606	желтоголовый королёк			8						4	4,0
624	ополовник	2		26						17	14,1
628	пухляк			18						9	9,1
633	хохлатая синица			11						6	5,6
636	лазоревка			2						1	1,0
640	поползень			2						1	1,0
765	ворон					4		1		1	2,5
<b>ИТОГО:</b>		<b>16</b>								<b>58,5</b>	<b>52,9</b>

## Приложение 8.2

Выборка данных учёта птиц  
Республика Марий Эл, Килемарский район  
Заповедник «Большая Кокшага»

Дата: 28.01-02.02.2016

20,3 км

Погода: t = -15...+3°C, облачность 8-10 баллов

Учётчики: Щорс Е.С., Ефимов Н.А., Борисова П.Б., Куленов Д.Ж., Захарченко Д.А.

Общая характеристика местообитания; травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы:

№	Виды	0 – 25 м		26 – 100 м		101–300 м		> 300 м		Плотность, особей/км <sup>2</sup>	Встреч, ос./10 км
		сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.		
192	рябчик					1				0,2	0,5
413	чёрный дятел					1				0,2	0,5
417	большой пёстрый дятел	2		9		8				10	9,6
423	малый пёстрый дятел			1						0,5	0,5
606	желтоголовый королёк			34						17	17,2
624	ополовник			40						20	20,2
628	пухляк	7		55						42	31,3
632	московка			7						4	3,5
633	хохлатая синица	1		5						5	3,0
636	лазоревка			2						1	1,0
640	поползень			7						4	3,5
646	пищуха			2		1				1	1,5
765	ворон					1	1			0,2	0,5
<b>ИТОГО:</b>		<b>16</b>								<b>41,9</b>	<b>41,7</b>

Выборка данных учёта птиц  
Республика Марий Эл, Килемарский район  
Заповедник «Большая Кокшага»

Дата: 28.01-02.02.2016

17,3 км

Погода: t = -10...+3°C, облачность 8-10 баллов; дождь, сильный ветер

Учётчики: Щорс Е.С., Ефимов Н.А., Куленов Д.Ж., Борисова П.Б., Захарченко Д.А.

Биотоп: Березняк

Общая характеристика местообитания; травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярус:  
мелколиственный березовый лес, с примесью осины и ели, ольхи

№	Виды	0 – 25 м		26 – 100 м		101–300 м		> 300 м		Плотность, особей/км <sup>2</sup>	Встреч, ос./10 км
		сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.		
392	мохноногий сыч					1				0,2	0,5
417	большой пёстрый дятел			1						0,5	0,5
606	желтоголовый королёк			2						1	1,0
624	ополовник			71						36	35,9
628	пухляк			39						20	19,7
632	московка			2						1	1,0
636	лазоревка			2						1	1,0
640	поползень			2		1				1	1,5
652	обыкновенная овсянка			1						0,5	0,5
765	ворон			2		2				1	2,0
	<b>ИТОГО:</b>	<b>16</b>								<b>41,9</b>	<b>41,7</b>

## Приложение 8.4

Выборка данных учёта птиц  
Республика Марий Эл, Килемарский район  
Заповедник «Большая Кокшага»

Дата: 28.01-02.02.2016

19,8 км

Погода: t = -15...+3 °С, облачность 8-10 баллов; ветра нет

Учётчики: Щорс Е.С., Ефимов Н.А., Борисова П.Б., Куленов Д.Ж., Захарченко Д.А.

Биотоп: Широколиственные леса

Общая характеристика местообитания; травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярус:  
пойменные липово-дубовые неморально-травяные леса, образующие полосу шириной до 2 км вдоль русла р. Большая Кокшага. В хорошо развитом подлеске преобладают Вз, Лп, Чм, присутствуют Ел, Дб, Кл, Ив, Жм, Бт

№	Виды	0 – 25 м		26 – 100 м		101–300 м		> 300 м		Плотность, особей/км <sup>2</sup>	Встреч, ос./10 км
		сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.	сид.	лет.		
192	рябчик	2		1						5	1,5
417	большой пестрый дятел			1		2				0,8	1,5
413	чёрный дятел					1				0,2	0,5
416	седой дятел			1						0,5	0,5
419	белоспинный дятел			1						0,5	0,5
423	малый пёстрый дятел			1						0,5	0,5
545	большая синица			1						0,5	0,5
628	пухляк			49						25	24,7
628	ополовник			6						3	3,0
636	лазоревка			3						2	1,5
640	поползень			2		4				2	3,0
646	пищуха			1						0,5	0,5
695	чиж									0,5	0,5
719	снегирь					1				0,2	0,5
731	сойка			1						0,5	0,5
752	ворон							4		0,2	2,0
	чиж/чететка*				20						
	<b>ИТОГО:</b>	<b>16</b>								<b>41,9</b>	<b>41,7</b>

Примечание: \* - отнесено к чижу.

