

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

**УРАЛЬСКИЙ
УЧЕБНО-ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ:
ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ
И БУДУЩЕЕ**

Коллективная монография

Под общей редакцией
доктора сельскохозяйственных наук, профессора С. В. Залесова

Том 1

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

УДК 630.945.3(470.5)

ББК 43.4(2Р36)

У68

Рецензенты:

кафедра лесных культур, садово-паркового строительства и землеустройства
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», канд. с.-х.
наук, доцент *Н. М. Итешина*;

Ф. Н. Дружинин, д-р с.-х. наук, доцент, заслуженный лесовод России, заве-
дующий кафедрой лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Вологодская государственная
молочно-хозяйственная академия им. Н. В. Верещагина».

Авторы: С. В. Залесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов, К. А. Башегуров,
Л. А. Белов, Н. П. Бунькова, А. Г. Магасумова, А. Е. Осипенко,
Р. А. Осипенко, Е. М. Агапитов, В. Е. Рогачев

У68 **Уральский учебно-опытный лесхоз: прошлое, настоящее и будущее : коллективная монография** : в 3 т. Т. 1 / под общ. ред. С. В. Залесова ; С. В. За-
лесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов [и др.] ; Министерство науки и высшего обра-
зования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический
университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. – 110 с.

ISBN 978-5-94984-968-2 (Т. 1)

ISBN 978-5-94984-970-5

В монографии приведены сведения о роли Уральского учебно-опытного лесхоза Уральского государственного лесотехнического университета (УУОЛ УГЛТУ) в совершенствовании нормативно-правовых документов по вопросам лесного хозяйства и лесопользования, а также подготовке специалистов высшей квалификации для лесного комплекса. Данные о научных и научно-производственных объектах на территории УУОЛ УГЛТУ, истории их создания и современном состоянии преследуют цель оказать помощь студентам и учащимся лесного колледжа в закреплении теоретических знаний, а также будут способствовать совершенствованию научных исследований по оптимизации лесопользования.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 630.945.3(470.5)
ББК 43.4(2Р36)

ISBN 978-5-94984-968-2 (Т. 1)

ISBN 978-5-94984-970-5

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Введение.....	6
1. Природные условия Уральского учебно-опытного лесхоза	8
1.1. Лесорастительная зона и климат	8
1.2. Рельеф и почвы	12
1.3. Гидрология и гидрография	14
2. История лесоустройства на территории Уральского учебно-опытного лесхоза	15
3. Характеристика лесного фонда	24
4. Особо охраняемые природные территории	36
4.1. Перечень особо охраняемых природных территорий	36
4.2. Дендрологический парк «Северский дендросад»	37
5. Карбоновый полигон «Урал-Карбон» (Северка)	54
5.1. Исследования и разработки на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка), возможности реализации стратегии низкоуглеродного развития РФ	54
5.2. Таксационные показатели лесных насаждений карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка)	57
5.3. Оценка запаса углерода на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка)	63
5.4. Ансамбли моделей для оценки взаимосвязи биометрических параметров основных лесообразующих древесных пород карбонового полигона «Урал-карбон» (Северка)	65
6. Учебно-опытный полигон по рекультивации нарушенных земель	72
7. Опыт переформирования производных березняков в кедровники	87
Библиографический список	91
Приложение 1. Группы типов леса и лесорастительных условий Урала (по режиму увлажнения, почвам и расположению на крупных элементах рельефа)	97
Приложение 2. Исследования на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка).....	98
Приложение 3. Работы на учебно-опытном полигоне рекультивации нарушенных земель.....	104

ПРЕДИСЛОВИЕ

В целях совершенствования моделей ведения лесного хозяйства, аprobации лесохозяйственных и лесозаготовительных машин, мониторинга лесных насаждений при различных видах антропогенного воздействия, повышения уровня компетенций у обучающихся и развития у них практических навыков выполнения лесокультурных, лесохозяйственных и других видов работ лесного профиля правительство страны передало ряду высших учебных заведений, в том числе Уральскому лесотехническому институту (ныне ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»), в 1948 г. участки лесного фонда в постоянное бессрочное пользование для осуществления научной и образовательной деятельности.

За прошедший почти 80-летний период на переданном участке преподавателями и студентами института (а затем академии и университета) были выполнены многоплановые комплексные исследования, имеющие научное и практическое значения. Уральский учебно-опытный лесхоз Уральского государственного лесотехнического университета (УУОЛ УГЛТУ) является многие годы базовым предприятием для прохождения учебных и производственных практик вышеуказанного университета и Уральского лесного колледжа. На его территории проходят конференции и совещания, проводится дополнительное образование для работников производства.

Необходимость сохранения созданных стационарных научных объектов, вовлечение их в учебный процесс новыми поколениями обучающихся и развития дальнейших исследований вызвала необходимость опубликования многотомного монографического издания, характеризующего прошлое и настоящее УУОЛ УГЛТУ с указанием основных направлений исследований и совершенствования учебного процесса.

В первом томе настоящего издания предпринята попытка описания природных условий УУОЛ УГЛТУ, истории лесоустройства на его территории, характеристики лесного фонда. Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что природные условия и лесной фонд УУОЛ УГЛТУ являются типичными для Среднего Урала. Для указанных территорий характерна общность истории освоения, применяемых рубок ухода и рубок спелых и перестойных насаждений. Полученные на территории лесного фонда УУОЛ УГЛТУ результаты научных исследований могут быть использованы при оптимизации ведения лесного хозяйства и лесопользования на Среднем Урале.

Особое внимание в работе уделено ООПТ. Многообразие лесорас-
тительных условий, обусловленное горным рельефом местности, поз-
волило выделить 11 ООПТ, отражающих лесные и водные объекты.
Все выделенные ООПТ требуют внимания, охраны и изучения с целью
недопущения их деградации, обусловленной повышенными рекреаци-
онными нагрузками.

Значительный научный и практический интерес представляет
ООПТ-Северский дендросад, который является не только местом про-
ведения учебных практик обучающихся в Уральском лесном колледже
и УГЛТУ, но и служит местом просвещения для населения. Здесь со-
брана значительная коллекция древесных интродуцентов, и многие
годы ведутся исследования их перспективности. Кроме того, на терри-
тории Северского дендросада выполнено детальное описание почв, что
позволяет лучше понять взаимосвязи между почвой и растительно-
стью.

В работе описаны действующие в настоящее время учебно-опыт-
ные полигоны изучения депонирования углерода лесными экосисте-
мами; рекультивация нарушенных земель на примере выработанной
части Исетского гранитного карьера; проведение рубок, направленных
на переформирование производных мягколиственных насаждений
в коренные насаждения сосны кедровой сибирской.

Особо следует отметить, что на всех указанных объектах не только
проводятся комплексные научные исследования, но и учебные прак-
тики, выполняются выпускные квалификационные работы и т. п.

В следующих изданиях планируется дать описание рубок ухода
в насаждениях различных формаций и типов леса, а также рубок спе-
циальных и перестойных насаждений. Заслуживает внимания опыт создания
искусственных насаждений разного породного состава, а также мели-
орации земель с избыточно переувлажненными почвами.

Кроме того, планируется в последующих томах монографии обоб-
щить опыт проведения учебных практик и просветительской работы
среди населения, проводимых на базе УУОЛ УГЛТУ.

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка высококвалифицированных специалистов лесного профиля невозможна без получения практических занятий на стационарных и опытно-производственных объектах, непосредственно расположенных в лесном фонде. Осознавая необходимость практического закрепления у обучающихся теоретических знаний, правительство выделило для учебных заведений лесного профиля участки лесного фонда, на которых были созданы учебно-опытные лесхозы. Целью указанных лесхозов являлась учебная и образовательная деятельность на примере образцового лесопользования.

Силами ученых и практиков на территории учебно-опытных лесхозов проводились широкомасштабные научные исследования с активным привлечением обучающихся. При этом создавались научные и научно-производственные объекты, которые позволяли внедрять передовой опыт ведения лесного хозяйства и лесопользования, разрабатывать оригинальные системы ухода за лесом, заготовки древесины, лесовосстановления, рекультивации нарушенных земель, гидролесомелиорации и т. д. Кроме того, на базе учебно-опытных лесхозов проводилась апробация современных технологий, машин и оборудования в региональных условиях.

Созданные научные и научно-производственные объекты служили базовой основой проведения практических занятий со студентами и учащимися средних учебных заведений лесного профиля, а также технической учебы со специалистами лесного комплекса в процессе повышения их квалификации.

В 1948 г. на основе двух лесничеств (Северского и Верх-Исетского) был образован Уральский учебно-опытный лесхоз. Основанием для организации лесхоза послужила передача в постоянное бессрочное пользование Уральскому лесотехническому институту (ныне Уральский государственный лесотехнический университет) 20034 га лесного фонда.

За почти 80-летний период на территории Уральского учебно-опытного лесхоза был выполнен обширный перечень научных работ. По результатам исследований были разработаны нормативно-технические документы по оптимизации лесопользования в лесах Уральского федерального округа, защищены десятки работ на соискание ученых степеней докторов и кандидатов наук, опубликованы сотни статей

и научных монографий, проведены десятки научно-практических конференций и совещаний различного уровня, создано большое количество научных и научно-производственных объектов.

Указанное обусловило необходимость опубликования настоящего издания с целью сохранения полученных данных и облегчения работы обучающимся при выполнении диссертационных работ и дипломных проектов, прохождения учебных и производственных практик на территории Уральского учебно-опытного лесхоза.

1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ УРАЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

1.1. Лесорастительная зона и климат

Уральский учебно-опытный лесхоз (УУОЛ) Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) расположен в южной части Свердловской области на территории, подчиненной городам Первоуральск и Верхняя Пышма. Контора лесхоза расположена в северной части поселка Северка, входящего в муниципальное образование г. Екатеринбург, в 30 км от центра города.

Территория УУОЛ находится под управлением ГКУ СО «Билимбаевское лесничество» Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области.

Согласно схеме лесорастительного районирования Б. П. Колесникова, Р. П. Зубаревой и Е. П. Смолоногова (Колесников и др., 1973) территория УУОЛ УГЛТУ относится к южно-таежному округу, Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской лесорастительной области, а в соответствии с действующим нормативным документом – к Средне-Уральскому таежному лесному району (Об утверждении ..., 2014).

Климат района расположения УУОЛ умеренно-континентальный с ярко выраженной сменой сезонов и довольно продолжительной зимой. Лето сравнительно короткое, теплое.

Климатические условия формируются под воздействием воздушных масс, поступающих со стороны Атлантического океана. Последние проходят над обширной территорией Европы, теряют влагу и охлаждаются зимой, а летом сильно прогреваются, приобретая континентальные черты и свойства. Уральские горы не являются серьезным барьером для воздушных потоков с запада, а лишь отчасти ослабляют их движение и распространение циклонов на восток (Климат Урала, 2025).

Открытость территории УУОЛ с севера и юга объясняет поступление воздушных масс с Северного ледовитого океана и со стороны равнин Казахстана. При этом воздушные массы с севера холодные и умеренно влажные, а с юга – сухие и теплые. Вторжение холодного арктического воздуха вызывает возврат холдов, поздневесенние и раннеосенние заморозки, иногда с выпадением снега. Напротив, южные ветры нередко формируют оттепели в зимний период. В целом для

территории УУОЛ УГЛТУ характерны ветры западных и юго-западных направлений, часты ветры северные, реже – восточные. Средняя скорость ветра 3,8 м/с.

Сильные ветры (15 м/с и более) редки, их вероятность не превышает 5 %. Скорость ветра имеет хорошо выраженный суточный ход. Наибольшая скорость наблюдается днем после полудня, наименьшая – перед восходом солнца. Зимой скорость ниже.

Устойчивый период среднесуточной температуры воздуха через 0 °C происходит в среднем 6 апреля и 20 октября, число дней с температурой выше этого предела составляет в среднем 196 дней в году.

Средняя продолжительность большого вегетационного периода составляет 162 дня (с 23 апреля по 3 сентября), продолжительность малого вегетационного периода 119 дней (с 15 мая по 12 сентября).

По данным Свердловской гидрометеорологической службы среднемесячная температура воздуха за многолетний период составляет в январе –12,6 °C, а в июле – +18,9 °C (табл. 1).

Таблица 1
Показатели температуры Екатеринбурга за весь период наблюдения, °C

Месяц	Абсолютный минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолютный максимум
Январь	–44,6 (1915)	–15,5	–12,6	–9,3	5,6 (1971)
Февраль	–42,4 (1896)	–14,1	–10,8	–6,6	9,4 (2004)
Март	–39,2 (1915)	–7,3	–3,6	0,9	17,3 (1951)
Апрель	–21,8 (1882)	0,3	4,7	10,1	28,8 (1995)
Май	–13,5 (1952)	6,9	12,2	18,3	34,7 (2021)
Июнь	–5,3 (1898)	12,0	16,9	22,6	36,4 (2021)
Июль	1,5 (1914)	14,4	18,9	24,3	39,1 (2020)
Август	–2,2 (1968)	12,2	16,2	21,4	37,2 (1936)
Сентябрь	–9,0 (1913)	6,8	10,4	15,0	31,9 (2003)
Октябрь	–22,0 (1976)	1,0	3,6	6,9	24,7 (1936)
Ноябрь	–39,2 (1890)	–7,8	–5,4	–2,6	13,5 (1932)
Декабрь	–44,0 (1978)	–13,3	–10,7	–7,8	5,9 (1982)
Годовые показатели	44,6 (1915)	–	–	–	39,1 (2020)

В формировании температурного режима в воздухе и на поверхности почвы большую роль играют высота расположения местности, формы рельефа.

В результате стока холодного воздуха с вершин гор и холмов в пониженных частях территории вероятность заморозков более значительна. Среднее число дней в году с температурой почвой ниже 0 °С на глубине 20 см составляет 147 дней. Средняя глубина промерзания почвы 110 см достигает в наиболее суровые годы 146 см.

Количество и распределение осадков в течение всего года определяется главным образом циклонической деятельностью атмосферы, расположением территории лесхоза на восточных склонах Уральского хребта, являющегося естественным барьером при пересечении его воздушными массами в широтном направлении. Количество осадков составляет 450–533 мм в год (табл. 2).

Таблица 2

Показатели количества осадков по данным метеостанции Екатеринбурга за весь период наблюдения, мм

Месяц	Среднее	Месячный максимум, (год)	Месячный минимум, (год)	Суточный максимум
Январь	24,8	76 (2001)	0,0 (1848)	23 (2010)
Февраль	19,3	75 (1966)	0,0 (1848)	19 (2008)
Март	24,6	63 (1925)	0,0 (1860)	28 (2005)
Апрель	31,0	86 (2006)	0,0 (1904)	31 (1965)
Май	46,9	129 (1850)	2 (1957)	45 (1925)
Июнь	72,5	168 (1986)	8 (1958)	65 (1889)
Июль	93,0	228 (1993)	11 (1839)	94 (1950)
Август	75,2	218 (1937)	11 (1936)	80 (1910)
Сентябрь	44,9	229 (1987)	0,0 (1851)	65 (1953)
Октябрь	40,7	110 (1927)	0,9 (1859)	41 (1928)
Ноябрь	32,7	87 (1998)	0,6 (1862)	32 (1895)
Декабрь	27,9	96 (1907)	0,0 (1839)	23 (1917)
Год	—	777 (1937)	176 (1857)	94 (1950)

Степень увлажнения территории лесхоза можно считать достаточной. Превышение выпадающих осадков над испарением приводит к заболачиванию на части территории, находящейся в местах с ограниченным стоком.

Накопление снежного покрова зимой происходит относительно равномерно, его наибольшая высота за конкретный год колеблется от 22 до 77 см и наблюдается в середине марта. Вместе с этим следует отметить, что высота снежного покрова в пространственном распределении различна, зависит от рельефа местности, направления и силы ветра, типа растительности.

В последние десятилетия наблюдается повышение температуры воздуха (рис. 1).

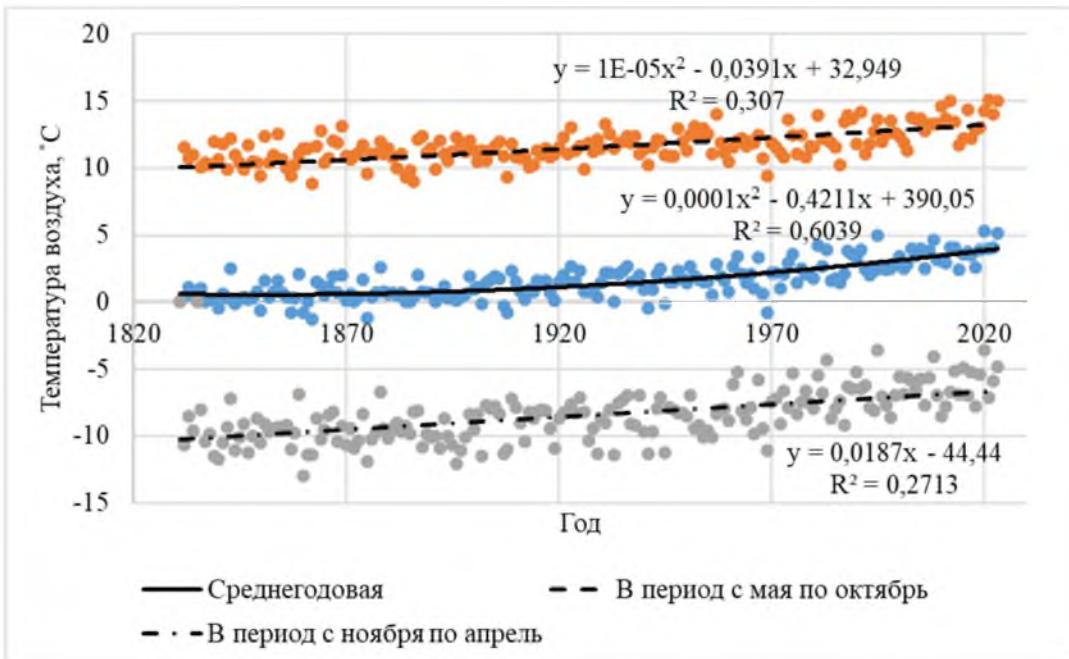


Рис. 1. Средняя температура воздуха в Екатеринбурге¹

Увеличение температуры воздуха сопровождается увеличением количества осадков (рис. 2).

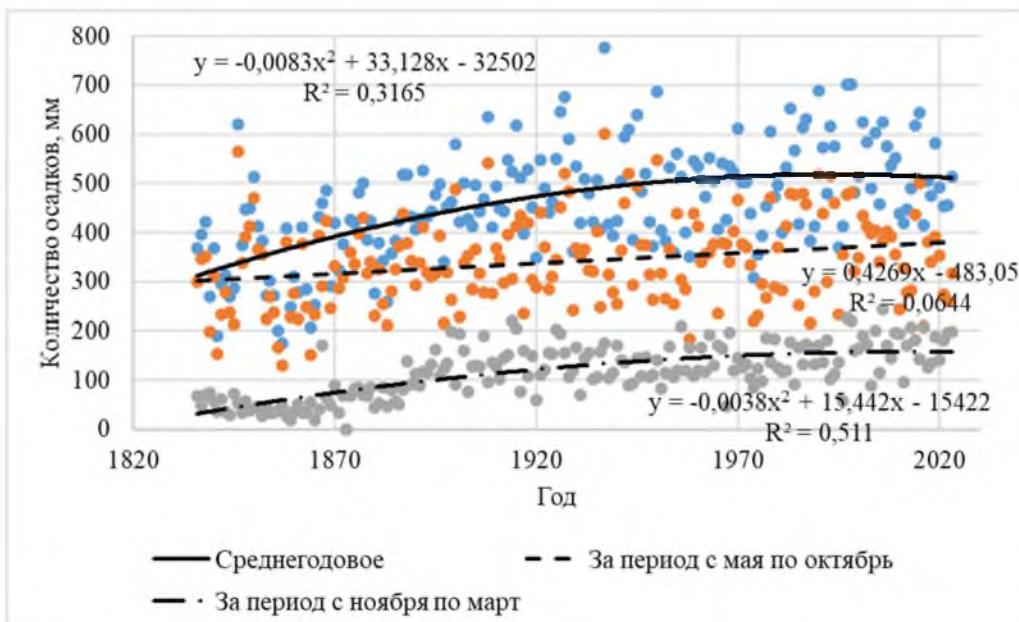


Рис. 2. Количество осадков в г. Екатеринбурге²

¹ Погода и климат : [сайт]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/28440.htm> (дата обращения: 10.11.2025.)

² Погода и климат : [сайт]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/28440.htm> (дата обращения: 11.11.2025.)

Материалы рис. 2 свидетельствуют, что с 1970 г. рост количества осадков замедлился. В 2020–2023 гг. недостаток осадков привел к снижению уровня грунтовых вод и резко увеличил пожарную опасность (Опыт тушения ..., 2022, 2023; Секерин и др., 2022, 2024; Фактическая горимость ..., 2022; Особенности ..., 2023; Кузнецов, Секерин, 2024; Шкала ..., 2025).

В целом можно констатировать, что климатические условия УУОЛ УГЛТУ позволяют выращивать высокопроизводительные устойчивые насаждения основных пород лесообразователей таежной зоны. К климатическим факторам, отрицательно влияющим на рост и развитие растений, можно отнести поздние весенние и ранние осенние заморозки.

Низкая влажность воздуха в сочетании с теплой погодой в мае-июне способствуют повышению пожарной опасности в лесах УУОЛ УГЛТУ.

1.2. Рельеф и почвы

Территория лесхоза расположена в восточных предгорьях Уральского горного хребта. Рельеф местности характеризуется как увалисто-холмистый с широкими плоскими понижениями между увалами и холмами. Со временем увалы сглаживаются благодаря многовековой водной и ветровой эрозии. Горы вытянуты в широтном направлении с запада на восток. Наивысшие точки гор варьируются в пределах 300–500 м (г. Пшеничная – 426,1 м, скалы Чертово городище – 364 м). В юго-восточной и восточной частях лесхоза преобладает мелкосопочный рельеф с минимальными отметками в долинах рек до 249,8 м.

В геологическом строении большая часть территории УУОЛ располагается на Верх-Исетском гранодиоритном массиве. Массив имеет овальную форму и субмеридиональное простиранье. Его окружают вулканогенные толщи преимущественно девонского возраста. Вертикальная мощность массива в краевых частях равна 1,5–3 км (Болотнова, 2007). Гранитно-gneйсовые породы преобладают на территории УУОЛ, местами образуя целые гранитные горы с хорошо выраженной плитчатой структурой, часто граниты выступают островами среди болот.

В геологическом строении принимают участие также группы гнейсов, кристаллических сланцев (змеевики, перidotиты) и других. В северной части лесхоза преобладают граниты, в центральной и юго-восточной – гранито-гнейсы.

Основными почвообразующими породами на территории УУОЛ являются продукты выветривания гранитов. По механическому составу на территории лесхоза преобладают суглинистые и супесчаные почвы со значительной примесью гранитов во всех горизонтах. Эти почвы сформировались на продуктах выветривания гранитов, на что указывают почвенные разрезы, где наблюдается постепенный переход в подстилающие горные породы. Полевые шпаты и слюды, в большом количестве находящиеся в почвах, в результате выветривания образуют глинообразную часть почв. Кварц, почти не поддающийся механическому разрушению, выпадает при рыхлении горной породы целиком и составляет с неразложившимися остатками слюды песчаную фракцию почв. Глинообразные частицы почв, легко переносимые ветром и водой, скапливаются у подножия гор и в понижениях, благодаря чему и происходит дифференциация почв на суглинистые и супесчаные. Мощность почв зависит от их расположения по элементам рельефа.

В составе почвенного покрова преобладают горные дерново-подзолистые почвы и дерново-подзолистые почвы долин. Для региона расположения лесхоза характерно медленное разложение органических остатков, состоящих из опада хвои и мхов, гумус имеет кислую реакцию. Подзолистый горизонт состоит преимущественно из кислого кремнезема (Гафуров, 2008).

На верхних частях склонов и обнажениях горных пород формируются горно-лесные и горно-подзолистые почвы. Эти типы почв распространены незначительно, занимают вершины высоких холмов и крутые склоны преимущественно южной экспозиции. Горнолесные почвы постоянно сухие, малоразвитые с выходом на поверхность горных пород. На горнолесных почвах формируются сосняки нагорные и брусничные.

Наиболее распространенные в лесхозе дерново-подзолистые и лесные дерново-подзолистые почвы с механическим составом от легких суглинков до супесей. Степень насыщенности основаниями в этих почвах 61–71 %, гумусом – 1,5–3,4 %, pH – 5,5–5,8 %.

На дерново-подзолистых почвах произрастает сосняк ягодниковый, разнотравный, липняковый. Этот тип почв наиболее благоприятен для произрастания древесной растительности.

Горные котловины заняты почвами болотного генезиса. На болотах распространены торфяно-болотные почвы. Это связано с избыточным увлажнением атмосферными и грунтовыми водами. Мощность торфа в некоторых местах может достигать нескольких метров. Также незначительную площадь занимают дерново-иловатые и дерново-луговые почвы.

1.3. Гидрология и гидрография

Расположение лесхоза на восточных склонах Уральского хребта и близость к водоразделу определяют гидрологические условия, типичные для Среднего Урала. Речная сеть представлена довольно большими частями рек, речек и ручьев, являющихся водосборной сетью верховьев реки Исеть, впадающей в приток Оби – Тобол. Наиболее значительными реками являются: Исеть, Черная, Шитовский Исток.

Река Исеть берет начало из озера Исетского, протекает через озеро Мелкое, трижды перекрыта плотинами в Екатеринбурге.

На территории лесхоза средняя ширина реки 25 м, глубина 1–1,5 м, средняя скорость течения 0,5 м/с. Приречные пространства представляют собой заболоченные низины, поросшие местами сосной V–V_б класса бонитета. Вместе с притоками река Исеть является источником водоснабжения Екатеринбурга.

Река Шитовский Исток соединяет озера Шитовское и Исетское. Протяженность ее в пределах лесхоза составляет всего 5 км, средняя ширина 8–10 м, глубина 1,5–2 м. Берега заболочены, и подход к реке затруднен.

Река Черная впадает в озеро Исетское и протекает на территории лесхоза на протяжении 4 км, средняя скорость течения 0,3 м/с, средняя ширина реки 10–15 м, глубина 1,5–2 м. Берега заболочены с насаждениями V–V_б классов бонитета.

Все остальные реки и ручьи являются притоками Исети. Судоходных и сплавных рек в районе расположения лесхоза нет. На территории лесного участка болота занимают 1232,9 га – 4,23 %.

На водоразделах и верхних частях склонов грунтовые воды расположены глубоко, чем объясняется сухость почв. В междуречьях грунтовые воды залегают неглубоко, хорошо увлажняя почву, местами переувлажняя ее.

2. ИСТОРИЯ ЛЕСОУСТРОЙСТВА НА ТЕРРИТОРИИ УРАЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Оптимизация лесопользования невозможна без объективных данных о лесном фонде. Можно констатировать, что леса Уральского учебно-опытного лесхоза имеют продолжительную, сложную историю освоения и относятся к числу лесных массивов, одними из первых, устроенных в нашей стране. Применявшиеся на территории современного лесхоза в течение двух с лишним веков методы организации лесного хозяйства отражают основные этапы развития отечественного лесоустройства, а лесной фонд по праву может считаться историческим объектом.

Начало промышленного освоения лесов на территории современного УУОЛ УГЛТУ связано со строительством Верх-Исетского металлургического завода, а следовательно, с возникновением Екатеринбурга.

В 1726 г. специальным указом Петра I строящемуся заводу были приписаны все леса в радиусе до 30 км, куда и вошла значительная часть территории лесхоза. При передаче заводу были предоставлены широкие права на заготовку древесины для строительства, а главным образом для углежжения. В то же время указом Петра I предписывалось привести в известность переданные леса в соответствии с Вальдмейстерской инструкцией 1722 г. Указанное обусловило проведение первого упрощенного описания лесов с нанесением их на карту местности. При описании лесной фонд был разделен на две части: близлежащий и удаленный леса. Первая часть была расчленена в натуре на 30 сечей, каждая из которых должна была обеспечивать годичную потребность завода и города в древесине. Вторая часть, куда вошли леса лесхоза, считалась резервным лесом. В практике лесопользования доминировала сплошнолесосечная рубка. Однако потребность в строевом лесе привела к широкому применению приисковых рубок, которые велись почти на всей закрепленной за заводом территории. В 1770 г. было проведено повторное обследование закрепленных лесов, при этом резервный лес был вовлечен в эксплуатацию и также разделен на 30 сечей.

Таким образом, двукратное упрощенное описание лесов и разделение их на сечи, произведенные в XVIII столетии, явились первыми, хотя и слабыми, мероприятиями по регулированию заготовки древесины и по существу могут рассматриваться как элементы зарождения отечественного лесоустройства.

Бурное развитие горнозаводской промышленности Екатеринбурга, как и всего Урала, сопровождалось чрезмерной и хищнической эксплуатацией лесов. Это привело к тому, что в конце XVIII в. стал ощущаться недостаток леса вблизи города. Истощение лесов было настолько серьезным, что вице-президент берг-коллегии А. А. Мусин-Пушкин в 1797 г. в докладной записке об упорядочении лесного хозяйства на Урале предложил перейти к восстановлению лесов путем посева семян хвойных пород. Царское правительство вынуждено было издать ряд законодательных актов по регулированию использования лесов и разработке более совершенных методов ведения горнозаводского лесного хозяйства. В частности, правительственным указом от 9 ноября 1800 г. предписывалось берг-коллегии наблюдать, «чтобы лесов при заводах стало на вечные времена». В 1806 г. был учрежден специальный горный департамент, которому поручили заведовать заводскими лесами, разделять их на сечи и наблюдать, чтобы заводы рубили леса не более годовой нормы.

Весьма важным документом по упорядочению использования лесов явилась первая отечественная «Инструкция об управлении лесной частью на горных заводах хребта Уральского по правилам науки лесной и доброго хозяйства», изданная в 1830 г. «Первая цель сей инструкции, – говорилось в ней, – есть та, чтобы обратить на сей предмет полное внимание горного Управления, ибо наука лесного хозяйства на заводах не менее важна, как собственно горные науки».

На основе этой инструкции было вскоре проведено первое лесоустройство. Все приписные леса завода были разрублены в натуре на кварталы площадью в 4 квадратных версты. В пределах кварталов были выделены насаждения по породам, возрастам, полноте, дремучие, хорошие, расстроенные, истребленные и почвенным условиям отличного, среднего и худого качества. На картах кварталы были условно разделены на четыре части квадрата, которые использовались для назначения мест рубок. Оборот рубки был установлен на строевой лес в 120 лет и мелкий – 60 лет. Лесосеки нарезались в шахматном порядке и полосами без какого-либо ограничения ширины, но с учетом полноты насаждений и равномерности их по запасу. При этом различались лесосеки ближние и дальние по расстоянию от завода, а также лучшие и худшие по качеству. Рубка их намечалась равномерная, с использованием сплошных и приисковых способов. Сверх того, были выделены запасные лесосеки.

Таким образом, леса учебно-опытного лесхоза явились одним из первых на Урале и в целом по стране объектом, в котором был применен лесоустроительный метод разделения леса на лесосеки. Этот простейший способ устройства лесов является несомненно самобытным и достаточно прогрессивным для того времени, т. к. он привел к совершенствованию таксации и решению ряда лесоводственных вопросов, связанных с оборотом и способами рубок.

Однако это лесоустройство не в состоянии было регулировать лесопользование в течение длительного периода. Продолжавшаяся интенсивная вырубка лесов вблизи завода привела к резкому нарушению плана использования лесосек, составленного на весь оборот рубок. Поэтому в 1860 г. было проведено новое лесоустройство приписных лесов завода применительно к инструкции, изданной в 1859 г. При этом лесоустройстве были сохранены размеры кварталов, установленные прежним лесоустройством. Выделение таксационных участков проводилось рекогносцировочно при промере линий по квартальным просекам и граничным межам. Выдел лесных участков проводился исходя из состава пород, возраста, полноты, характера почв и положения участков. Одна пятая часть приписных лесов завода была выделена в «заказную», как резерв для пользования лесом на случай просчетов при лесоустройстве.

В «расходной» части лесного фонда назначались рубки, при этом обороты рубки были установлены с учетом нужных размеров древесины: для строевого леса 100–120 лет и дровяного – 40–60 лет. Годичный размер пользования назначен по нормальной лесосеке, определенной как частное от деления лесопокрытой площади на оборот рубки. При этом лесоустройстве были введены повсеместно сплошнолесосечные рубки с шириной лесосек для хвойных пород 50 саженей и для лиственных – 100 саженей. План рубок был составлен не на весь оборот, а только на 10 лет. Лесосеки были четко отграничены в натуре и по ним устанавливался выход сортиментов с оценкой по таксам.

Это лесоустройство внедрило в практику более совершенные принципы метода разделения леса на лесосеки. В частности, новым было разделение лесного фонда на «заказную» и «расходную» части, приведшее в последующем к понятию «хозяйственная часть»; отказ от составления плана рубок на весь оборот и переход к назначению мест рубок за реальный десятилетний период с сортиментацией лесосечного фонда; обоснование оборота рубки технической спелостью и повсеместное внедрение сплошных рубок с определенной шириной лесосек и требованием оставления семенников.

В период предначертаний этого лесоустройства и в последующие годы на Урале широко развернулось дорожное строительство. Новые железные дороги не только связали Екатеринбург с главными промышленными и торговыми центрами страны, но в значительной степени способствовали усилению лесозаготовок в коммерческих целях. Поэтому возникла новая волна хищнической эксплуатации лесов вокруг заводов Урала, в том числе Верх-Исетского. Это вызвало сильную тревогу среди передовых людей России. По требованию общественности для обследования состояния Уральского горного хозяйства и лесов были созданы специальные государственные комиссии. Одну комиссию возглавил академик В. П. Безобразов, другую – академик Д. И. Менделеев. Они, выявив причины истощения и расстройство лесов вокруг заводов, предложили важные меры по совершенствованию металлургического производства, региональному использованию и восстановлению лесных богатств, постепенному переводу металлургии с древесного на минеральное топливо. Царское правительство ограничилось лишь требованием проведения нового лесоустройства горнозаводских лесов.

Последнее дореволюционное лесоустройство приписных лесов Верх-Исетского завода, в том числе территории современного учебно-опытного лесхоза, было проведено в 1914–1915 гг. по инструкции, составленной проф. М. М. Орловым и изданной в 1911 г. Таксация здесь впервые проводилась с использованием системы таксационных визиров, хозяйственная оценка насаждений также впервые проводилась по классам бонитетов. Лесоустройство было выполнено по методу классов возраста, который с некоторыми усовершенствованиями используется и в настоящее время. При составлении таблицы классов возраста насаждения впервые были сгруппированы в «хозяйства». Годичный размер пользования был определен по методу нормального запаса. Указанные нововведения представляли собой важный шаг в развитии техники лесоустройства.

Таким образом, дореволюционное устройство лесов учебно-опытного лесхоза было направлено на предотвращение хищнического использования лесных богатств, но в тех социально-экономических условиях оно оказалось бессильным в этом отношении. Вместе с тем неоднократно проводившееся лесоустройство позволило испытывать и совершенствовать самобытные методы лесоустройства: разделение леса на лесосеки и классы возраста.

Великая Октябрьская социалистическая революция положила начало новому этапу в использовании и устройстве лесов страны. В соответствии с «Декретом о земле», принятым II Всероссийским съездом Советов рабочих и солдатских депутатов 8 ноября (26 октября) 1917 г., на Урале, как и во всей стране, были национализированы все лесные массивы и сосредоточены в ведении Наркомата земледелия РСФСР. Таким образом, произошло полное отделение приписных лесов от Верх-Исетского завода.

Первое устройство лесов нынешнего учебно-опытного лесхоза в советский период было осуществлено в 1928 г. в соответствии с требованиями «Инструкции для устройства, ревизии лесоустройства и лесоэкономического обследования общегосударственных лесов», изданной в 1926 г. При инвентаризации лесного фонда была проведена теодолитная съемка окружной межи и планшетных рамок. Кварталы были сохранены размером 2×2 версты, по визирам разделялись на клетки. В таксационном описании каждого участка дополнительно к бонитету впервые указывался тип леса.

Лесоустройство проведено по методу классов возраста. В лесном фонде была выделена «зеленая площадь» в районе поселка Исеть в размере 129 га для ведения лесопаркового хозяйства. В остальной части, отнесенной к эксплуатационной, были образованы три секции:

- хвойная высших бонитетов (сосна I–IV бонитет, ель I–III бонитет);
- хвойная низших бонитетов (сосна V, ель IV бонитет);
- березовая всех бонитетов (береза II–IV бонитет).

Площади, занятые сосновой Va и елью V бонитетов были отнесены к неудобным пространствам. Оборот рубки был принят по хвойным секциям 101–120 лет и по березовой – 60–70 лет, с повсеместным применением сплошно-лесосечного способа рубки. В хвойных секциях намечалась рубка лесосеками шириной 100 метров, сроком примыкания 5 лет и пятью зарубами в квартале, а в березовой секции – рубка целыми участками.

Отличительной особенностью этого лесоустройства является, таким образом, выделение неэксплуатационного участка, таксация по типам леса и детальное изучение экономических связей лесного хозяйства с потребителями древесины.

В 1933 г. была выделена зеленая зона вокруг Свердловска. В ее состав вошло Верх-Исетское лесничество площадью в 13,0 тыс. га. В связи с этим в 1935 г. было проведено специальное лесоустройство данного лесничества. Работы выполнялись Уральским филиалом Востстройлесмеханизации. Устройство велось по второму разряду инструкции

Наркомзема 1934 г. Окружная межа лесничества и планшетные рамки сняты теодолитом, кварталы уменьшены до размера 1×1 км, таксационные визиры прорублены с запада на восток через 250 м. Все запроектированные лесохозяйственные мероприятия были направлены на сохранение, улучшение состояния и повышение санитарно-защитных свойств лесов. Таким образом, лесоустройство оказало содействие в подчинении лесного хозяйства Верх-Исетского лесничества интересам Свердловска и его населения.

В 1945 г. в состав зеленой зоны Свердловска были включены и леса Северского лесничества. При этом все леса этой зоны отнесены к первой группе. В 1948 г. на базе Северского и Верх-Исетского лесничеств был организован учебно-опытный лесхоз Уральского лесотехнического института. Все это привело к необходимости нового лесоустройства, которое было проведено в 1948 г. силами института под руководством доцента М. К. Новикова. В работе приняли участие: Е. Е. Черник, Ф. А. Никитин, Э. Г. Дзадзания, В. В. Тарасевич, Е. П. Смолоногов и др.

Лесоустройство проводилось по «Инструкции для устройства и ревизии устройства водоохраных лесов (1946 г.). Применительно ко второму разряду лесоустройства дополнительной разрубкой просек кварталы были повсеместно доведены до размера 1×1 км. Лесной фонд разделен на две хозяйствственные части: зеленая зона и эксплуатационная. Последняя выделена в лесах 1 группы лишь площадью 3,0 тыс. га в целях ведения учебно-показательных рубок главного пользования. В пределах этих хозчастей образовано с учетом преобладающих пород по три хозяйства: сосновое, еловое, березовое.

В хозяйствах первой хозчасти были намечены только рубки ухода и санитарные, а в другой – различные способы рубок главного пользования в насаждениях VI класса возраста и старше. Лесостроительным проектом был намечен широкий комплекс мероприятий по лесовосстановлению, охране и защите леса, переработке лесных отходов, строительству служебных зданий и сооружений, использованию лесхоза в качестве учебно-опытной базы института. Таким образом, это лесоустройство определило основное направление организации и ведения лесного хозяйства в лесхозе применительно к его назначению.

В связи с возросшими требованиями к лесам лесхоза как учебно-опытной базе УЛТИ, а также учитывая достигнутый технический прогресс в лесоустройстве, в 1955 г. было проведено новое лесоустройство Северского и Верх-Исетского лесничеств и в 1962 г., после присоединения к лесхозу лесного массива эксплуатационного, значения (леса II группы) Уваловского лесничества.

Лесоустройство было выполнено Свердловской экспедицией ВО «Леспроект» под руководством П. Ф. Трусова в соответствии с инструкцией 1951 г. При этом лесоустройстве здесь впервые были использованы материалы аэрофотосъемки в масштабе 1:18000, с размером снимков 18×18 см.

Лесоустройство проведено по 1-му разряду, поэтому квартальная сеть в Уваловском лесничестве была также приведена к размерам 1×1 км. Таксация проводилась наземным методом по элементам леса с использованием аэроснимков в качестве абрисов, с заходом в каждый таксационный выдел.

В соответствии с назначением лесов в лесхозе были выделены две хозяйствственные части: зеленая зона в составе Северского и Верх-Исетского лесничеств, площадью 19,4 тыс. га (I группа лесов), и эксплуатационная – Уваловское лесничество, площадью 10,1 тыс. га (II группа лесов). В обеих хозяйственных частях были образованы аналогичные хозяйства: сосновое (сосна I–IV и лиственница II–IV бонитетов), еловое (ель и пихта II–IV бонитетов), березовое (береза II–V, осина II–IV, липа II–III, ольха III–V и дуб II бонитетов), сосновое низших бонитетов (сосна V–Va и ель V бонитета). При лесоустройстве без специальных исследований были приняты по хозяйствам первой хозчасти следующие возрасты рубок: в сосновом – 141–160 лет, еловом – 121–140, березовом – для березы 71–80, осины, липы и ольхи – 61–70 лет; по эксплуатационной хозчасти: 81–100, 101–120 и 51–60 лет, соответственно. Лесохозяйственные мероприятия в пределах хозяйств намечались по таксационным участкам с учетом типов леса.

Таким образом, новым в последнем лесоустройстве было использование материалов аэрофотосъемки, проведение таксации по элементам леса и проектирование лесохозяйственных мероприятий с учетом типов леса. Кроме того, использованный лесоустроительный метод классов возраста был дополнен отдельными элементами участкового хозяйства, что обеспечило организацию лесного хозяйства в лесхозе на уровне современной лесохозяйственной теории и практики.

О результатах лесохозяйственной деятельности по лесоустроительным проектам в лесах лесхоза можно до некоторой степени судить по изменениям в составе лесного фонда. Сохранившиеся материалы лесоустройства позволяют сопоставить показатели лесного фонда в границах Северского и Верх-Исетского лесничеств за период с 1928 по 1966 гг., т. е. почти за четыре десятилетия (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Изменение лесного фонда Северского и Верх-Исетского лесничеств
по категориям земель, га

Категория земель	Годы учета лесного фонда, г.				
	1928	1948	1955	1966	2021
Покрытая лесом площадь	14432,0	14185,6	16428,0	16033,0	25391,7
Не покрытая лесом площадь	1400,0	1511,0	231,0	859,0	323,9
Нелесная площадь	4083,0	4337,4	2893,0	2562,0	3412,9
<i>Итого</i>	19915,0	20034,0	19552,0	19454,0	29128,5

Как видно, общая площадь этих лесничеств за указанный период сократилась на 461 га. При этом лесопокрытая площадь возросла на 1601 га, а не покрытая лесом площадь уменьшилась на 341 га и нелесная – на 1431 га. Увеличение лесопокрытой площади свидетельствует о непрерывном улучшении ведения хозяйства в этих лесах.

Таблица 4

Изменение лесопокрытой площади Северского и Верх-Исетского лесничеств по преобладающим породам, га

Преобладающая порода	Годы учета лесного фонда				
	1928	1948	1955	1966	2021
Сосна	9700,0	9817,8	12126,0	11742,0	15134,5
Береза	2674,0	3469,9	3357,0	3356,0	7067,0
Ель	2058,0	828,9	843,0	833,0	2377,0
Лиственница	–	2,8	7,0	7,0	127,9
Осина	–	62,4	65,0	65,0	465,3
Ольха	–	0,8	11,0	11,0	93,6
Липа	–	3,0	18,0	18,0	28,3
Дуб	–	–	1,0	1,0	–
<i>Итого</i>	14432,0	14185,6	16428,0	16033,0	25391,7

Приведенные данные показывают, что в породном составе лесов произошли существенные изменения. При общем увеличении лесопокрытой площади на 1601 га, площадь сосновых насаждений возросла на 2042 га и березовых – на 822 га. Кроме того, создано культур лиственницы – 7 га, дуба – 1 га. Естественным путем возникли насаждения с преобладанием осины – 65 га, липы – 18 га и ольхи – 11 га. Вместе с тем площадь еловых насаждений сократилась на 1225 га, что объяс-

няется происходящей сменой еловых насаждений березняками и отчасти сосняками, который недостаточно регулировался лесохозяйственной деятельностью.

Продуктивность лесов указанных лесничеств несколько возросла: средний прирост насаждений на 1 га увеличился с 2,2 м³ в 1928 г. до 2,6 м³ – в 1966 г.

Приведенные в табл. 3 и 4 данные за 2021 г. характеризуют лесной фонд УУОЛ УГЛТУ на современном этапе и позволяют оценить динамику площадей по категориям земель и распределения насаждений по преобладающим породам в относительных величинах практически за 100-летний период.

Несовпадение площадей в абсолютных величинах объясняется тем, что данные за 2021 г. приведены в целом по лесхозу, а за все предыдущие годы только по двум лесничествам.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА

Суровые климатические условия оказали влияние на породную структуру лесов, которая не отличается большим разнообразием. Из древесных пород преобладает сосна обыкновенная, лиственница Сукачева, ель сибирская, пихта сибирская, березы повислая и пушистая, осина, липа мелколистная, ольха серая и черная.

В подлеске преобладают можжевельник обыкновенный, ракитник русский, жимолость татарская, крушина ломкая и др. Широко распространены зеленые мхи, папоротники, хвоющие.

Лесной фонд УУОЛ УГЛТУ представлен защитными лесами и, несмотря на длительный период эксплуатации, характеризуется относительно хорошими таксационными показателями. Так, в частности, на долю покрытых лесной растительностью земель приходится почти 87,2 % общей площади лесхоза (табл. 5).

Таблица 5

Распределение площади Учебно-опытного лесхоза УГЛТУ
по категориям земель

Категория земель	Площадь	
	га	%
1. Общая площадь земель лесного фонда	29128,5	100,00
2. Лесные земли – всего	25715,6	88,28
2.1. Покрытые лесом – всего	25391,7	87,17
2.1.1. В том числе лесные культуры	1881,5	6,46
2.2. Не покрытые лесом – всего	323,9	1,11
в том числе: несомкнувшиеся лесные культуры	186	0,64
лесные питомники, плантации	16,1	0,06
редины естественные	0	0,00
фонд лесовосстановления – всего	121,8	0,42
в том числе:	0	0,00
гари, погибшие древостои	4,5	0,02
вырубки	113,5	0,39
прогалины, пустыри	3,8	0,01
3. Нелесные земли – всего	3412,9	11,72
в том числе пашни	17,5	0,06
сенокосы	645,4	2,22
пастбища, луга	32,3	0,11
воды	353,5	1,21
сады, тутовники	4,1	0,01
дороги, просеки	338	1,16

Окончание табл. 5

Категория земель	Площадь	
	га	%
Границы окружные	22,7	0,08
усадьбы и пр.	47,6	0,16
болота	1232,9	4,23
Разрывы противопожарные	52,6	0,18
Карьеры	65,3	0,22
Линии электропередач	484,1	1,66
прочие земли	116,9	0,40

Материалы табл. 5 свидетельствуют, что на не покрытые лесной растительностью земли приходится лишь 1,11 %, при этом фонд лесовосстановления не превышает 121,8 га или 0,42 %.

Среди нелесных земель доминируют болота – 1232,9 га (4,23 % общей площади УУОЛ), а также сенокосы 645,4 га (2,22 %). Однако последние из-за невостребованности интенсивно застают древесной растительностью.

Покрытые лесной растительностью земли представлены светлохвойными, темнохвойными, мягколиственными насаждениями и кустарниками зарослями (табл. 6).

Из приведенных в табл. 6 данных следует, что на территории УУОЛ доминируют сосновые насаждения, на долю которых приходится 59,6 % покрытых лесной растительностью земель и 68,8 % запаса древесины. На долю березняков приходится 27,8 и 22,9 %, соответственно.

К сожалению, отнесение лесов лесхоза к защитным привело к накоплению перестойных насаждений. Так, в частности, на территории лесхоза имеют место березовые насаждения XIII и старше классов возраста. При этом на долю перестойных насаждений приходится 7,91 % общей покрытой лесной растительностью площади (табл. 7).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 6

Распределение покрытой лесной растительностью земель Учебно-опытного лесхоза УГЛТУ по классам возраста и запасам, га/м³

Преобладающая порода	Класс возраста												Всего	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Сосна	534,7 23087,5	802,5 100997	745,4 214447	1966,1 629210	2753,7 885684	4892,1 1533834,7	2362,5 741186,2	647,4 181264	357,2 100242	69,6 18875	3,3 543	—	— 4429370,9	
Лиственница	40,8 2190,7	25,1 2707	4,4 720	1,0 300	0,3 81	0,5 165	25,8 6938	16,3 4491	9,7 2578	2,8 700	— 348	1,2 348	127,9 21218,7	
Всего светлохвойные	575,5 25278,2	827,6 103704	749,8 215167	1967,1 629510	2754,0 885765	4892,6 1533999,7	2388,3 748124,2	663,7 185755	366,9 102820	72,4 19575	3,3 543	1,2 348	15262,4 4450589,6	
Ель	827,2 16402,4	249,5 17067	6,3 946,5	17,2 3631	52,7 10865	88,2 22647	544,6 151405,6	500,9 125397	90,4 22276	— —	— —	— —	2377,0 370637,5	
Пихта	5,6 147	27,4 1839	14,5 1984		0,6 162	21,8 6213	20,5 6592	— —	— —	— —	— —	— —	90,4 16937	
Кедр	7,7 434,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	7,7 434,5	
Всего темнохвойные	840,5 16983,9	276,9 18906	20,8 2930,5	17,2 3631	53,3 11027	110,0 28860	565,1 157997,6	500,9 125397	90,4 22276	— —	— —	— —	2475,1 388009	
Береза	42,8 859,5	135,6 4920,5	264,8 20265	116,4 13689	136,3 21681	624,0 120226,3	1543,8 340291,4	1614,8 355565	1464,3 343164	756,3 170074	296,6 65543	62,3 12997	8,3 1378	7067,0 1470744
Осина	— —	8,3 513	40,6 3879	49,0 9288	101,6 22434	85,1 22966	133,3 40552	33,7 9678	13,7 3867	— —	— —	— —	465,3 113177	
Липа	— —	7,0 397	13,1 1802	6,0 960	1,3 350	0,9 243	— —	— —	— —	— —	— —	— —	28,3 3752	
Всего мягколиственые	42,8 859,5	150,9 5830,5	318,5 25946	171,4 23937	239,2 44465	710,0 143435,3	1677,1 380843,4	1648,5 365243	1478,0 347031	756,3 170074	296,6 65543	62,3 12997	8,3 1378	7560,6 1587673

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 6

Преоб- ладаю- щая по- роды	Класс возраста													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII и стар- ше	
Ольха серая	—	<u>10,3</u> 285,5	<u>20,7</u> 1525	<u>2,7</u> 188	<u>3,8</u> 436	<u>22,4</u> 2236	<u>2,9</u> 285	—	—	—	—	—	—	<u>62,8</u> 4955,5
Ольха черная	—	—	—	—	—	—	—	<u>2,5</u> 325	<u>2,1</u> 315	<u>26,2</u> 3581	—	—	—	<u>30,8</u> 4221
Всего кустар- ники	—	<u>10,3</u> 285,5	<u>20,7</u> 1525	<u>2,7</u> 188	<u>3,8</u> 436	<u>22,4</u> 2236	<u>2,9</u> 285	<u>2,5</u> 325	<u>2,1</u> 315	<u>26,2</u> 3581	—	—	—	<u>93,6</u> 9176,5
Общий итог	<u>1458,8</u> 43121,6	<u>1265,7</u> 128726	<u>1109,8</u> 245568,1	<u>2158,4</u> 657265,5	<u>3050,3</u> 941693,4	<u>5735,0</u> 1708531	<u>4633,4</u> 1287250, 2	<u>2815,6</u> 676720,3	<u>1937,4</u> 472442	<u>854,9</u> 193230	<u>299,9</u> 66086	<u>63,5</u> 13345	<u>8,3</u> 1378	<u>25391,7</u> 6435448,1
% зани- маемой площади	5,75	4,98	4,37	8,50	12,01	22,59	18,25	11,09	7,63	3,37	1,18	0,25	0,03	100,00
% запаса	0,67	2,00	3,82	10,21	14,63	26,55	20,00	10,52	7,34	3,00	1,03	0,21	0,02	100,00

Таблица 7

Распределение покрытой лесом площади учебно–опытного лесхоза УГЛТУ по группам возраста, га/%

Преобладающая порода	Группа возраста					Итого
	1	2	3	4	5	
Сосна	1337,2 5,27	3414,6 13,45	4426,4 17,43	5359,1 21,11	597,2 2,35	15134,5 59,60
Лиственница	65,9 0,26	5,7 0,02	0,5 0,00	42,1 0,17	13,7 0,05	127,9 0,50
Всего светлохвойные	1403,1 5,53	3420,3 13,47	4426,9 17,43	5401,2 21,27	610,9 2,41	15262,4 60,11
Ель	1076,7 4,24	56,4 0,22	55,4 0,22	988,1 3,89	200,4 0,79	2377,0 9,36
Пихта	33,0 0,13	14,5 0,06	0,6 0,00	42,3 0,17	–	90,4 0,36
Кедр	7,7 0,03	–	–	–	–	7,7 0,03
Всего темнохвойные	1117,4 4,40	70,9 0,28	56,0 0,22	1030,4 4,06	200,4 0,79	2475,1 9,75
Береза	178,4 0,70	1141,5 4,50	1543,8 6,08	3079,1 12,13	1124,2 4,43	7067,0 27,83
Осина	8,3 0,03	89,6 0,35	101,6 0,40	218,4 0,86	47,4 0,19	465,3 1,83
Липа	7,0 0,03	21,3 0,08	–	–	–	28,3 0,11
Всего мягколистенные	193,7 0,76	1252,4 4,93	1645,4 6,48	3297,5 12,99	1171,6 4,61	7560,6 29,78
Ольха серая	10,3 0,04	23,4 0,09	3,8 0,01	25,3 0,10	–	62,8 0,25
Ольха черная	–	–	–	4,6 0,02	26,2 0,10	30,8 0,12
Всего кустарники	10,3 0,04	23,4 0,09	3,8 0,01	29,9 0,12	26,2 0,10	93,6 0,37
Итого	2724,5 10,73	4767,0 18,77	6132,1 24,15	9759,0 38,43	2009,1 7,91	25391,7 100,00

Примечание: 1 – молодняки; 2 – средневозрастные; 3 – приспевающие; 4 – спелые; 5 – перестойные.

Несмотря на значительную долю относительно мелких щебнистых почв, насаждения УУОЛ УГЛТУ характеризуются высокими классами бонитета (табл. 8).

Таблица 8

Распределение покрытой лесом земель учебно-опытного лесхозы УГЛТУ по классам бонитета, га/%

Преобла-дающая порода	Класс бонитета							Общий итог	Сред-ний класс бони-тета
	I	II	III	IV	V	Va	Vb		
Сосна	906,0 3,57	8113,8 31,95	3364,5 13,25	373,6 1,47	985,3 3,88	878,3 3,46	513 2,02	15134,5 59,60	II,8
Листвен-ница	9,0 0,04	87,3 0,34	26,9 0,11	4,7 0,02	—	—	—	127,9 0,50	II,2
Всего светло-хвойные	915,0 3,60	8201,1 32,30	3391,4 13,36	378,3 1,49	985,3 3,88	878,3 3,46	513,0 2,02	15262,4 60,11	II,8
Ель	1,8 0,01	128,1 0,50	1424,3 5,61	542,9 2,14	279,9 1,10	—	—	2377 9,36	III,4
Пихта	—	—	85,5 0,34	4,9 0,02	—	—	—	90,4 0,36	III,1
Кедр	—	—	7,7 0,03	—	—	—	—	7,7 0,03	III,0
Всего темнохвойные	1,8 0,01	128,1 0,50	1517,5 5,98	547,8 2,16	279,9 1,10	—	—	2475,1 9,75	III,4
Береза	39,9 0,16	3870,1 15,24	2074,9 8,17	879,7 3,46	183,4 0,72	13,8 0,05	5,2 0,02	7067,0 27,83	II,6
Осина	7,2 0,03	425,2 1,67	32,9 0,13	—	—	—	—	465,3 1,83	II,1
Липа	—	26,6 0,10	1,7 0,01	—	—	—	—	28,3 0,11	II,1
Всего мягколистственные	47,1 0,19	4321,9 17,02	2109,5 8,31	879,7 3,46	183,4 0,72	13,8 0,05	5,2 0,02	7560,6 29,78	II,6
Ольха серая	—	—	24,7 0,10	26,3 0,10	11,8 0,05	—	—	62,8 0,25	III,8
Ольха черная	—	—		30,8 0,12	—	—	—	30,8 0,12	IV,0
Всего кустарники	—	—	24,7 0,10	57,1 0,22	11,8 0,05	—	—	93,6 0,37	III,9
Общий итог	963,9 3,80	12651,1 49,82	7043,1 27,74	1862,9 7,34	1460,4 5,75	892,1 3,51	518,2 2,04	25391,7 100,00	II,8

Материалы табл. 8 свидетельствуют, что 49,82 % покрытых лесом земель приходится на насаждения второго класса бонитета. При этом среди сосновок доля насаждений второго класса бонитета достигает 53,6 %, а среди березняков – 54,8 %.

Абсолютное большинство мягколиственных насаждений приходится на производные насаждения, сформировавшиеся после сплошнолесосечных рубок и пожаров на месте коренных хвойных насаждений.

Для насаждений УУОЛ характерно значительное варьирование относительно полноты древостоев. Последняя варьируется от 0,3 до 1,0. При средней относительной полноте 0,74 (табл. 9).

Материалы табл. 9 свидетельствуют, что на долю насаждений с относительной полнотой 0,7 приходится 33,99 % всех лесных насаждений УУОЛ, а с полнотой 0,8 – 31,88 %.

На территории лесхоза представлены насаждения всех 7 групп типов леса (прил. 1) (Рекомендации ..., 2010). При этом доминируют насаждения ягодниковой (47,76 %) и липняково-разнотравной (28,23 %) групп (табл. 10). Минимальную площадь занимают насаждения нагорной (0,6 %), мшисто-хвощевой – 1,29 % и брусничной – 1,35 % групп типов леса.

Наличие насаждений разного состава, возраста и типов леса предопределило неоднородность классов природной пожарной опасности (КППО) (табл. 11).

При среднем классе природной пожарной опасности 3,07 на насаждения I и II КППО приходится 9064,4 га или 31,12 % общей площади лесхоза.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 9

Распределение покрытой лесом площади учебно-опытного лесхоза УГЛТУ по относительным полнотам, га/%

Преобладающая порода	Относительная полнота, ед.								Общий итог	Средняя полнота
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		
Сосна	<u>41,1</u> 0,16	<u>270,6</u> 1,07	<u>523,8</u> 2,06	<u>1846,7</u> 7,27	<u>5196,0</u> 20,46	<u>4618,3</u> 18,19	<u>2319,2</u> 9,13	<u>318,8</u> 1,26	<u>15134,5</u> 59,60	0,74
Лиственница	—	<u>17,7</u> 0,07	<u>11,6</u> 0,05	<u>22,3</u> 0,09	<u>30,0</u> 0,12	<u>28,1</u> 0,11	<u>5,8</u> 0,02	<u>12,4</u> 0,05	<u>127,9</u> 0,50	0,68
Всего светлохвойные	<u>41,1</u> 0,16	<u>288,3</u> 1,14	<u>535,4</u> 2,11	<u>1869,0</u> 7,36	<u>5226,0</u> 20,58	<u>4646,4</u> 18,30	<u>2325,0</u> 9,16	<u>331,2</u> 1,30	<u>15262,4</u> 60,11	0,74
Ель	<u>4,7</u> 0,02	<u>86,3</u> 0,34	<u>208,9</u> 0,82	<u>483,5</u> 1,90	<u>1113,8</u> 4,39	<u>414,9</u> 1,63	<u>60,4</u> 0,24	<u>4,5</u> 0,02	<u>2377,0</u> 9,36	0,67
Пихта	—	<u>10,9</u> 0,04	<u>20,5</u> 0,08	<u>17,7</u> 0,07	<u>41,3</u> 0,16	—	—	—	<u>90,4</u> 0,36	0,60
Кедр	—	—	<u>3,6</u> 0,01	<u>3,1</u> 0,01	<u>1,0</u> 0,01	—	—	—	<u>7,7</u> 0,03	0,57
Всего темнохвойные	<u>4,7</u> 0,02	<u>97,2</u> 0,38	<u>233,0</u> 0,92	<u>504,3</u> 1,99	<u>1156,1</u> 4,55	<u>414,9</u> 1,63	<u>60,4</u> 0,24	<u>4,5</u> 0,02	<u>2475,1</u> 9,75	0,67
Береза	<u>6,5</u> 0,03	<u>92,1</u> 0,36	<u>246,4</u> 0,97	<u>549,2</u> 2,16	<u>2111,2</u> 8,31	<u>2827,7</u> 11,14	<u>1112,1</u> 4,38	<u>121,8</u> 0,48	<u>7067,0</u> 27,83	0,76
Липа	—	—	—	<u>2,3</u> 0,01	<u>11,6</u> 0,05	<u>14,4</u> 0,06	—	—	<u>28,3</u> 0,11	0,74
Всего мягколиственные	<u>6,5</u> 0,03	<u>92,1</u> 0,36	<u>247,3</u> 0,97	<u>565,2</u> 2,23	<u>2228,4</u> 8,78	<u>3032,6</u> 11,94	<u>1265,7</u> 4,98	<u>122,8</u> 0,48	<u>7560,6</u> 29,78	0,76

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 9

Преобладающая порода	Относительная полнота, ед.								Общий итог	Средняя полнота
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		
Ольха серая	—	<u>24,5</u> 0,10	<u>15,1</u> 0,06	<u>6,5</u> 0,03	<u>16,7</u> 0,07	—	—	—	<u>62,8</u> 0,25	0,52
Ольха черная	—	—	—	<u>26,2</u> 0,10	<u>4,6</u> 0,02	—	—	—	<u>30,8</u> 0,12	0,61
Всего кустарники	—	<u>24,5</u> 0,10	<u>15,1</u> 0,06	<u>32,7</u> 0,13	<u>21,3</u> 0,08	—	—	—	<u>93,6</u> 0,37	0,55
Общий итог	<u>52,3</u> 0,21	<u>502,1</u> 1,98	<u>1030,8</u> 4,06	<u>2971,2</u> 11,70	<u>8631,8</u> 33,99	<u>8093,9</u> 31,88	<u>3651,1</u> 14,38	<u>458,5</u> 1,81	<u>25391,7</u> 100,00	0,74

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 10

Распределение покрытой лесом площади Учебно-опытного лесхоза УГЛТУ по типам леса и группам типов леса, га

Г Т Л	Тип леса	Преобладающая порода												Общий итог			
		Сосна	Лиственница	Всего светло-хвойные	Ель	Пихта	Кедр	Всего темно-хвойные	Береза	Осина	Липа	Всего мягко-лиственные	Ольха серая	Ольха черная	Всего кустарники	га	%
1	СЛБР	142,1	4,7	146,8	—	4,9	—	4,9	0,9	—	—	0,9	—	—	—	152,6	0,60
	Итого	142,1	4,7	146,8	—	4,9	—	4,9	0,9	—	—	0,9	—	—	—	152,6	0,60
2	СБР	331,3	—	331,3	—	—	—	—	10,9	—	—	10,9	—	—	—	342,2	1,35
	Итого	331,3	—	331,3	—	—	—	—	10,9	—	—	10,9	—	—	—	342,2	1,35
3	ЕСЗЯГ	174,4	—	174,4	92,3	9,2	2,6	104,1	10,2	—	—	10,2	—	—	—	288,7	1,14
	СОРЛ	4,0	—	4,0	—	—	—	—	22,9	—	—	22,9	—	—	—	26,9	0,11
	СЯГ	9812,5	70,1	9882,6	70,5	—	4,1	74,6	1775,2	77,2	1,3	1853,7	—	—	—	11810,9	46,51
	Итого	9990,9	70,1	10061,0	162,8	9,2	6,7	178,7	1808,3	77,2	1,3	1886,8	—	—	—	12126,5	47,76
4	ЕСТР	71,2	0,5	71,7	811,7	43	—	854,7	458,5	8,3	0,4	467,2	—	—	—	1393,6	5,49
	ЕТЗМ	—	—	—	165,4	11,7	1,0	178,1	83,5	—	—	83,5	—	—	—	261,6	1,03
	ЕТЛП	—	—	—	143,8	—	—	143,8	2,7	1,5	—	4,2	—	—	—	148	0,58
	СРТР	719,3	13,1	732,4	14,3	—	—	14,3	1470	97,7	—	1567,7	15,5	—	—	2329,9	9,18
	СТЛП	93,7	—	93,7	10,1	—	—	10,1	283,6	59,9	—	343,5	—	—	—	447,3	1,76
	СЯЛП	1170,8	39,5	1210,3	24,9	—	—	24,9	1110,8	215,8	26,6	1353,2	—	—	—	2588,4	10,19
	Итого	2055	53,1	2108,1	1170,2	54,7	1,0	1225,9	3409,1	383,2	27	3819,3	15,5	—	15,5	7168,8	28,23

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 10

ГТЛ	Тип леса	Преобладающая порода												Общий итог			
		Сосна	Лиственница	Всего светло-хвойные	Ель	Пихта	Кедр	Всего темно-хвойные	Береза	Осина	Липа	Всего мягко-листственные	Ольха серая	Ольха черная	Всего кустарники		
5	СЕВТР	32,7	–	32,7	354,2	21,6	–	375,8	790,4	4,9	–	795,3	16,9	–	16,9	1220,7 4,81	
	Итого	32,7	–	32,7	354,2	21,6	–	375,8	790,4	4,9	–	795,3	16,9	–	16,9	1220,7 4,81	
6	ЕКХМ III	–	–	–	5,8	–	–	5,8	–	–	–	0	–	–	–	5,8 0,02	
	ЕМШ	–	–	–	211,2	–	–	211,2	110,1	–	–	110,1	–	–	–	321,3 1,27	
7	Итого	–	–	–	217	–	–	217	110,1	–	–	110,1	–	–	–	327,1 1,29	
	БОСФ	–	–	–	–	–	–	–	563,4	–	–	563,4	–	–	–	563,4 2,22	
7	ОЛВТР	–	–	–	–	–	–	–	3,8	–	–	3,8	30,4	30,8	61,2	65 0,26	
	СЕОСФ	1332,6	–	1332,6	472,8	–	–	472,8	339,3	–	–	339,3	–	–	–	2144,7 8,45	
7	СКСФ	1059,7	–	1059,7	–	–	–	–	5,5	–	–	5,5	–	–	–	1065,2 4,20	
	ССФХ	190,2	–	190,2	–	–	–	–	25,3	–	–	25,3	–	–	–	215,5 0,85	
7	Итого	2582,5	–	2582,5	472,8	–	–	472,8	937,3	–	–	937,3	30,4	30,8	61,2	4053,8 15,97	
	Общий итог	га	15135	127,9	15262,40	2377	90,4	7,7	2475,1	7067	465,3	28,3	7560,6	62,8	30,8	93,6	25391,7 100,0 0
	Общий итог	%	59,60	0,50	60,11	9,36	0,36	0,03	9,75	27,83	1,83	0,11	29,78	0,25	0,12	0,37	100,00 –

Примечание. ГТЛ – хозяйствственные группы типов леса: 1 – нагорные и лишайниковые; 2 – брусничные; 3 – ягодниковые; 4 – липняковые, разнотравные, кисличные; 5 – крупнотравно-приручьевые, долгомошные; 6 – мшисто-хвощевые; 7 – сфагновые, травяно-болотные.

Таблица 11

Распределение территории учебно-опытного лесхоза УГЛТУ
по классам природной пожарной опасности, га

Участок	Площадь по классам пожарной опасности					Итого	Средний класс КППО
	I	II	III	IV	V		
Студенческий	519,7	966,7	1336,3	2716,4	335,9	5875	3,18
Уваловский	1696,4	1096,2	770,5	3290,3	732,6	7586	2,94
Верх-Исетский	440,1	1355,8	1114,8	2514,6	179,7	5605	3,08
Северский	395	1044,2	1159,5	1762,9	208,4	4570	3,03
Парковый	527,8	1022,5	908,8	2803,1	230,3	5492,5	3,17
Всего по УУОЛ, га	3579	5485,4	5289,9	13087,3	1686,9	29128,5	3,07
Всего по УУОЛ, %	12,29	18,83	18,16	44,93	5,79	100,00	

Анализ лесного фонда УУОЛ УГЛТУ позволяет надеяться на проведение эффективных исследований совершенствования рубок, лесовосстановления, охраны лесов от пожаров и других вопросов оптимизации лесного хозяйства и лесопользования.

4. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

4.1. Перечень особо охраняемых природных территорий

Особо охраняемые природные территории (ООПТ), согласно определению из закона «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны. Другими словами, ООПТ – это участок, занятый каким-либо уникальным природным объектом, на котором с целью его охраны хозяйственная деятельность ограничена или полностью запрещена.

Согласно реестру ООПТ Свердловской области на территории УУОЛ УГЛТУ расположено 11 ООПТ общей площадью 1362 га (табл. 12).

Каждая из расположенных на территории Уральского учебно-опытного лесхоза ООПТ по-своему уникальна и представляет горный или водный объект (рис. 3 и 4).



Рис. 3. Скалы «Чертово-городище»



Рис. 4. ООПТ озеро «Песчаное»

Указанные ООПТ нуждаются в защите от вандализма и требуют регулирования рекреационного воздействия, поскольку активно используются населением для отдыха. Последнее относится и к приезжающим туристам, решившим ознакомиться с красотами Среднего Урала. В то же время на ООПТ проводятся исследования рекреационной устойчивости лесных и водных экосистем.

4.2. Дендрологический парк «Северский дендросад»

Дендрологический парк «Северский дендросад» (далее дендросад) имеет статус особо охраняемой природной территории областного значения. Указанный статус присвоен дендросаду на основании решения Исполнительного комитета Свердловского областного Совета народных депутатов от 11.09.1975 г. № 751 «О мерах по обеспечению сохранности памятников природы в области», затем подтвержден постановлениями Правительства Свердловской области от 17.01.2001 г. № 41-ПП «Об установлении категорий, статуса и режима особой охраны особо-охраняемых природных территорий, расположенных в Свердловской области» и от 17.09.2014 г. № 799-ПП «Об утверждении положений о дендрологических парках и ботанических садах областного значения и внесении изменений в постановление Правительства Свердловской области от 17.01.2001 г. № 41-ПП».

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 12

Перечень особо охраняемых природных территорий

№ п/п	Наименование памятника природы, заповедника и других особо охраняемых объектов	Площадь объекта, га	Местоположение (квартал, выдел)	Краткая характеристика					
1	2	3	4	5					
<i>Памятники природы областного значения</i>									
1	Скалы «Петра Гронского»	104,0	Северское участковое лесничество, Верх-Исетский участок, кв. 24	Геоморфологический, ботанический памятник природы. Интенсивные формы выветривания. Комплекс скальной флоры					
2	Болото «Шитовский Исток»	883,0	Северское участковое лесничество, Студенческий участок, кв. 4,9,13,14,17. Западнее д. Мурзинка	Ландшафтный памятник природы. Имеет три стадии развития					
3	Скалы «Чертово городище»	116,0	Северское участковое лесничество, Верх-Исетский участок, кв. 13	Геоморфологический, ботанический и археологический памятник природы. Гранитные скалы – останцы высотой до 34 м. Жертвенное место эпохи железного века. Комплекс редких растений					
4	Озеро «Песчаное»	93,0	Северское участковое лесничество, Парковый участок, кв. 5, 6, 17, 18. В 4 км к северу от п. Северка	Гидрологический памятник природы. Живописный, проточный водоем с чистой водой, окруженный лесами, расположенный среди увалов					

Электронный архив УГЛТУ

Продолжение табл. 12

63

1	2	3	4	5
5	Скалы «Северские»	41,0	Северское участковое лесничество, Парковый участок, кв. 49	Геоморфологический, ботанический памятник природы. Нагромождение высоких отвесных гранитных скал, местами покрытых лесом. Комплекс скальной флоры
6	Северский кедровник	2,0	Северское участковое лесничество, Верх-Исетский участок, кв. 21, 22. В окрестностях п. Северка	Ботанический памятник природы. Небольшой кедровник, расположенный южнее ареала распространения кедра сибирского
7	Скалы на вершине горы «Пшеничной»	15,0	Северское участковое лесничество, Парковый участок, кв. 5, 6. В окрестностях озера Песчаное	Геоморфологический, ботанический памятник природы. Невысокие гранитные скалы на вершине Пшенич- ной. Редкие растения скальной флоры
8	Селекционный участок сосны	2,0	Северское участковое лесничество, Парковый участок, кв. 39. В окрестностях п. Северка	Ботанический памятник природы, имеющий значение для лесоводов
9	Культуры сосны, лиственницы, дуба	2,0	Северское участковое лесничество, Парковый участок, кв. 55. В окрестностях п. Северка	Ботанический памятник природы. Высокопродуктивное насаждение

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 12

1	2	3	4	5
10	Скала «Соколиный камень» с окружающими лесами	100,0	Северское участковое лесничество, Северский участок, кв. 36. В 2,5 км северо-восточнее пос. Северка	Геоморфологический, ботанический и археологический памятник природы. Живописные гранитные скалы с комплексом скальной флоры, представляющие собой крупные глыбы округлых очертаний. Упоминается в народных легендах
11	Северский дендросад	4,0	Северское участковое лесничество, Северский участок, кв. 39 выдел 16	Дендрологический парк, учебно-опытный дендрарий

До выделения дендросада как ООПТ на его территории в 1959 г. А. В. Хохриным был создан опытный участок прививки черенков сосны кедровой сибирской на сосну обыкновенную, а в 1963 г. З. А. Ритво и Н. Н. Рычковой – питомник декоративных яблонь и кленов площадью около 1,0 га (Петров, 1995).

В 1968 г. официально утвержден учебно-опытный дендрарий, что зафиксировано протоколом заседания кафедры ботаники и дендрологии от 2 апреля 1969 г. В том же году было высажено на постоянное место 90 видов деревьев и кустарников.

Проект дендрария был разработан А. В. Хохриным, а закладывался дендрарий вокруг питомника, маточного сада декоративных яблонь и участка прививок сосны сибирской на сосну обыкновенную. На момент начала создания учебно-опытного дендрария здесь насчитывалось 60 видов деревьев и кустарников.

Закладка дендрария проводилась по системному принципу. Однако в связи с неоднородностью лесорастительных условий в ряде случаев от указанного принципа пришлось отказаться. Более подробно данный вопрос изложен в работе А. П. Петрова (1995).

Дендрарий располагался в 39 квартале Паркового лесничества с южной стороны от учебного городка Уральского лесотехнического института (ныне УГЛТУ) и в 1968 г. имел площадь 2,0 га.

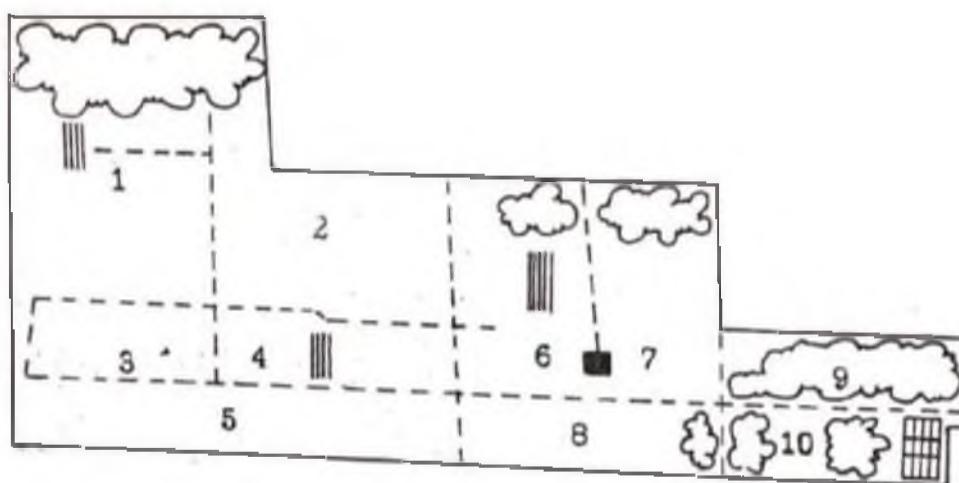
Дендрарий активно использовался при проведении научных исследований сотрудниками кафедры ботаники и дендрологии (впоследствии кафедры ботаники и защиты леса), а также при проведении учебных практик студентов. В дальнейшем происходило пополнение коллекции видов древесных растений и проводилось благоустройство территории дендрария. Это обусловило, как было отмечено ранее, получение в 1975 г. учебно-опытным дендрарием статуса ООПТ.

В 1991 г. коллекция составляла 144 вида, сорта и формы древесных растений на площади 4,0 га. К сожалению, изменение экономической ситуации в стране привело к резкому сокращению финансирования учебных заведений, и в 2013 г., по данным А. П. Петрова, в Северском дендросаде коллекция составляла только 128 видов.

В настоящее время дендросад расположен в границах муниципального образования «г. Екатеринбург», вблизи поселка Северка, в выделе 16 квартала 39 Паркового участка Северского участкового лесничества Билимбаевского лесничества. Общая площадь дендропарка составляет 4,0 га. Схема дендросада приведена на рис. 5.

Задачи дендропарка включают:

- сохранение биологического разнообразия Свердловской области;
- интродукцию древесных и кустарниковых растений с целью обогащения флоры Свердловской области;
- формирование специальных коллекций растений в целях сохранения растительного мира и его разнообразия;
- создание и обеспечение условий для организации и проведения научных исследований, экспериментов и осуществления экологического мониторинга;
- использование территории дендросада в целях экологического просвещения и воспитания населения.



Условные обозначения:

- границы участков, дорожки;
- артезианская скважина;
- лесные культуры;
- прививки кедра сибирского;
- школы

Рис. 5. Схема учебно-опытного дендрария

На территории дендросада запрещается деятельность, не связанная с выполнением его задач и влекущая за собой нарушение сохранности природного комплекса дендросада и его флористических объектов, в том числе:

- размещение складов ядохимикатов, минеральных удобрений, мест захоронения отходов производства и любые другие действия, приводящие к загрязнению территории бытовыми или промышленными отходами;
- строительство коммуникаций и хозяйственных объектов, не связанных с функционированием дендросада;
- любые виды рубок (за исключением выборочных санитарных);
- повреждение объектов инфраструктуры дендросада;
- разведка и разработка месторождений полезных ископаемых;

- движение и стоянка механических транспортных средств;
- охота, заготовка живицы, дикорастущих растений, плодов и других недревесных (береста, иные подобные ресурсы) и пищевых лесных ресурсов;
- иные виды деятельности, препятствующие сохранению, восстановлению и воспроизведству ботанических объектов и объектов инфраструктуры дендросада.

В настоящее время в Северском дендросаде проводятся научные исследования по установлению перспективности древесных интродуцентов для лесовосстановления и озеленения на Среднем Урале. Кроме того, дендросад является местом проведения учебных практик студентов УГЛТУ и учащихся Уральского лесного колледжа, а также местом проведения учебно-просветительской работы среди широких слоев населения.

По результатам выполненных исследований публикуются научные статьи (Перспективность интродуцентов ..., 2024), а также выполняются выпускные квалификационные работы.

Помимо изучения древесной растительности и установления перспективности древесных интродуцентов на территории дендросада были проведены комплексные исследования почв.

Необходимо учитывать фактор взаимозависимости и взаимообусловленности системы «почва \rightleftarrows растение». Почвы определяют и регулируют условия роста и развития растений, но и растения вызывают изменение естественных процессов почвообразования и, следовательно, свойств почв.

Учет биологических особенностей насаждений, их состава и состояние, требования к почвам, взаимоотношения с почвенной средой являются главным требованием к определению лесорастительных свойств и лесохозяйственной характеристики почвенного покрова (Мигунова, 2018). Поэтому была поставлена цель картографирования почвенного покрова дендрария.

Задачи исследований: 1 – проведение рекогносцировки участка дендрария и его картирование; 2 – отбор образцов почв по генетическим горизонтам; 3 – определение основных физических, физико-химических и агрохимических свойств образцов почв основных разрезов; 4 – оценка лесорастительных свойств участка дендрария.

Дендрарий УГЛТУ расположен в горных условиях.

Поскольку горные почвы имеют специфические черты своего режима, развития, залегания, то и почвенная съемка в горных условиях должна проводиться с использованием геологических карт, в которых

дается литологическая характеристика выделенных стратиграфических горизонтов. Необходимо учитывать, что почвообразование идет непосредственно на массивных породах или крупнообломочных продуктах выветривания.

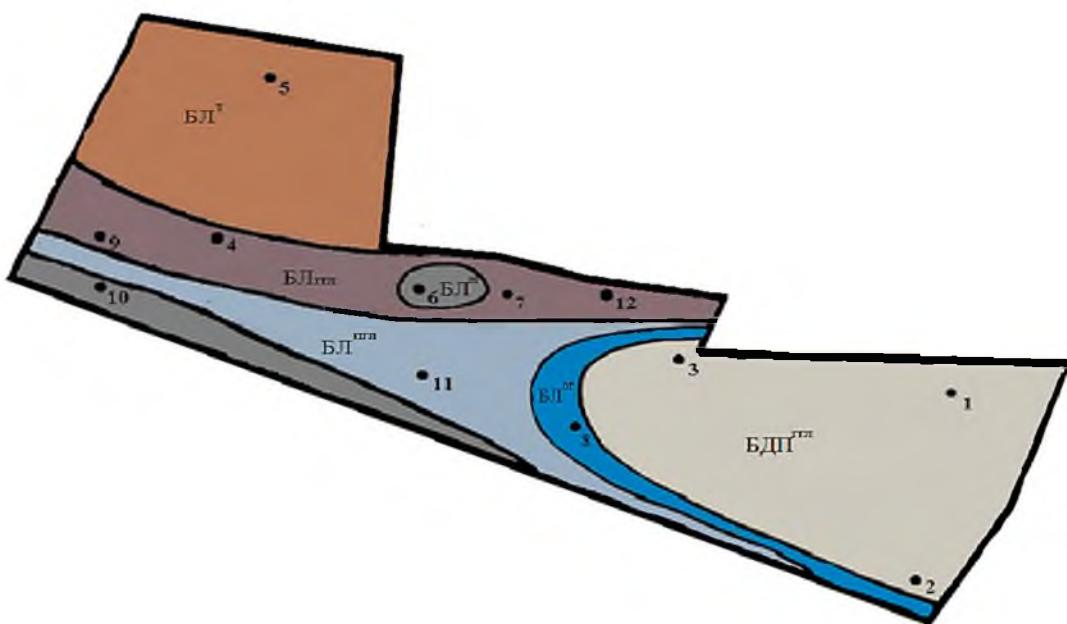
Полевые исследования почвенного покрова дендрария проводились в горнолесном поясе восточного склона Уральских гор на территории Уральского учебного-опытного лесхоза Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ УУОЛ) в 2023 г. под руководством доктора биологических наук, профессора кафедры лесоводства Л. А. Сеньковой.

В описании почвенных разрезов использована индексация горизонтов почв, диагностика и номенклатура в соответствии с Классификацией почв России 2004 г. (Классификация ..., 2004) и по принятой Классификации и диагностики почв СССР (Классификация ..., 1977), что позволит использовать данные в соответствии с требованиями пользователей.

Описаны основные разрезы, отмеченные на почвенном плане (рис. 6, 7). Все почвы относятся к горным, у которых укорочен профиль, его горизонты и наблюдается в разной степени щебнистость.

Таким образом, в соответствии с принятой и еще используемой в настоящее время Классификацией, и диагностикой почв СССР (1977) на участке дендрария морфологически отчетливо выявлены контуры, представленные на рис. 6 и 7. Почвенный покров дендрария представлен горными почвами, с характерным укороченным профилем, щебнистостью, выходами горных пород на дневную поверхность. С севера на юг по склону почвенный покров приобретает возрастающие признаки гидроморфизма вследствие повышения уровня грунтовых вод. Юго-восточная часть представлена литоземами иллювиально-ожелезненными с близким залеганием грунтовых вод. Литоземы мелкими контурами, не входящими в масштаб съемки, встречаются на всем участке в связи с выходами горных пород на поверхность. Высокая пестрота почвенного покрова обусловлена не только выходами горных пород, но и особенностями влияния древесных пород, образующих кочковатость у стволов растений и турбацией почвы при посадке представленных древесных и кустарниковых культур.

Зональные разности почв расположены в более пониженной части юго-восточной части склона. Северо-западная более повышенная часть участка, подверженная влиянию западных теплых и влажных ветров, представлена бурыми лесными почвами, которые по склону приобретают как зональные признаки оподзоленности, так и нарастающего гидроморфизма.



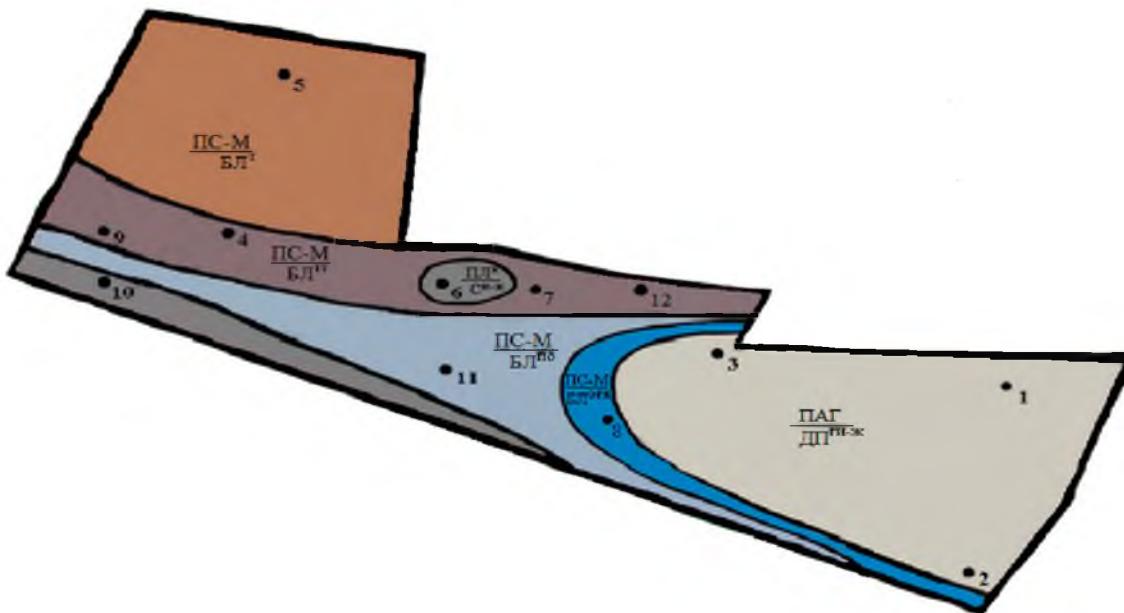
М 1:2500

Условные обозначения:

- БЛ^т Бурые лесные типичные
- БЛ_{гл} Бурые лесные глубоко
- БЛ^{ог} Бурые лесные оподзоленно-глубоко-глеевые
- БЛ^н Бурые лесные неполно-развитые
- БЛ^{пп} Бурые лесные поверхностно-глеевые
- БДП^{пп} Болотно-дерново-подзолистые грунтово-оглеенные
- №₁₁ Место и номер разреза
- Границы контуров почв

Обследование проведено в июле 2024 г.
Уральский государственный
лесотехнический университет
Учебная практика
Гр. ЛДЛ-21

Рис. 6. Почвенный план дендросада
(Классификация и диагностика почв СССР, 1977)



Условные обозначения:

M 1:2500

	ПС-М БЛ^п	Постлитогенная структурно-метаморфическая бурая лесная типичная
	ПС-М БЛ^{пн}	Постлитогенная структурно-метаморфическая бурая лесная глубоко-глееватая
	ПЛ^н С^{ниж}	Постлитогенная литозем серо-гумусовый иллювиально-железистый
	ПС-М БЛ^{пн}	Постлитогенная структурно-метаморфическая бурая лесная поверхностно-оглеенная
	ПАГ ДП^{ниж}	Постлитогенная альфегумусовый дерново-подзол глеевый иллювиально-железистый
	ПС-М ЕЛ^{грун}	Постлитогенная структурно-метаморфическая бурая лесная оползленно-глееватая
	— Место и номер разреза	
	— Границы контуров почв	

Обследование проведено
в июле 2024 г.
Уральский государственный
лесотехнический университет
Учебная практика
Гр. ЛДЛ-21

Рис. 7. Почвенный план дендросада
(Классификацией почв России, 2004)

Таким образом, бурые лесные типичные, бурые лесные глубоко-глеевые почвы наиболее благоприятны для требовательных к почвенным условиям древесных и кустарниковых видов.

Болотно-дерново-подзолистые грунтово-оглеенные (контур Р-1, Р-2, Р-3), бурые лесные оподзоленно-глубоко-глеевые (контур Р-8) могут использоваться под зональные культуры с устойчивостью к повышенному увлажнению.

Бурые лесные неполно-развитые почвы или литоземы (контуры Р-6 и Р-10), бурые лесные поверхностно-глеевые (контур Р-11) могут отвечать потребностям культур, малотребовательных или пластичных к условиям произрастания.

Физические свойства почв характеризуют ее отношение к физическим факторам (вода, воздух, тепло и др.) внешних воздействий (атмосфера, грунтовые воды, растительность, антропогенная деятельность и др.).

В полевых условиях можно составить вероятную картину режимов физических свойств почв, однако при детальной съемке почвенного покрова без изучения количественной характеристики хотя бы основных физических свойств почвенно-грунтовой толщи невозможно составить полное представление о процессах почвообразования и производственной характеристике участка.

Лабораторный анализ физических свойств почв основных точек заложения разрезов на участке дендрария представлен в табл. 13.

Таблица 13
Физические свойства почв дендрария (2024 г.)

Раз- рез	Горизонт	Глу- бина, см	Скелет- ность, %	Ча- стицы <0,01 мм	Плотность, г/см ³		Пори- стость, %
					твер- дой фазы	сложения	
1	2	3	4	5	6	7	8
Альфегумусовые дерново-подзолы глеевые иллювиально-железистые							
<i>БДП²²¹ Болотно-дерново-подзолистые грунтово-оглеенные</i>							
<i>иллювиально-железистые</i>							
1	AY (A ₁)	6–16	15	32	2,59	1,03	40
	Eg (A _{2g})	16–31	2	27	2,73	1,32	48
	BEg (A _{2B})	31–50	1	36	2,69	1,34	50
	BHFg(Bg)	50–70	0	49	2,69	1,45	54

Продолжение табл. 13

I	2	3	4	5	6	7	8
2	<u>AYg</u> (A ₁ g)	6–22	5	46	2,53	0,94	37
	<u>Eg</u> (A ₂ g)	22–39	11	35	2,79	1,32	47
	<u>BE</u> (A ₂ B ₂ g)	39–42	0	44	2,66	1,43	54
	<u>BHFg</u>	42 и >	7	47	2,70	1,45	54
3	<u>AY</u> (A ₁)	7–27	1	46	2,51	1,10	44
	<u>Eg</u> (A ₂ g)	27–47	1	32	2,68	1,36	51
	<u>BFg</u> (Bg)	47–60	5	34	2,67	1,42	53
	<u>Cg</u>	60 и >	7	9	2,72	1,49	55
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы глеевые насыщенные <i>БЛ^{гл}</i> Бурые лесные глубоко-глеевые							
4	AY (A ₁)	10–24	3	29	2,61	1,12	43
	BM (B)	24–40	5	12	2,74	1,26	46
	BMC (BC)	40–52	10	9	2,76	1,37	49
	Cg	52 и >	10	9	2,76	1,40	51
9	AY (A ₁)	6–14	2	36	2,65	1,17	44
	BMg (Bg)	14–42	8	35	2,69	1,29	59
	Cg	42 и >	11	15	2,74	1,37	48
7	AY (A ₁)	5–19	19	29	2,52	1,11	44
	BM (B)	19–28	23	23	2,81	1,30	46
	BMCg (BCg)	28–40	24	7	2,79	1,36	49
	Cg	40 и >	26	7	2,77	1,40	51
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы типичные ненасыщенные <i>БЛ^т</i> Бурые лесные типичные каменисто-галечниковые							
5	AY (A ₁)	6–17	8	36	2,62	1,20	46
	BM (B)	17–48	5	28	2,69	1,35	50
	C	48 и >	10	7	2,78	1,41	51
Постлитогенные литоземы серогумусовые иллювиально-ожелезненные ненасыщенные <i>БЛ^и</i> Бурые лесные неполноразвитые поверхностно-оглеенные							
6	AY (A ₁)	3–19	13	27	2,80	1,14	41
	C _f (Cg)	19–34	26	18	2,82	1,43	51
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы оподзоленно-глубокооглеенные ненасыщенные <i>БЛ^о</i> Бурые лесные оподзоленно-глубоко-глеевые							

Окончание табл. 13

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<i>8</i>	AYe (A ₁)	4–22	15	37	2,53	1,19	47
	BMg (A ₁)	22–52	18	38	2,62	1,28	49
	Cg	52 и >	15	48	2,71	1,53	56
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы глеевые ненасыщенные поверхностно-оглеенные <i>БЛ^{пгл} Бурые лесные поверхности-глеевые</i>							
<i>11</i>	AY (A ₁)	5–30	10	35	2,63	1,15	44
	AYBg (A ₂ Bg)	30–43	15	32	2,70	1,25	46
	BMg (Bg)	43–68	14	37	2,76	1,31	47
	Cg	68 и >	17	6	2,76	1,49	54

Примечание. Название почвы в верхней строке соответствует Классификации почв России 2004 г., в нижней – принятой Классификации и диагностике почв СССР 1977 г.

Процессы почвообразования, обусловившие особенности морфологии почв, описанных выше, отразились в полной мере на состоянии их физических свойств.

Все разности почв на участке дендрария относятся к горным, поэтому содержат обломки горных пород элювиального или элювиально-делювиального происхождения. Различие в литологии почв обусловили различную степень скелетности профилей. Наибольшая степень ее проявления с поверхности характерна для литоземов (23–29 %). В нижних частях склона в разностях буровоземов щебнистость также повышена (Р-8, Р-11) за счет сноса элювия по склону.

Масштаб съемки позволяет видеть переходную разность почвы (Р-7), которая по свойствам определяется как буровоземы глеевые, но имеет повышенную щебнистость, характерную для прилегающего контура Р-6 с литоземом.

Гранулометрический состав для большинства почв закономерно облегчен вниз по профилю, что видно по морфологическому описанию и аналитическим данным табл. 13. Исключение составляют почвы, в которых заметно проявлен процесс оподзоливания, при котором продукты разрушения из элювиальных горизонтов выносятся и накапливаются в иллювиальных (иногда и в почвообразующей породе) в виде продуктов, содержащих тонкие частицы (Р-1, Р-2, Р-8).

От гранулометрического состав почв и литологии почво-грунта в условиях повышенного увлажнения зависит проявление оглеения, которое в свою очередь способствует накоплению тонких продуктов распада и утяжелению грансостава.

Плотность твердой фазы закономерно повышается вниз по профилю, отражая снижение содержания органического вещества и показывая характер минералогического состава. Исключение составляют литоземы (Р-6), у которых уже с поверхности почвы этот показатель высокий ($2,80\ldots2,82 \text{ г}/\text{см}^3$), т. к. почва слабо развита и состоит из обломков горных пород с низким содержанием органики.

Плотность сложения – важнейший показатель условий обитания растений и других организмов. На исследованном участке этот показатель по профилю почв не выходит за пределы оптимального. В верхних горизонтах составляет $0,94\ldots1,20 \text{ г}/\text{см}^3$, в иллювиальных повышается до $1,43 \text{ г}/\text{см}^3$ и в почвообразующей породе, обогащенной щебнем, достигает $1,53 \text{ г}/\text{см}^3$, что не препятствует развитию корневой системы растений, если при этом остается благоприятной общая пористость.

Общая пористость остается благоприятной при показателе более 40 % от объема почвы. В исследованных почвах этот показатель хотя и превышает нижнее значение нормы, однако даже в верхних горизонтах остается в пределах менее 60 % (40…47 %). В таких условиях при временном переувлажнении возникает анаэробис и образование в профиле на разной глубине в зависимости от литологии и граносостава оксидов железа и марганца, как проявление процесса оглеения. Однако при снижении пористости ниже 40 % аэрация затрудняется и накапливается токсичная для растений закись железа. Внешне она проявляется в почве в виде сизых пятен, прожилок, что наблюдается в Р-2, где в верхнем горизонте A_{Yg} пористость составляет 37 % и морфологически с 22-го см видна закись железа. Этот разрез 2 находится в нижней части склона и является на почвенном плане (рис. 6, 7) переходным к следующему контуру за пределами дендрария – болотной почве.

В целом, физические свойства почв дендрария благоприятны под древесные породы и кустарники. Щебнистость профиля и, особенно, материнской породы обеспечивает естественный дренаж. Повышенное увлажнение профиля, обусловленное особенностями литологического строения горной местности и проявляющееся в виде оксида железа, не снижающее пористость аэрации, является надежным источником лимитирующего фактора – влаги в засушливые периоды, за исключением культур, чувствительных к ее избытку.

Физико-химические свойства почв обусловлены коллоидными системами и, следовательно, связаны непосредственно с гранулометрическим составом. В связи с этим в результатах анализов образцов почв по генетическим горизонтам можно видеть закономерные изменения емкости катионного обмена (Е), ее составляющих (Н) и суммы обменных оснований (S). Показатели степени насыщенности основаниями

(V) в купе с показателями активной реакции среды рН свидетельствуют о степени выраженности кислотности почв.

Большинство культур предпочитает нейтральные или слабокислые почвы. В кислых почвах активно развиваются плесень и грибные болезни. Работа полезных микроорганизмов угнетается, поэтому растения (не кислолюбивые) часто болеют, плохо развиваются, не могут хорошо усваивать калий, фосфор, магний и кальций.

Знание потенциальной кислотности, выраженной через количественный показатель гидролитической кислотности (Н), необходимо для обеспечения условий интродукции культур в дендрарии с возможным расчетом изменения активной реакции почвенной среды.

Уровень плодородия почв определяется также содержанием подвижных минеральных форм калия и фосфора.

Результаты необходимых лабораторных исследований представлены на табл. 14.

Таблица 14
Физико-химические и агротехнические свойства почв

Раз-рез	Горизонт	Глу-бина, см	рН _{KCl}	H	S	E	V, %	K ₂ O по Пейве	P ₂ O ₅ по Кирсанову			
				МГ-экв./100 г почвы					мг/100 г почвы			
1	2	3	4	5			6	7				
Альфегумусовые дерново-подзолы глеевые иллювиально-железистые												
<i>БДП^{эл} Болотно-дерново-подзолистые грунтово-оглеенные иллювиально-железистые</i>												
1	AY (A ₁)	6-16	5,00	2,63	4,0	6,63	60,6	11,5	2,5м			
	Eg (A _{2g})	16-31	4,8	4,51	2,26	6,77	33,4	8,0	3,75			
	BEg (A _{2B})	31-50	4,0	4,40	2,54	6,94	36,60	14,6	2,5			
	BHFg(Bg)	50-70	5,0	6,48	6,40	12,88	49,7	8,0	2,9			
2	AYg (A _{1g})	6-22	5,4	4,12	8,0	12,12	66,0	4,6	2,5			
	Eg (A _{2g})	22-39	4,8	5,51	4,68	10,19	45,9	8,8	2,5			
	BE (A _{2Bg})	39-42	5,2	4,46	6,2	10,66	58,16	11,1	5,0			
	BHFg	42 и >	5,3	4,8	6,4	11,2	57,1	9,1	1,67			
3	AY(A ₁)	7-27	5,15	5,7	9,0	14,7	61	10,0	2,25			
	Eg (A _{2g})	27-47	4,6	6,0	5,23	11,23	46	4,6	15,0			
	BFg (Bg)	47-60	4,9	4,7	5,23	10,13	51,6	10,0	15,00			
	Cg	60 и >	5,0	2,1	3,7	5,9	62,7	-	-			

Продолжение табл. 14

1	2	3	4	5	6	7			
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы глеевые насыщенные глубокооглеенные <i>БЛ^{гл} Бурые лесные глубоко-глеевые</i>									
4	AY (A ₁)	10–24	5,5	2,54	10,0	11,54	87	7,4	3,7
	BM (B)	24–40	5,5	2,76	13,21	15,91	83	8,0	5,1
	BMC (BC)	40–52	5,0	2,90	9,8	12,7	77	8,0	5,0
	Cg	52 и >	4,7	2,81	10,5	13,31	79	4,6	5,0
9	AY (A ₁)	6–14	5,4	2,90	13,0	15,9	81	8,6	4,1
	BMg (Bg)	14–42	5,2	2,88	16,1	18,98	85	5,7 4,5	3,7
	Cg	42 и >	4,8	4,9	11,89	16,79	71		
7	AY (A ₁)	5–19	5,6	2,7	12,0	14,7	81,6	9,2	3,2
	BM (B)	19–28	5,7	2,4	11,65	14,05	83	8,5	5,0
	BMCg (BCg)	28–40	5,6	2,4	6,65	9,05	74	8,5	5,0
	Cg	40 и >	5,6	2,5	6,8	9,3	73	4,5	3,7
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы типичные насыщенные <i>БЛ^т Бурые лесные типичные каменисто-галечниковые</i>									
5	AY (A ₁)	6–17	5,6	2,6	16,5	19,1	86	5,7	15,0
	BM (B)	17–48	5,4	2,4	15,3	17,7	86	4,8	4,9
	C	48 и >	5,4	2,3	10,0	12,3	81	4,8	2,8
Постлитогенные литоземы серогумусовые иллювиально-ожелезненные ненасыщенные <i>БЛ^л Бурые лесные неполноразвитые поверхности-оглеенные</i>									
6	AY (A ₁)	3–19	5,5	10,5	7,0	17,5	40	5,7	5,0
	C _f (Cg)	19–34	4,8	4,9	2,8	7,7	36	5,7	15,0
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы оподзоленно-глубокооглеенные ненасыщенные <i>БЛ^о Бурые лесные оподзоленно-глубоко-глеевые</i>									
8	AYe (A ₁)	4–22	5,0	4,4 6,56	9,8 9,8	14,15 16,36	69 59	4,6 8,8	7,5
	BMg (A ₁)	22–52	4,9	4,8	8,97	13,77	65	8,5	4,8
	Cg	52 и >	4,8	4,63	14,0	18,63	75	5,7	3,9

Окончание табл. 14

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Постлитогенные структурно-метаморфические буровоземы глеевые насыщенные поверхности-оглеенные <i>БЛ^{пел} Бурые лесные поверхности-глеевые</i>						
11	AY (A ₁)	5–30	5,5	2,36	11,87	14,23
	AYBg (A ₂ Bg)	30–43	5,3	2,50	13,1	15,6
	BMg (Bg)	43–68	5,2	2,7	15,8	18,5
	Cg	68 и >	5,2	2,6	10,0	12,6

Примечание. Название почвы в верхней строке соответствует Классификации почв России 2004 г., в нижней – принятой Классификации почв СССР 1977 г.

Почвенный покров дендрария представлен контурами трех основных разностей почв, отличающихся своими физико-химическими свойствами: буровоземами, альфегумусовыми дерново-подзолами и литогенами.

Контур дерново-подзолов (разрезы 1–3) с выраженным процессом оподзоливания и формирующихся на легких отложениях имеют среднекислую реакцию почвенной среды ($\text{Рн} = 5,00 \dots 5,15$) в серогумусовых горизонтах. В них кислотность закономерно повышается в элювиальных горизонтах Eg (A₂) ($\text{рН} = 4,60 \dots 4,80$). Об этом свидетельствуют количественные показатели общей или гидролитической кислотности (H), которые увеличиваются, например, в Р-1 с 2,63 мг-экв./100 г почвы до 4,51 мг-экв./100 г почвы. Сумма обменных оснований, наоборот, с повышением гидролитической кислотности закономерно снижается в горизонтах, подверженных процессу оподзоливания Eg (A₂g). Емкость катионного обмена этих почв и степень насыщенности ее основаниями низкая, варьирует по профилю в зависимости от гранулометрического состава и содержания гумуса, что определяет их низкое плодородие.

В настоящее время исследования почв ООПТ «Северский дендрарий» продолжаются с активным привлечением к работе обучающихся в Уральском лесном колледже и в УГЛТУ. Подготовленные почвенные разрезы нашли свое место в учебных лабораториях по почвоведению, а результаты работы – в научных публикациях.

Работа выполнена в рамках государственного задания (шифр темы FEUG 2023-0002).

5. КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН «УРАЛ-КАРБОН» (СЕВЕРКА)

5.1. Исследования и разработки на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка), возможности реализации стратегии низкоуглеродного развития РФ

В октябре 2021 г. Правительством Российской Федерации была утверждена «Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» (Стратегия ..., 2021). Согласно данному документу, поглощающая способность управляемых экосистем, в том числе лесных, должна быть увеличена более чем в два раза: с текущих 535 млн тонн СО₂-эквивалента до 1,2 млрд тонн к 2050 г. Для реализации этой цели Стратегия предусматривает комплекс мер: расширение площади управляемых лесов, оценка их потенциала к поглощению парниковых газов и разработка инновационных технологий, направленных на повышение эффективности депонирования углерода лесными экосистемами.

Важным инструментом реализации стратегии низкоуглеродного развития РФ выступают климатические проекты. Согласно Федеральному закону № 296-ФЗ, климатический проект представляет собой комплекс мероприятий, направленных на сокращение или предотвращение выбросов парниковых газов, а также на увеличение их поглощения.

Для признания проекта климатическим он должен соответствовать ряду обязательных критериев:

- 1) законность: мероприятия проекта не должны противоречить действующему законодательству РФ;
- 2) эффективность: проект должен обеспечивать снижение выбросов или увеличение поглощения парниковых газов по сравнению с прогнозным сценарием, в котором он не реализуется;
- 3) отсутствие негативного переноса: действие проекта не должно приводить к росту выбросов или снижению поглощения за пределами зоны его реализации;
- 4) прямое воздействие: достигаемый климатический эффект должен быть прямым результатом мероприятий проекта, а не следствием действия внешних факторов.
- 5) дополнительность: мероприятия должны быть дополнительными к тем, что уже предусмотрены иными нормативно-правовыми актами РФ. При этом проекты, основанные на сокращении

хозяйственной деятельности или объемов производства для снижения выбросов, не могут быть признаны климатическими.

Раздел V Стратегии низкоуглеродного развития содержит три сценария развития лесного комплекса: инерционный, базовый и целевой (стратегический). Наиболее перспективный – стратегический сценарий, включает комплекс мер по снижению выбросов от обезлесения и деградации лесов; повышению поглощения углерода лесными экосистемами; формированию нормативной базы для реализации лесоклиматических проектов (ЛКП); развитию инфраструктуры, включая создание сети научно-образовательных и научно-производственных центров, а также и испытательных полигонов для разработки и внедрения современных отечественных технологий достижения углеродной нейтральности; укреплению кадрового потенциала лесной отрасли через реализацию ЛКП.

Приведенные выше нормативно-правовые акты устанавливают рамки для лесоклиматических проектов и задают направления для проведения научных исследований разработок. Уральский государственный лесотехнический университет входит в число вузов, которые активно работают над научным обоснованием и обеспечением ряда перечисленных выше мер и, соответственно, вносят свой вклад в реализацию целей Стратегии низкоуглеродного развития.

В начале 2020-х гг. в ряде регионов России были созданы карбоновые полигоны – участки земной поверхности, на которых проводятся исследования процессов эмиссии и депонирования парниковых газов наземными экосистемами, а также разработка и апробация технологий количественной оценки ключевых параметров этих процессов, включая круговорот углекислого газа.

Одной из таких научных площадок стал карбоновый полигон Свердловской области «Урал-Карбон» (Северка), который находится на территории Северского участкового лесничества Билимбаевского лесничества (номера кварталов: 35, 36, 40, 41, 42) УУОЛ УГЛТУ в районе поселка Северка в 30 км от Екатеринбурга. Координаты участка: 56°05'22" – 56°05'42" с.ш.; 60°13'02" – 60°15'30" в.д.; площадь – 457 га (рис. 8).

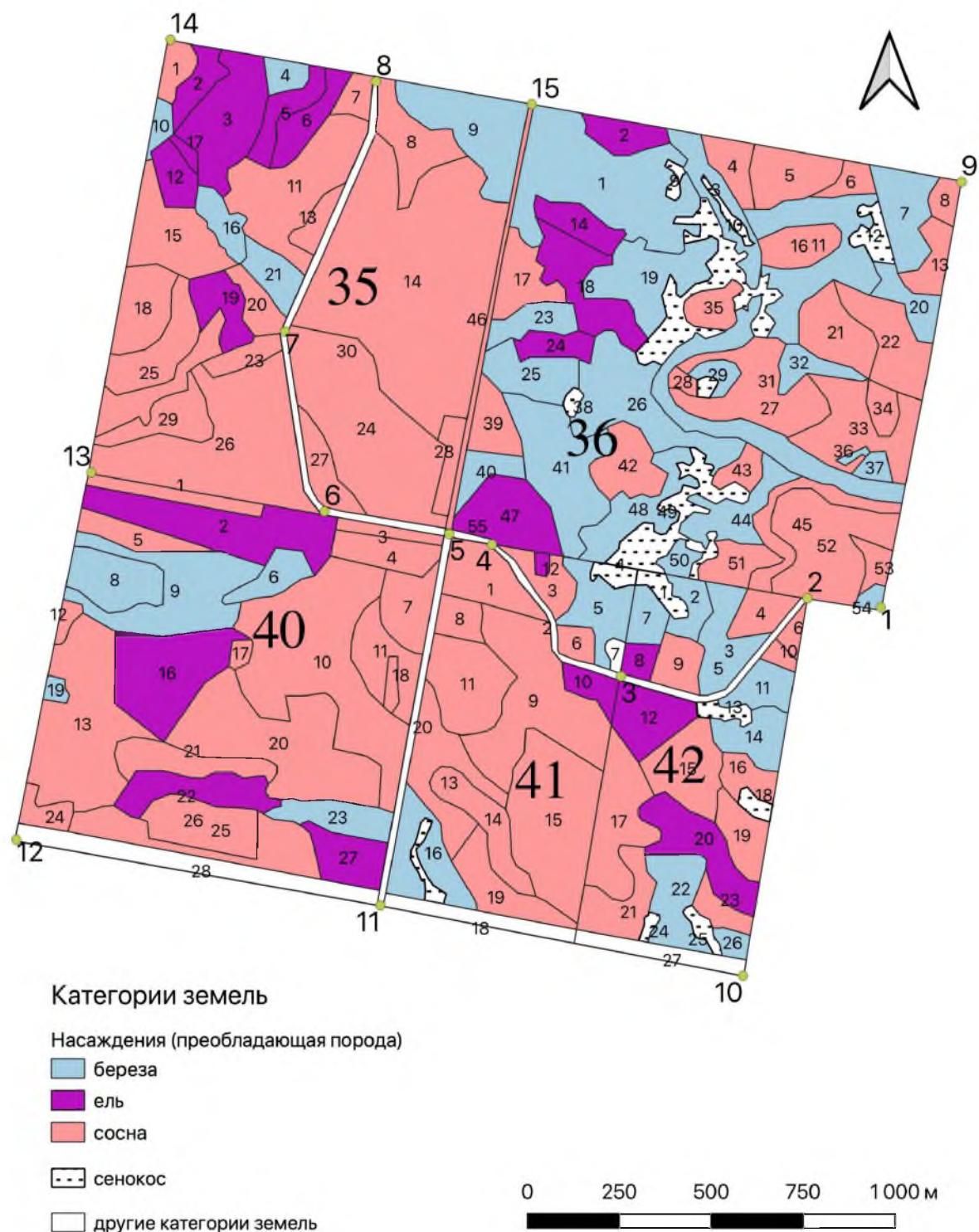


Рис. 8. Категории земель карбонового полигона
«Урал-Карбон (Северка)»

5.2. Таксационные показатели лесных насаждений карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка)

Учебно-опытный лесхоз УГЛТУ, и карбоновый полигон УГЛТУ расположены в пределах южнотаежного округа Зауральской холмисто-предгорной провинции согласно классификационной схеме лесорастительного районирования Б. П. Колесникова с соавторами (Колесников и др., 1973). В соответствии с современными нормативами (Об утверждении Перечня ..., 2014), данная местность относится к Средне-Уральскому таежному лесному району.

Протяженная конфигурация данного района, вытянутого в широтном направлении, обуславливает значительное разнообразие лесорастительных условий, что приводит к существенной вариабельности таксационных показателей древостоев. Для повышения точности лесохозяйственного планирования Г. А. Годоваловым и соавторами (Годовалов и др., 2011; К вопросу ..., 2016) была обоснована целесообразность разделения Средне-Уральского таежного района на три подрайона, что позволяет учитывать внутреннюю неоднородность его территории.

Средне-Уральский таежный лесной район включает участки, относящиеся к Предуралью, Уралу и Зауралью. Несмотря на относительно небольшие абсолютные отметки высот вершин Среднего Урала по сравнению с другими частями Уральских гор, рельеф района оказывает существенное влияние на климат, выступая в роли орографического барьера на пути переноса насыщенных влагой воздушных масс с запада. Это обуславливает выраженную континентальность климата и неравномерное распределение осадков к востоку от Уральского хребта.

Указанный градиент находит прямое отражение в структуре растительного покрова. Для Предуралья, получающего больше осадков, характерно господство еловых лесов. В то же время для более засушливого Зауралья доминирующей древесной породой является сосна.

Согласно схеме лесного районирования Свердловской области, разработанной Г. А. Годоваловым и соавторами (К вопросу ..., 2016), территория карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка) УГЛТУ расположена в пределах горного подрайона Средне-Уральского таежного лесного района (Полигон ..., 2021).

На основе анализа баз данных лесоустроительных материалов на долю земель покрытых лесной растительностью приходится 408,7 га или 89,4 % от общей площади полигона (табл. 15).

Таблица 15

Распределение площади карбонового научно-исследовательского полигона
УГЛТУ «Урал-Карбон (Северка)» по категориям земель

Категория земель	Площадь	
	га	%
Общая площадь земель лесного фонда	457,0	100,0
Лесные земли – всего	422,9	92,5
Покрытые лесом:		
всего	408,7	89,4
в том числе лесные культуры	15,9	3,5
Не покрытые лесом:		
всего	14,2	3,1
в том числе несомкнувшиеся лесные культуры	13,8	3,0
фонд лесовосстановления:		
всего	0,4	0,1
в том числе вырубки	0,4	0,1
Нелесные земли:		
всего	34,1	7,5
в том числе:		
сенокосы	14,1	3,1
воды	0,4	0,1
дороги, просеки	9,0	2,0
разрывы противопожарные	1,9	0,4
прочие земли	8,7	1,9

Земли, не покрытые лесной растительностью, на территории полигона представлены вырубками и несомкнувшимися лесными культурами. К нелесным землям относятся сенокосы, дороги, просеки и противопожарные разрывы, совокупная доля которых составляет 7,5 % общей площади. Большая часть территории занята насаждениями, среди которых преобладают естественные насаждения. На долю лесных культур приходится не более 3,5 %.

Среди земель, покрытых лесной растительностью, преобладают хвойные и мягколиственные породы: сосновые насаждения занимают 250,7 га (61,3 %), березовые – 108,8 га (26,6 %). На долю еловых древостоев приходится 49,2 га (12,0 %) (табл. 16).

Данные табл. 16 свидетельствуют, что среди сосняков преобладают насаждения 6 класса возраста – 57,8 %, а среди березняков седьмого – 29,7 %. Возраст сосновых и ельников не превышает 9 класса, при этом березняки могут достигать даже 11 класса возраста. Необходимо отметить, что на полигоне преобладают спелые насаждения при крайне незначительной доле молодняков и средневозрастных насаждений.

Таблица 16

Распределение покрытых лесной растительностью земель карбонового полигона
УГЛТУ «Урал-Карбон (Северка)» по преобладающим породам
и классам возраста, га/%

Класс Возраста	Преобладающая порода древостоя			Итого
	сосна	ель	береза	
1	<u>15,9</u>	<u>10,8</u>	<u>0,6</u>	<u>27,3</u>
	6,3	22,0	0,6	6,7
2	<u>2,6</u>	<u>6,9</u>	<u>0,0</u>	<u>9,5</u>
	1,0	14,0	0,0	2,3
3	<u>18,6</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>18,6</u>
	7,4	0,0	0,0	4,6
4	<u>4,4</u>	<u>5,7</u>	<u>0,0</u>	<u>10,1</u>
	1,8	11,6	0,0	2,5
5	<u>36,9</u>	<u>3,8</u>	<u>00</u>	<u>40,7</u>
	14,7	7,7	0,0	10,0
6	<u>145,0</u>	<u>0,0</u>	<u>19,9</u>	<u>164,9</u>
	10,7	0,0	29,7	16,9
7	<u>26,9</u>	<u>9,8</u>	<u>32,3</u>	<u>69,0</u>
	10,7	19,9	29,7	16,9
8	<u>0,0</u>	<u>5,1</u>	<u>29,1</u>	<u>34,2</u>
	0,0	10,4	26,7	8,4
9	<u>0,4</u>	<u>7,1</u>	<u>19,8</u>	<u>27,3</u>
	0,2	14,4	18,2	6,7
10	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>6,4</u>	<u>6,4</u>
	0,0	0,0	5,9	1,6
11	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,7</u>	<u>0,7</u>
	0,0	0,0	0,6	0,2
Всего	<u>250,7</u>	<u>49,2</u>	<u>108,8</u>	<u>408,7</u>
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

В целом, древостои карбонового полигона характеризуются относительно высокими классами бонитета (табл. 17). Данные табл. 17 свидетельствуют, что средний класс бонитета сосновых насаждений 2,5; еловых – 2,2; березовых – 2,6. Это означает, что произрастающие на карбоновом полигоне насаждения характеризуются производительностью, близкой с прилегающими насаждениями.

Таблица 17

Распределение насаждений, произрастающих на территории карбонового полигона УГЛТУ «Урал-Карбон (Северка)» по классам бонитета, га/%

Преобладающая порода древостоя	Классы бонитета							Итого
	I	II	III	IV	V	Va	Vб	
Сосна	<u>3,1</u> 1,2	<u>145,5</u> 58,0	<u>88,2</u> 35,2	<u>3,0</u> 1,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>7,8</u> 3,1	<u>3,1</u> 1,2	<u>250,7</u> 100,0
Ель	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>43,7</u> 88,8	<u>3,3</u> 6,7	<u>2,2</u> 4,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>49,2</u> 100,0
Береза	<u>0,0</u> 0,0	<u>52,3</u> 48,1	<u>50,3</u> 46,2	<u>2,9</u> 2,7	<u>3,3</u> 3,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>108,8</u> 100,0
Всего	<u>3,1</u> 0,8	<u>197,8</u> 48,4	<u>182,2</u> 44,6	<u>9,2</u> 2,3	<u>5,5</u> 1,3	<u>7,8</u> 1,9	<u>3,1</u> 0,8	<u>408,7</u> 100,0

Доля насаждений низших классов бонитета (IV–Vб) не превышает 6,3 %. Относительная полнота древостоев на карбоновом полигоне находится в пределах от 0,3 до 1,0 (табл. 18).

Таблица 18

Распределение насаждений, произрастающих на территории карбонового полигона УГЛТУ «Урал-Карбон» (Северка) по группам относительной полноты, га/%

Группа полноты	Преобладающая порода древостоя			Итого
	сосна	ель	береза	
0,3	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>3,0</u> 0,3	<u>3,0</u> 0,7
0,4	<u>2,2</u> 0,9	<u>0,3</u> 0,6	<u>1,8</u> 0,2	<u>4,3</u> 1,1
0,5	<u>11,3</u> 4,5	<u>7,0</u> 14,2	<u>9,0</u> 0,8	<u>27,3</u> 6,7
0,6	<u>70,5</u> 28,1	<u>14,6</u> 29,7	<u>12,7</u> 1,2	<u>97,8</u> 23,9
0,7	<u>118,7</u> 47,3	<u>21,2</u> 43,1	<u>46,8</u> 4,3	<u>186,7</u> 45,7
0,8	<u>24,4</u> 9,7	<u>2,1</u> 4,3	<u>35,3</u> 3,3	<u>62,0</u> 15,2
0,9	<u>16,6</u> 6,6	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>16,6</u> 4,1
1,0	<u>7,0</u> 2,8	<u>4,0</u> 8,1	<u>0,0</u> 0,0	<u>11,0</u> 2,7
Всего	<u>250,7</u> 100	<u>49,2</u> 100,0	<u>108,8</u> 100	<u>408,7</u> 100

Анализ данных табл. 18 свидетельствует, что на полигоне произрастают преимущественно среднеполнотные насаждения. Площадь, занимаемая низкополнотными древостоями (0,3–0,5), составляет 8,4 % площади полигона, среднеполнотные (0,6–0,7) занимают 69,6 %, а высокополнотные (0,8–1,0) 22,0 % общей площади. Различия в относительной полноте древостоев и в производительности в значительной степени определяются условиями метопроизрастания.

Анализ лесоустроительных материалов показал, что на территории полигона произрастают насаждения 12 типов леса (табл. 19). Анализ данных таблицы 19 позволил установить, что в покрытой лесной растительностью площади доминируют насаждения с типом леса «сосняк ягодниковый». Последние представлены как коренными сосняками 186,7 га (48,7 %), так и производными березняками – 28,3 га (6,9 %) и ельниками – 13,4 га (3,3 %). Значительно меньшая площадь (57,8 га) приходится на насаждения с типом леса «ельник-сосняк травяной» (ЕСТР) и 46,5 га на насаждения с типом леса «ельник-сосняк зеленомошно-ягодниковый» (ЕСЗЯГ).

В данных типах леса коренными породами являются ель и сосна. На насаждения, с преобладанием данных древесных пород в составе древостоя приходится 4,8 и 11,4 % общей покрытой лесной растительностью площади, соответственно.

В ряде случаев на карбоновом полигоне произошла нежелательная смена коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные. Наиболее интенсивно нежелательная смена пород происходила в сосняке-ельнике вейниково-травяном (СЕВТР), где на долю производных березняков приходится 100 % и в сосняке разнотравном (СРТР), в котором на долю производных березовых насаждений приходится 23,0 га (86,8 %) площади, занятой данным типом леса.

Таблица 19

Распределение насаждений, произрастающих на территории карбонового полигона УГЛТУ «Урал-Карбон (Северка)» по типам леса, га/%

Тип леса	Преобладающая порода древостоя			Итого
	сосна	ель	береза	
БОСФ	0,0	0,0	2,2	2,2
	0,0	0,0	2,0	0,5
ЕМШ	0,0	9,1	0,9	10,0
	0,0	18,5	0,8	2,4
ЕСЗЯГ	40,1	6,4	0,0	46,5
	16,0	13,0	0,0	11,4
ЕСТР	6,5	13,1	38,2	57,8
	2,6	26,6	35,1	14,1
ЕТЗМ	0,0	1,7	0,0	1,7
	0,0	3,5	0,0	0,4
СЕВТР	0,0	0,0	9,9	9,9
	0,0	0,0	9,1	2,4
СЕОСФ	2,6	5,5	3,3	11,4
	1,0	11,2	3,0	2,8
СКСФ	10,9	0,0	0,0	10,9
	4,3	0,0	0,0	2,7
СЛБР	0,4	0,0	0,0	0,4
	0,2	0,0	0,0	0,1
СРТР	3,5	0,0	23,0	26,5
	0,0	0,0	0,0	0,0
СТЛП	0,0	0,0	3,0	3,0
	0,0	0,0	2,8	0,7
СЯГ	186,7	13,4	28,3	228,4
	74,5	27,2	26,0	55,9
Всего	250,7	49,2	108,8	408,7
	100,0	100,0	100,0	100,0

В целом можно констатировать, что территория научно-исследовательского карбонового полигона УГЛТУ характеризуется значительным разнообразием лесорастительных условий, что позволяет планировать широкомасштабное комплексное изучение возможности депонирования углерода лесными насаждениями различного состава, возраста и типа леса с учетом проводимых лесохозяйственных мероприятий.

5.3. Оценка запаса углерода на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка)

Расчеты, проведенные по данным лесоустроительных материалов на основе методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов (Методические указания..., 2017; Приказ от 27.05.2022 г. №371 «Об утверждении методик...», 2022) для карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка) свидетельствуют, что содержание углерода и СО₂-экв. в древостоях составляет 37077 и 135949 тонн соответственно.

На рис. 9 приведена картосхема распределения содержания СО₂-экв. в древостоях карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка). Количественную оценку содержания углерода и СО₂-экв. (углеродные единицы – СДЕ) проводили на основе таксационных характеристик для каждого выдела с использованием приведенных выше методик.

В результате анализа картосхемы содержания углеродных единиц в древостоях карбонового подлигона установлено, что больше половины общей площади полигона занимают лесные насаждения с величиной СО₂-эквивалента, превышающего 260 тонн. Максимальное значение составляет 507 углеродных единиц, среднее значение для полигона – 297 единиц.

В перечень задач карбоновых полигонов входит создание методик и технологий количественной оценки депонирования углерода лесными насаждениями, одним из ведущих компонентом которых являются древостои. Программа научных исследований на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка) УГЛТУ включала закладку пробных площадей в насаждениях разного состава и возраста для получения количественных биометрических характеристик деревьев, часть которых могут быть определены в результате дешифрирования данных дистанционного зондирования (ДДЗ), в том числе полученных с использованием сенсоров, установленных на беспилотные летательные аппараты. Другими словами, данные наземных измерений деревьев основных лесообразующих древесных пород на пробных площадях используются для валидации данных, полученных в результате дешифрирования ДДЗ.

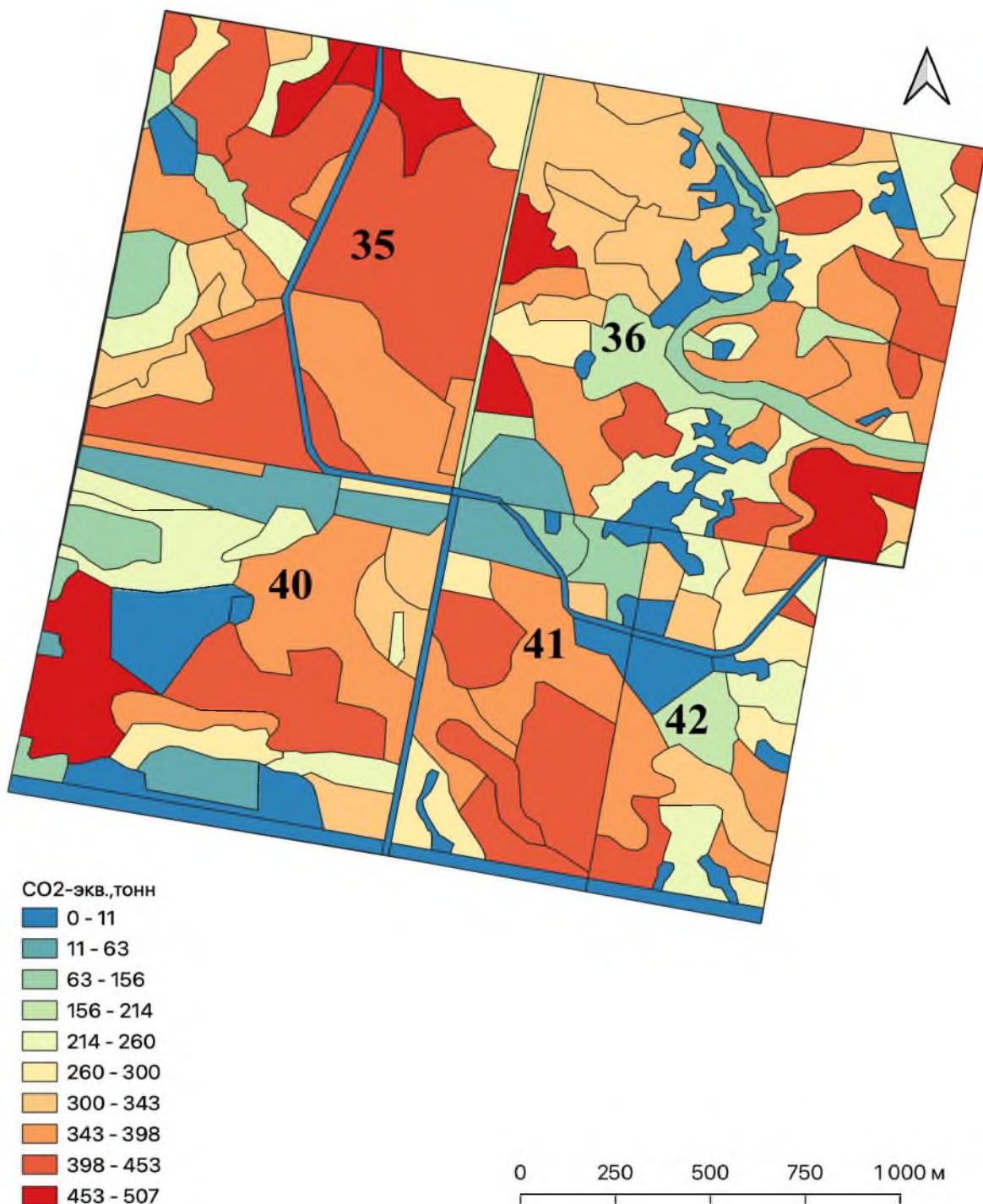


Рис. 9. Картосхема распределения содержания СО₂-экв. в древостоях карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка), созданная на основе данных лесоустройства

5.4. Ансамбли моделей для оценки взаимосвязи биометрических параметров основных лесообразующих древесных пород карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка)

Современные технологии получения данных сверхвысокого пространственного разрешения с использованием беспилотных авиационных систем, а также развитие математико-статистических моделей и доступного программного обеспечения для обработки, анализа и представления данных открыли возможности для создания технологий оценки биометрических параметров, запаса древесины и углерода в древостоях на уровне каждого отдельного, формирующего верхний полог насаждения. Совокупность таких деревьев в насаждении, как правило, составляет более 70 % общего запаса древесного яруса лесного насаждения.

Для того, чтобы разработать технологии дистанционной оценки биометрических параметров деревьев необходимо иметь надежный набор данных о деревьях основных лесообразующих древесных пород разного возраста, произрастающих в разных условиях местопроизрастания и разного состава древостоя. Для получения данных на территории полигона «Урал-Карбон» (Северка) заложили 18 круговых пробных площадей (ПП) радиусом 13,82 м. (рис. 10). Географические координаты центров ПП определяли при помощи GPS-приемника Garmin eTrex 10 (Garmin Inc., Швейцария). Буссоль Suunto KB-14/360R (Suunto Inc., Finland, Vantaa) использовали для определения угла, измеряемого из центра круговой ПП от направления на север до луча, направленного на каждое дерево в пределах ПП. Диаметр ствола дерева на высоте 1,3 м (DBH) рассчитывали по длине окружности ствола на высоте 1,3 м, которую определяли мерной лентой.

Для определения высоты деревьев и расстояния до них от центра ПП использовали ультразвуковой дальномер Vertex 5 360° (Haglöf Sweden AB, Швеция). Протяженность горизонтальной проекции кроны измеряли при помощи мерной ленты в двух взаимно перпендикулярных направлениях. У всех деревьев на пробных площадях с помощью возрастного бурава Haglöf были отобраны древесные керны для определения возраста. Для определения возраста подроста на каждой ПП брали несколько экземпляров древесных растений разной высоты каждой древесной породы (прил. 2).

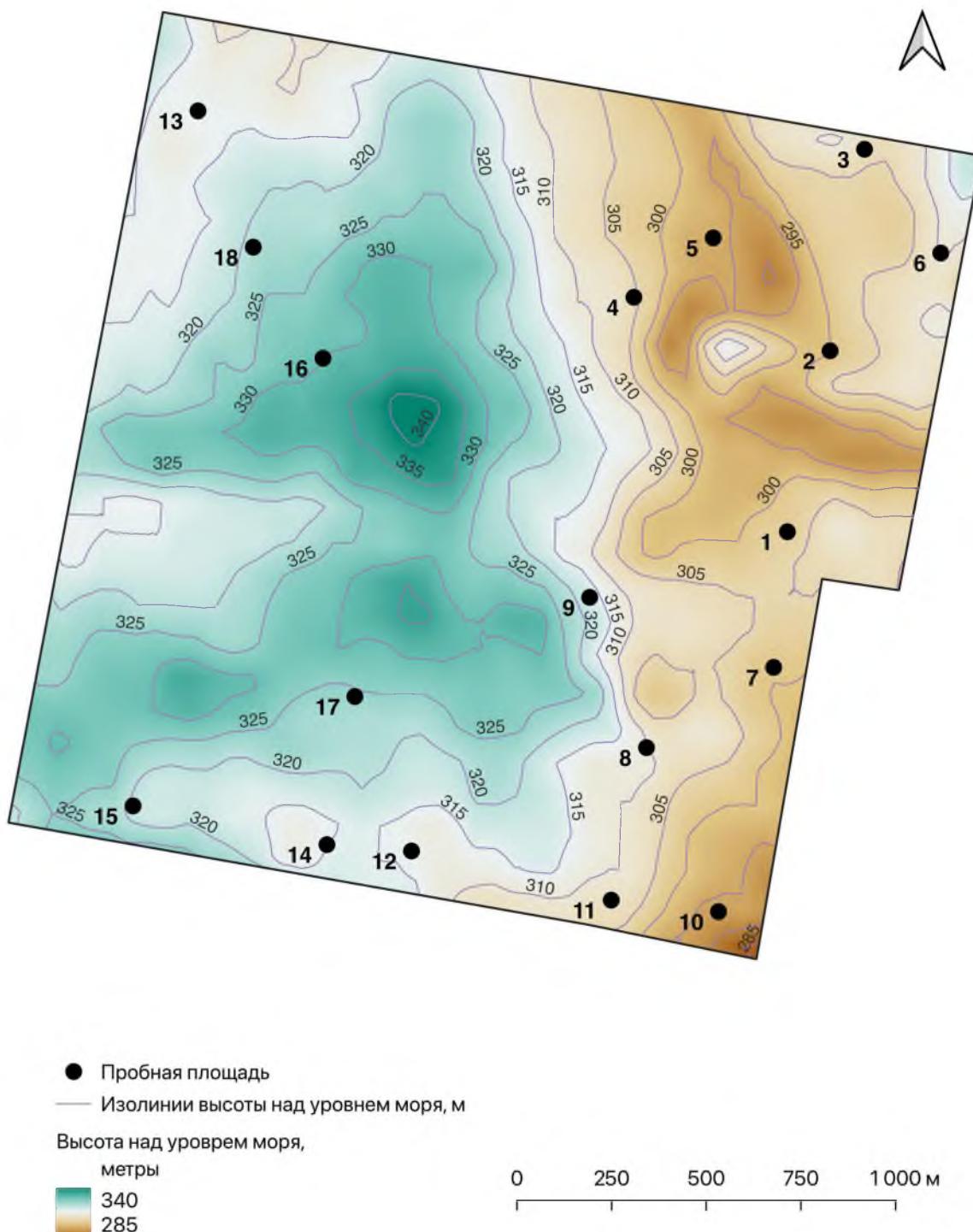


Рис. 10. Картосхема рельефа полигона с обозначением местоположения «Урал-Карбон» (Северка)

Возраст деревьев и радиальный прирост определяли при помощи дендрохронологического комплекса Lintab (RinnTech Inc., Германия). Для точного установления возраста каждого дерева применялся метод коррекции по высоте взятия керна (Wong, Lertzman, 2001; Elliott, Kipfmüller, 2018). Его суть заключается в прибавлении к возрасту, определенному по керну, возраста подроста той же породы, достигшего высоты отбора пробы.

Для оценки фракций фитомассы деревьев по данным измеренных диаметров ствола на высоте 1,3 м использовали региональные аллометрические уравнения, разработанные для условий Урала (Усольцев и др., 2022) вида

$$\ln P_j = a_0 + a_1 \ln D, \quad (1)$$

где P_j – фракция фитомассы дерева, например ствола ветвей, коры;

\ln – натуральный логарифм;

D – диаметр дерева на высоте 1,3 м, см.

Для нахождения регрессионных зависимостей использовали данные, полученные в ходе прямых измерений на пробных площадях. Величина подземной фитомассы дерева для конкретной породы оценивается умножением величины надземной фитомассы на значение коэффициента для данной породы (Усольцев и др., 2022).

После потенцирования значения натурального логарифма фитомассы фракции дерева P_i получали значение сухой массы в килограммах. Содержание углерода в конкретной фракции рассчитывали по формуле

$$C_{Pj} = 0,5P_j, \quad (2)$$

где C_{Pj} – масса углерода во фракции дерева P_j в кг;

Перевод из единиц углерода в CO_2 делали по формуле

$$\text{CO}_{2Pj} = 44/12C_{Pj}. \quad (3)$$

Суммарное содержание углерода в надземной части дерева находили как сумму содержания углерода во всех его фракциях, а в подземной части – умножением величины углерода в надземной части на значение переводного коэффициента (Усольцев и др., 2022).

Для создания моделей количественной оценки диаметра на высоте 1,3 м и площади кроны использовали язык и среду программирования R (The R Project for Statistical Computing, 2024). Ниже приведен список использованных при создании моделей библиотек R: MASS, Metrics, car, ggplot2, dplyr, caret, randomForest, tensorflow, keras3, neuralnet, nnet,

ranger, e1071, ipred, R6, superml, devtools, caretEnsemble, mlbench, magrittr, readxl, writexl, tidyverse.

В табл. 20 приведены данные о местоположении и характеристиках древостоев 18 ПП, заложенных на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка). Данные табл. 20 свидетельствуют, что на пробных площадях на участке «Северка» возраст древостоев лежит в интервале 55–170 лет, а в составе древостоев преобладает сосна.

На основе уравнения (1), а также значений коэффициентов и свободных членов уравнений расчета фитомассы для основных лесообразующих древесных пород Урала (Усольцов и др., 2022) рассчитаны значения надземной и подземной фитомасс деревьев на ПП. В табл. 21 приведены значения содержания углерода и углеродных единиц ($\text{CO}_2\text{-экв.}$) на ПП, полученные с использованием уравнений (2) и (3) рассчитаны значения углерода и $\text{CO}_2\text{-экв.}$ на ПП, а также в пересчете на гектар (табл. 21). По данным указанной работы, полученным наземными измерениями, содержание углерода в древостоях варьирует примерно от 46 до 200 тонн/га. Величина $\text{CO}_2\text{-экв.}$ в древостоях площадей на карбоновом полигоне в пересчете на 1 гектар находится в пределах от 170 до 734 тонн, а среднее значение 482 тонны.

Полученные данные о содержании углерода в древостоях на ПП карбонового полигона достаточно хорошо соотносятся с данными, полученными для сосновых и еловых древостоев в лесных насаждениях южной части Финляндии (Carbon Stocks ..., 2024). По данным указанной работы, полученным наземными измерениями, содержание углерода в надземной и подземной частях деревьев (в широтном градиенте от 600 до 630 с.ш.) с преобладанием сосны в составе лежит в интервале 56,3 – 109,6, а для древостоев с преобладанием ели – 106,5 – 190,3 тонн/га.

Значение диаметра ствола дерева на высоте 1,3 метра в уравнениях оценки фитомассы фракций дерева может использоваться в качестве единственного предиктора или в составе других, например, с высотой дерева или радиусом его кроны (Аллометрические модели ..., 2016; Усольцов и др., 2022; Wong, Lertzman, 2001; Nam et al., 2016; Qiang Zuo Allometric ..., 2018; Challenges ..., 2019; Allometric ..., 2020; Addi et al., 2022).

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 20

Характеристики древостоев пробных площадей на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка)

Номер ПП	Номер квартала	Номер выдела	Состав древостоя	Возраст, лет	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Высота, м	Класс бонитета	Густота, шт./га
1	36	51	8С1Лц1Б+Е	70	20,49	18,3	2	1167
2	36	32	8С2Б ед.Е	55	18,73	17,8	4	1350
3	36	6	6С3Б1Е	65	23,84	20,4	2	867
4	36	18	3Е2С2Лц3Б	70	28,25	22,4	3	500
5	36	19	5С2Е3Б	90	19,57	18,7	2	1083
6	36	13	7С1Е1Лц1Б+Е	120	24,88	18,5	2	967
7	42	11	6Лц2С3Б	75	27,28	22,7	2	600
8	42	17	4С3Лц3Б+Е	110	28,95	21,2	3	633
9	41	5	5С3Лц1Е1Б	75	22,26	18,6	3	917
10	42	23	8С1Лц1Б+Е	75	28,37	21,9	3	533
11	42	21	4С4Лц1Е1Б	130	27,34	20,8	2	633
12	41	16	4Е2П2Б2Ос	65	25,85	21,6	3	533
13	35	3	6С2Е1П1Б	170	22,40	19,5	3	1083
14	40	27	6Е3Б1Ос+П	130	19,64	17,8	3	933
15	40	25	5Лц2Е3Б ед.С	130	17,78	17,5	3	683
16	35	24	7С2Б1Е	100	31,09	22,9	3	517
17	40	10	8С1Лц1Б+Е	120	12,45	13,6	2	700
18	35	21	6Б1С1Е	60	10,5	12,0	2	1333

Таблица 21

Содержание углерода и углеродных единиц в древостоях пробных площадей и в пересчете на гектар на карбоновом полигоне «Урал-Карбон (Северка)»

Номер ПП	Содержание углерода, тонн		CO ₂ -эквивалент, тонн	
	на ПП	на 1 га	на ПП	на 1 га
1	7,9	131,2	28,9	480,9
2	7,0	117,2	25,8	429,9
3	8,6	143,8	31,6	527,4
4	6,6	110,0	24,2	403,4
5	6,1	102,0	22,4	374,1
6	12,0	200,2	44,0	734,0
7	8,1	134,5	29,6	493,0
8	11,0	183,6	40,4	673,2
9	6,9	115,1	25,3	422,0
10	8,0	133,6	29,4	489,9
11	10,5	175,6	38,6	643,9
12	5,6	93,4	20,5	342,3
13	8,1	134,8	29,7	494,3
14	6,0	99,2	21,8	363,9
15	2,8	46,2	10,2	169,5
16	8,7	144,5	31,8	529,7
17	7,7	127,6	28,1	467,8
18	10,5	175,4	38,6	643,0

Технологии получения ДДЗ при помощи беспилотных летательных аппаратов с использованием RGB- или мультиспектральных камер, а также лидаров открывают возможности для получения данных о древесной породе дерева, его высоте и площади кроны. Два последних параметра могут быть использованы для установления диаметра дерева на высоте 1,3 м.

Данные наземных измерений биометрических параметров деревьев на ПП позволили получить ряд математико-статистических моделей, в том числе с использованием методов машинного обучения. В табл. 22 приведены объемы выборок и значения коэффициентов детерминации, которые характеризуют качественную адекватность полученных моделей для основных лесообразующих древесных пород карбонового полигона.

Таблица 22

Значения коэффициентов детерминации моделей оценки величины диаметра ствола дерева на высоте 1,3 м от его высоты и площади горизонтальной проекции кроны для основных лесообразующих древесных пород карбонового полигона

Древесная порода	Количество деревьев, шт.	Ансамбль моделей ¹	Случайный лес ²	Нейросеть ³	Множественная линейная регрессия ⁴
Пихта	26	0,80	0,64	0,89	0,81
Ель	272	0,91	0,92	0,88	0,91
Сосна	210	0,74	0,75	0,77	0,80
Береза	311	0,66	0,67	0,67	0,70

Примечания:

¹ В ансамбле использованы четыре модели библиотек R «caret» и «caretEnsemble»: случайный лес («rf»), дерево решений («treebag»), случайный лес («parRF»), однослойная нейронная сеть («nnet»).

² Использована модель случайного леса библиотеки R «randomForest».

³ Использована нейросеть, созданная при помощи библиотеки R «keras3» с двумя скрытыми слоями из 5 и 3 нейронов соответственно.

⁴ Нарушенены одно или несколько условий применимости модели: нарушено условие принадлежности остатков нормальному распределению; наличие трендов в распределении остатков по диапазонам предикторов; наличие влиятельных значений, обоснованность удаления которых из выборки не найдена.

Данные, представленные в табл. 22, свидетельствуют, что для моделей машинного обучения получены достаточно высокие значения коэффициента детерминации. Установлено, что использованием методов машинного обучения «случайный лес», искусственной нейронной сети, а также ансамбля моделей позволяет повысить уровень количественной адекватности моделей оценки диаметра ствола дерева на высоте 1,3 м. Данные модели могут быть использованы для оценки диаметра ствола дерева на высоте 1,3 м, значение которого является входным параметром моделей оценки фитомассы и углерода в деревьях, формирующих основной полог древостоя.

Таким образом, полученные результаты моделирования являются одним из ключевых элементов технологии дистанционной оценки биометрических параметров деревьев и запаса углерода в древостоях и могут найти применение в лесоустройстве и экологических исследованиях, технологий оценки углероддепонирующих функций лесных экосистем в рамках стратегии низкоуглеродного развития Российской Федерации.

Работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы «FEUZ-2024-0011».

6. УЧЕБНО-ОПЫТНЫЙ ПОЛИГОН ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Одной из проблем современности является рекультивация земель, нарушенных в результате хозяйственной деятельности. На Урале, где добыча и переработка полезных ископаемых ведутся на протяжении нескольких столетий, накопились значительные площади выработанных карьеров, отвалов и других видов нарушенных земель. Последние не только утратили продуктивность и ухудшили эстетический облик ландшафта, но и стали фактором неблагоприятной экологической обстановки, создавая угрозу здоровью населения. Все это свидетельствует о необходимости их рекультивации, т. е. возвращения их либо в исходное состояние, либо в пригодное для использования по иному хозяйственному назначению.

Среди различных направлений рекультивации в таежной зоне наиболее перспективным является лесохозяйственное, обеспечивающее формирование на нарушенных землях высокопроизводительных и устойчивых лесных насаждений.

К настоящему времени накоплен значительный опыт реализации лесохозяйственного направления рекультивации (Формирование ..., 2013, 2022; Бачурина и др., 2020; Experiences ..., 2020; Осипенко и др., 2022; Bachurina et al., 2022; Петров и др., 2023; Лесохозяйственное направление ..., 2023). Однако в научной литературе отсутствуют сведения об эффективности данного подхода к выработанным карьерам гранита, что и обусловило необходимость проведения исследований в этом направлении.

Стремление к оптимизации рекультивационных мероприятий послужило основой для совместного создания учебно-опытного полигона рекультивации нарушенных земель на базе УУОЛ УГЛТУ и Исетского гранитного карьера.

Учебно-опытный полигон рекультивации нарушенных земель был создан в 2021 г. под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора С. В. Залесова сотрудниками кафедры лесоводства УГЛТУ совместно с Исетским гранитным карьером (ООО «Регион 66»).

Работы проводились на Исетском месторождении гранитов, расположенным в поселке Иsetь Верхнепышминского района Свердловской области. От Екатеринбурга месторождение находится в 29 км на северо-запад и в 20 км на юго-запад от пос. Верхняя Пышма.

Исетское месторождение гранита приурочено к вершине и сравнительно крутым южным и северо-восточным склонам г. Толстик, где гранитные породы выходят на дневную поверхность (рис. 11).



Рис. 11. Выходы гранита вблизи Исетского гранитного карьера

Средняя мощность вскрышных пород карьера составляет 0,45 м, а выработанной толщи гранита – 42 м. Карьер имеет уступы высотой до 12 м с почти вертикальными стенками. Максимальная длина карьера составляет 810 м, а ширина в наиболее широком месте – 450 м. Общее представление об Исетском гранитном карьере дает рис. 12.

Первые геологоразведочные работы на месторождении проведены в 1939 г., после чего началась добыча строительного камня и производство щебня. В настоящее время карьер производит щебень различных фракций (от 5 до 70 мм), отсев фракций до 5 мм, песчано-щебеночную смесь и строительный камень.



Рис. 12. Внешний вид Исетского гранитного карьера, июнь 2023 г.

Часть карьера была выработана и требовала рекультивации (рис. 13). Технический этап рекультивации выработанной части гранитного карьера заключался в отсыпке на поверхность карьера вскрышных пород и отсева гранита слоем от 5 до 100 см с последующим выравниванием территории (рис. 14).



Рис. 13. Участок гранитного карьера до рекультивации, август 2022 г.



Рис. 14. Этап технической рекультивации, ноябрь 2022 г.

Схема учебно-опытного полигона рекультивации выработанной части Исетского гранитного карьера приведена на рис. 15.

Каждый из участков, указанных на рис. 15, характеризуется разной толщиной отсыпки.

После завершения технического этапа рекультивации на рекультивируемой части карьера были созданы лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dub.) и сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.).

При этом предпочтение при создании лесных культур отдавалось сосне обыкновенной как наиболее устойчивой, быстрорастущей и не требовательной к плодородию почвы древесной породе (Определение перспективности ..., 2023).

При посадке использовались сеянцы сосны обыкновенной с закрытой (ЗКС) и открытой (ОКС) корневыми системами. Посадка проводилась как весной, так и осенью. Сеянцы с ОКС высаживались вручную с применением меча Колесова, а с ЗКС – с помощью лесопосадочной трубы и лопаты.



Рис. 15. Схема учебно-опытного полигона рекультивации выработанной части Исетского гранитного карьера:

1а – отсыпка рыхлым каменистым грунтом слоем 0,7–1,0 м;

1б – отсыпка слоем грунта толщиной 0,5 м, уплотнение проходами техники, пониженный микрорельеф;

1в – очень каменистый грунт, толщина отсыпки 0,2–0,3 м;

1г – осенняя отсыпка рыхлым грунтом, слоем 0,5 м;

2а – захоронение строительного мусора, засыпка грунтом слоем до 1,0 м и сильное уплотнение проходами техники в центре участка;

2б – рыхлый грунт, отсыпка слоем до 0,5 м;

2в – рыхлый грунт, отсыпка слоем до 1 м.

На отдельных участках выступает гранитная плита, что особенно четко прослеживается на участке 1в

Подробное описание вариантов опыта по рядам представлено в ранее опубликованной работе (Приживаемость лесных культур ..., 2024). Посадка выполнялась рядовым способом с расстоянием между рядами 2,5 м и шагом посадки 1,0 м. Работы проводились весной (27.04.2023) и осенью (20.09.2023) с целью определения оптимальных сроков посадки. Общий вид рекультивированной части карьера представлен на рис. 16.



Рис. 16. Рекультивированная часть карьера, апрель 2025 г.

В ходе исследований определялись показатели приживаемости и сохранности созданных лесных культур. Под приживаемостью понималось количество живых сеянцев спустя год после посадки, выраженное в процентах от общего числа высаженных растений. Если срок с момента посадки превышал один год, соответствующий показатель обозначался как сохранность.

В процессе создания полигона была обеспечена необходимая инфраструктура (рис. 17) для проведения научных исследований и практических занятий со студентами (прил. 3).

Результаты научных исследований, выполняемых на учебно-опытном полигоне, отражены в ряде публикаций (Создание ..., 2021; Характеристика древесной ..., 2022; Научные исследования ..., 2023; Снегонакопление ..., 2024).



Рис. 17. Помещение для камеральной работы студентов и преподавателей

Общее количество высаженных сеянцев превышает число, приведенное в табл. 23, поскольку из выборки были исключены ряды, в которые при посадке вносились удобрения. Данные по участкам с применением удобрений обобщены в отдельном исследовании (Влияние ..., 2024). Настоящее исследование сосредоточено на изучении сохранности культур сосны обыкновенной при минимальном агротехническом вмешательстве.

К основным причинам гибели растений на исследуемом участке относятся неблагоприятные погодные условия (в частности, засушливые периоды), неблагоприятный водно-воздушный режим грунта, его просадка и низкое плодородие, вымокание сеянцев в понижениях микрорельефа, а также механические повреждения растений (включая слом стволиков), предположительно вызванные деятельностью посторонних лиц (рис. 18).



Рис. 18. Механические повреждения лиственницы (а) и ели (б)

Таблица 23

Приживаемость лесных культур на выработанной части гранитного карьера

Порода	Возраст сеянцев, лет	Корневая система	Дата посадки	Количество высаженных сеянцев, шт./%	Приживаемость (сохранность, шт./%)		
					28 апреля 2024 г.	21 августа 2024 г.	24 апреля 2025 г.
Весенняя посадка							
E	4	ОКС	27.04.2023 г.	298 100	238 79,9	225 75,5	225 75,5
Л	1	ОКС		113 100	104 92,0	103 91,2	103 91,2
C	2	ОКС	11.05.2023 г.	277 100	247 89,2	237 85,6	235 84,8
C	1	ЗКС		312 100	285 91,3	285 91,3	279 89,4
Осенняя посадка							
Л	2	ОКС	20.09.2023 г.	91 100	86 94,5	86 94,5	84 92,3
К	2	ОКС		146 100	146 100	145 99,3	145 99,3
К	3	ЗКС		29 100	29 100	29 100	28 96,6
C	1	ЗКС		88 100	88 100	88 100	87 98,8
C	1	ЗКС	29.09.2023 г.	103 100	102 99,0	101 98,1	101 98,1

Анализ данных подтверждает, что наиболее интенсивный отпад растений происходит в первый год после посадки. Так, приживаемость ели сибирской через год после весенней посадки составила 79,9 %, что соответствует 60 отпавшим сеянцам. В последующий период (с 28.04.2024 по 24.04.2025 гг.) погибло всего 13 растений – в 4,6 раза меньше.

Минимальные показатели приживаемости зафиксированы у ели сибирской, что, вероятно, объясняется двумя причинами: во-первых, низким плодородием почвогрунта, а во-вторых, недостатком влаги при относительно большой надземной фитомассе 4-летних сеянцев ели по сравнению с 1-2-летними сеянцами других древесных пород.

Лучшие приrostы по высоте наблюдаются у растений, посаженных весной 2023 г. Это объясняется тем, что для растений, посаженных осенью 2023 г., вегетационный период 2024 г. был первым после посадки, и они испытывали послепосадочный стресс, а также имели менее развитую корневую систему.

В табл. 24 приведены средние морфометрические показатели культивируемых растений по состоянию на 08.10.2024 г.

Таблица 24
Средние морфометрические показатели культивируемых растений, см

По- роды	Кор- невая си- стема	Дата посадки	Высота	Текущий годичный прирост по высоте	Диаметр кроны	Диаметр основания ствола
E	ОКС	27.04.2023 г.	27,6 ± 1,7	9,7 ± 0,9	19,1 ± 1,2	0,63 ± 0,03
L	ОКС		47,2 ± 2,6	33,8 ± 2,3	35,2 ± 1,8	1,05 ± 0,04
C	ОКС	11.05.2023 г.	34,4 ± 1,9	21,9 ± 2,0	30,9 ± 1,8	0,97 ± 0,05
C	ЗКС		26,2 ± 1,3	20,0 ± 1,2	27,4 ± 1,0	0,76 ± 0,03
L	ОКС	20.09.2023 г.	17,5 ± 1,3	7,6 ± 0,7	12,4 ± 0,9	0,41 ± 0,03
K	ОКС		8,7 ± 0,5	2,7 ± 0,1	10,4 ± 0,3	0,49 ± 0,01
K	ЗКС		12,6 ± 0,6	4,3 ± 0,3	12,9 ± 0,5	0,66 ± 0,03
C	ЗКС		30,4 ± 1,1	11,6 ± 0,6	22,3 ± 0,9	0,69 ± 0,02
C	ЗКС	29.09.2023 г.	18,0 ± 0,8	10,4 ± 0,5	16,5 ± 0,9	0,49 ± 0,02

Данные о лесорастительных условиях почвогрунта, нанесенного на поверхность выработанной части Исетского гранитного карьера, приведены в табл. 25. Материалы таблицы свидетельствуют о низком

содержании питательных элементов, особенно азота, а также о повышенной кислотности субстрата.

Таблица 25
**Характеристика почвогрунта на выработанной части
Исетского гранитного карьера**

Наименование показателя	Единица измерения	НД на метод испытания	Результаты испытания	Погрешность (неопределенность)
Кислотность рНсол.	Ед. pH	ГОСТ 26483-85	4,3	0,1
Массовая доля органического вещества	%	ГОСТ 26213-2021	1,99	0,4
Массовая доля азота нитратов	мг/кг	ГОСТ 26951-86	0,13	0,04
Массовая доля азота аммония	мг/кг	ГОСТ 26489-85	Менее 2,5	–
Массовая доля подвижных соединений фосфора (P_2O_5)	мг/кг	ГОСТ Р 54650-2011	104,0	21,0
Массовая доля подвижных соединений калия (K_2O)	мг/кг	ГОСТ Р 54650-2011	91,0	14,0

Косвенным подтверждением низкого плодородия является слабое развитие напочвенного покрова, что делает нецелесообразным проведение агротехнических уходов в первые два года после посадки на большей части участка.

Данные о надземной фитомассе, проективном покрытии и видовом составе живого напочвенного покрова спустя год после создания лесных культур приведены в табл. 26.

Таблица 26

Характеристика живого напочвенного покрова на Исетском гранитном карьере
по вариантам отсыпки (июль 2024 г.)

Видовое название	Масса в абсолютно-сухом состоянии, кг/га / %				Среднее процентивное покрытие, % / %			
	1а	1б	1в	1г	1а	1б	1в	1г
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лесной ценотип								
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	—	—	<u>0,6</u> 0,1	—	—	—	<u>0,2</u> 0,6	—
Орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn)	—	—	—	<u>4,0</u> 1,0	—	—	—	<u>0,5</u> 1,4
Итого лесной ценотип	—	—	<u>0,6</u> 0,1	<u>4,0</u> 1,0	—	—	<u>0,2</u> 0,6	<u>0,5</u> 1,4
Лесолуговой ценотип								
Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth)	—	—	<u>12,4</u> 2,1	<u>2,3</u> 0,6	—	—	<u>2,0</u> 6,0	<u>1,0</u> 2,7
Вербейник обыкновен- ный (<i>Lysimachia</i> <i>vulgaris</i> L.)	—	<u>24,7</u> 2,7	—	—	—	<u>2,5</u> 3,5	—	—
Вероника лекарствен- ная (<i>Veronica officinalis</i> L.)	—	—	—	<u>3,8</u> 1,0	—	—	—	<u>0,7</u> 1,9
Клевер люпиновый (<i>Trifolium lupinaster</i> L.)	—	—	<u>7,3</u> 1,2	—	—	—	<u>0,2</u> 0,6	—
Фиалка собачья (<i>Viola canina</i> L.)	—	—	<u>8,7</u> 1,5	<u>1,2</u> 0,3	—	—	<u>1,4</u> 4,2	<u>0,7</u> 1,9
Итого лесолуговой ценотип	—	<u>24,7</u> 2,7	<u>28,4</u> 4,8	<u>7,3</u> 1,9	—	<u>2,5</u> 3,5	<u>3,6</u> 10,8	<u>2,4</u> 6,5
Луговой ценотип								
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	<u>491,7</u> 36,5	<u>41,3</u> 4,5	—	—	<u>13,0</u> 24,8	<u>1,7</u> 2,4	—	—
Мятлик обыкновенный (<i>Poa trivialis</i> L.)	<u>1,4</u> 0,1	<u>68,5</u> 7,5	<u>25,9</u> 4,4	<u>41,8</u> 10,8	<u>0,9</u> 1,7	<u>5,3</u> 7,4	<u>1,0</u> 3,0	<u>2,4</u> 6,5
Кульбаба осенняя (<i>Scorzoneroideae autumnalis</i> (L.) Moench)	—	<u>0,8</u> 0,1	—	<u>0,8</u> 0,2	—	<u>0,8</u> 1,1	—	<u>0,5</u> 1,4
Итого луговой ценотип	<u>493,1</u> 36,6	<u>110,5</u> 12,1	<u>25,9</u> 4,4	<u>42,7</u> 11,0	<u>13,9</u> 26,5	<u>7,8</u> 10,9	<u>1,0</u> 3,0	<u>2,9</u> 7,9

Продолжение табл. 26

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Синантропный ценотип								
Горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	<u>1,9</u> 0,1	—	—	—	<u>0,2</u> 0,4	—	—	—
Жабник полевой (<i>Filago arvensis</i> L.)	<u>22,1</u> 1,6	—	—	—	<u>1,2</u> 2,3	—	—	—
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	<u>212,0</u> 15,7	<u>1,9</u> 0,2	<u>384,0</u> 65,5	<u>13,8</u> 3,5	<u>3,7</u> 7,1	<u>0,3</u> 0,4	<u>18,0</u> 53,9	<u>3,3</u> 9,0
Кипрей железистостебельный (<i>Epilobium adenocaulon</i> Hausskn.)	<u>0,4</u> 0,0	—	—	<u>10,8</u> 2,8	<u>0,2</u> 0,4	—	—	<u>2,2</u> 6,0
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	<u>0,5</u> 0,0	<u>52,7</u> 5,8	—	—	<u>1,0</u> 1,9	<u>4,2</u> 5,8	—	—
Крестовник клейкий (<i>Senecio viscosus</i> L.)	<u>43,6</u> 3,2	—	—	<u>289,7</u> 74,3	<u>4,2</u> 8,0	—	—	<u>23,5</u> 63,8
Лапчатка норвежская (<i>Potentilla norvegica</i> L.)	<u>57,3</u> 4,3	<u>121,0</u> 13,3	—	—	<u>4,0</u> 7,6	<u>9,2</u> 12,8	—	—
Лапчатка распространенная (<i>Potentilla humifusa</i> Willd. ex D.F.K. Schleidl.)	—	—	—	<u>21,4</u> 5,5	—	—	—	<u>2,0</u> 5,4
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	—	—	<u>2,7</u> 0,5	—	—	—	<u>0,6</u> 1,8	—
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.)	—	<u>1,5</u> 0,2	—	—	—	<u>0,3</u> 0,4	—	—
Подорожник средний (<i>Plantago media</i> L.)	—	<u>5,3</u> 0,6	—	—	—	<u>1,5</u> 2,1	—	—
Полынь австрийская (<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.)	—	<u>8,2</u> 0,9	—	—	—	<u>0,8</u> 1,1	—	—
Ромашка безъязычная (<i>Matricaria discoidea</i> DC.)	—	<u>16,9</u> 1,9	—	—	—	<u>5,0</u> 6,9	—	—
Щавелек обыкновенный (<i>Rumex acetosella</i> L.)	<u>518,0</u> 38,5	<u>444,5</u> 48,6	<u>144,9</u> 24,7	—	<u>24,0</u> 45,8	<u>33,7</u> 46,8	<u>10,0</u> 29,9	—

Окончание табл. 26

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Итого синантропный ценотип	<u>855,8</u> 63,4	<u>652,0</u> 71,5	<u>531,6</u> 90,7	<u>335,7</u> 86,1	<u>38,5</u> 73,5	<u>55,0</u> 76,3	<u>28,6</u> 85,6	<u>31,0</u> 84,2
Болотный ценотип								
Ситник членистый (<i>Juncus articulatus</i> L.)	—	<u>125,1</u> 13,7	—	—	—	<u>6,7</u> 9,3	—	—
Итого болотный ценотип	—	<u>125,1</u> 13,7	—	—	—	<u>6,7</u> 9,3	—	—
Всего по вариантам отсыпки	<u>1348,8</u> 100	<u>912,3</u> 100	<u>586,5</u> 100	<u>389,7</u> 100	<u>52,4</u> 100	<u>72,0</u> 100	<u>33,4</u> 100	<u>36,8</u> 100

Материалы табл. 26 свидетельствуют, что живой напочвенный покров (ЖНП) на выработанной части Исетского гранитного карьера, спустя год после создания лесных культур, характеризуется надземной фитомассой от 389,7 до 1348,8 кг/га в абсолютно сухом состоянии. Максимальной надземной фитомассой при этом характеризуется участок 1а, где поверхность карьера была покрыта слоем почвогрунта толщиной 0,7–1,0 м. Минимальной фитомассой ЖНП характеризуется участок 1г – 389,7 кг/га, где лесные культуры были созданы осенью, а также 1в – 586,5 кг/га, где слой отсыпанного грунта составлял 0,2 м (см. рис. 15).

В надземной фитомассе на всех участках доминируют синантропные ценотипы, на долю которых приходится от 71,5 до 90,7 % общей надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии.

На участке 1а в составе надземной фитомассы преобладают два вида: щавелек обыкновенный и клевер луговой, на долю которых приходится 38,5 и 36,5 % общей надземной фитомассы, соответственно.

На участке 1б с наибольшей влажностью грунта и толщиной отсыпки 0,5 м насчитывается максимальное количество видов ЖНП – 13 шт., а в надземной фитомассе 48,6 % приходится на щавелек обыкновенный.

Участок 1в характеризуется самым бедным видовым составом ЖНП – 8 видов. При этом в надземной фитомассе доминирует Иванчай узколистный, на долю которого приходится 65,5 % общей надземной фитомассы.

Участок 1г характеризуется, как и участок 1а, количеством видов ЖНП – 10 шт. При этом на указанном участке в надземной фитомассе абсолютно доминирует крестовник клейкий, на долю которого приходится 74,3 % надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии.

Проективное покрытие ЖНП варьируется от 33,4 до 72,0 %. При этом минимальным значением проективного покрытия характеризуется участок 1в, где слой отсыпки не превышает 0,2 м.

Аналогично надземной фитомассе в проективном покрытии ЖНП доминируют виды синантропного ценотипа. При этом следует отметить, что ЖНП на рекультивируемой части Исетского гранитного карьера не создает дернину и на начальном этапе не препятствует появлению самосева сосны обыкновенной и не угнетает высаженные сеянцы лесных культур. В то же время развитие ЖНП способствует формированию почвы, а также депонированию углерода, изъятого растениями в процессе фитосинтеза, в формирующейся лесной подстилке и почве.

Несмотря на неблагоприятные условия, по результатам учета через два года сохранность сеянцев ели составила 75,5 %, что позволяет обеспечить планируемую густоту путем дополнения лесных культур. Приживаемость и сохранность сеянцев других древесных пород (как с ОКС, так и с ЗКС) соответствуют требованиям действующих нормативных документов, что позволяет отказаться от проведения дополнения (Об утверждении ..., 2021).

При весенней посадке наилучшими показателями приживаемости характеризуются лесные культуры лиственница Сукачева – 92,0 %. Эта порода также показала наивысшую сохранность сеянцев по истечении двух лет.

Сеянцы сосны обыкновенной с ЗКС продемонстрировали более высокие показатели приживаемости и сохранности по сравнению с ОКС, однако различия составляют менее 5 % (2,1 % по приживаемости и 4,6 % по сохранности), что находится в пределах точности полевых опытов.

Осенняя посадка показала лучшие результаты приживаемости большинства пород. Вероятной причиной является накопление снега зимой в карьере, в отличие от отвалов (Накопление подроста ..., 2019; Характеристика ..., 2020; Подрост сосны ..., 2021; Снегонакопление ..., 2024), что создает влагозапас и улучшает обеспеченность влагой растений в начале вегетационного периода. Так, приживаемость сеянцев сосны кедровой сибирской составила 100 % для ЗКС и 98,4 % для ОКС. Варьирование приживаемости сеянцев сосны с ЗКС при осенней посадке составляет от 99 до 100 %, а сохранности – от 98,1 до 98,8. Приживаемость и сохранность лиственницы при осенней посадке ока-

зались ниже, чем при весенней, на 5,9 и 6,5 %, соответственно, что может быть связано с возрастными особенностями корневой системы и чувствительностью к условиям пересадки.

Исследования показали, что осенняя посадка обеспечивает более высокие показатели приживаемости лесных культур (95,6–100 %) по сравнению с весенней (79,9–92,0 %). Это, вероятно, обусловлено стрессовыми погодными условиями в мае 2023 г., когда после весенней посадки наблюдалась засушливая и жаркая погода, неблагоприятная для укоренения сеянцев.

Наилучшая приживаемость при весенней посадке отмечена у 1-летних сеянцев лиственницы Сукачева с ОКС (92,0 %), наихудшая – у 4-летних сеянцев ели сибирской (79,9 %). При осенней посадке, напротив, наиболее низкие показатели приживаемости зафиксированы у 2-летних сеянцев лиственницы Сукачева, что может быть связано с возрастными особенностями их корневой системы и чувствительностью к условиям пересадки.

Различия в приживаемости и сохранности лесных культур, созданных сеянцами с открытой и закрытой корневыми системами (сосна обыкновенная, сосна кедровая сибирская), незначительны.

Во второй год выращивания сохранность лесных культур, созданных весной, составляет от 75,5 до 91,2 %, тогда как у культур, созданных осенью 2023 г. (переживших один вегетационный сезон), сохранность выше – от 92,3 до 98,8 %. Это указывает на потенциал осенней посадки как более надежной технологии при лесохозяйственной рекультивации.

Наиболее интенсивный рост по основным морфометрическим показателям (высота, диаметр стволика и диаметр кроны) на момент учета зафиксирован у лиственницы Сукачева, посаженной весной 1-летними сеянцами с ОКС (рис. 19), что подтверждает высокую адаптивность данной породы к условиям субстрата на рекультивированной территории.

С учетом важности лесохозяйственной рекультивации нарушенных земель и полученных положительных результатов, дальнейшие исследования на данном стационаре следует направить на количественную оценку депонирования углерода в компонентах формируемых насаждений.



Рис. 19. Крупный экземпляр культивируемой лиственницы, апрель 2025 г.

Работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы «FEUZ-2024-0011».

7. ОПЫТ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗНИЯКОВ В КЕДРОВНИКИ

Широкомасштабное проведение в течение многих десятилетий сплошнолесосечных рубок на Урале привело к массовой смене коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные. Поэтому важнейшей задачей лесоводов является изменение сложившейся ситуации и восстановление былой площади высокопроизводительных хвойных насаждений.

Территория УУОЛ УГЛТУ входила в ареал сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.). Однако интенсивная эксплуатация лесов, в том числе и кедровников (насаждений с доминированием в составе древостоев сосны сибирской), привела к тому, что коренные кедровые насаждения были вырублены, и на территории УУОЛ насаждения сосны сибирской встречаются на крайне ограниченной площади и представляют собой смешанные низкопроизводительные древостои.

Учитывая крайне ограниченное количество обсеменителей сосны сибирской, основным способом восстановления кедровников является искусственный. Медленный рост сосны кедровой сибирской в молодом возрасте требует существенных экономических затрат на проведение агротехнических и лесоводственных уходов. Это обусловило проведение исследований по обоснованию возможности формирования кедровников путем сочетания создания предварительных лесных культур сосны сибирской в процессе проведения выборочных (равномерно-постепенных) рубок в производных березовых насаждениях.

В основу эксперимента под руководством доцента А. М. Шебалова были положены предварительные лесные культуры сосны сибирской, заложенные в 1975 г. под пологом производного березового насаждения. Исходное березовое насаждение характеризовалось следующими показателями: состав 10Б, возраст 52 года, полнота 0,8, средняя высота 17,4 м, класс бонитета III, коренной тип леса сосняк ягодниковый.

В указанном березовом насаждении были проведены равномерно-постепенные рубки, в процессе которых участок был разделен на полосы шириной 5 м. При первом приеме рубки были вырублены все деревья в нечетных полосах, а также удалены больные, поврежденные и имеющие пороки древесины деревья в четных полосах. Таким образом, в четных полосах были оставлены на дозревание лучшие, преимущественно семенные деревья березы густотой 100 шт./га. При этом относительная полнота древостоя снизилась до 0,4, что обусловило отсутствие ветровала.

По середине вырубленных полос плугом ПКЛ-70 были проложены минерализованные полосы (борозды), в которые под меч Колесова были высажены трехлетние саженцы сосны сибирской из расчета 3,0 тыс. шт./га.

Поскольку оставленная на доращивание часть древостоя затеняла участок и препятствовала тем самым развитию живого напочвенного покрова, агротехнические уходы за созданными лесными культурами не потребовались.

Спустя 12 лет после посадки, когда высаженные сеянцы сформировались, используя защитную роль березового полога, был проведен второй (завершающий) прием постепенной рубки, а также выполнен лесоводственный уход за лесными культурами. На момент проведения завершающего приема рубки экземпляры сосны сибирской имели среднюю высоту 1,5 м и сомкнутость в рядах. Более подробно история создания объекта описана в ранее опубликованных работах (Залесов, 1988, 1990, Луганский и др., 1995; Опыт ..., 2019).

Выполненные в 2023 г. исследования (Опыт переформирования ..., 2025), показали, что, спустя 48 лет после создания предварительных лесных культур и 36 лет после завершающего приема равномерной постепенной рубки, на месте производного березняка сформировалось насаждение сосны сибирской (табл. 27).

Таблица 27
Таксационная характеристика искусственного кедрового насаждения
спустя 48 лет после создания предварительных лесных культур

Со- став	Средние			Гу- стота, шт./га	Полнота		Запас, м ³ /га	Класс бони- тета	Тип леса
	воз- раст, лет	диа- метр, см	вы- сота, м		абсо- лют- ная, м ² /га	отно- си- тель- ная			
10К ⁺	51	18,8	15,1	550	15,285	0,45	116	II	Сяг

Примечание. К⁺ – сосна сибирская, кедровая.

О хорошем санитарном состоянии сформированвшегося кедровника можно судить по материалам рис. 20.



Рис. 20. Внешний вид искусственного кедрового насаждения спустя 48 лет после создания предварительных лесных культур

Выполненными исследованиями экспериментально доказана возможность переформирования производных березовых насаждений в коренные кедровники проведением двухприемных равномерно-постепенных рубок и созданием предварительных лесных культур. Затраты на создание лесных культур компенсируются повышенным выходом фанерного сырья при завершающем приеме рубки. Кроме того, затраты минимизируются за счет отсутствия агротехнических и минимизации количества лесоводственных уходов.

Работа выполнена в рамках государственного задания (шифр темы FEUG 2023–0002).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Аллометрические модели фитомассы деревьев для лазерного зондирования и наземной таксации углеродного пула в лесах Евразии: сравнительный анализ / В. А. Усольцев, В. П. Часовских, Ю. В. Норицина, Д. В. Норицин // Сибирский лесной журнал. 2016. № 4. С. 68–76.

Бачурина А. В., Залесов С. В., Толкач О. В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства // Экология и промышленность России. 2020. № 24 (6). С. 67–71. URL: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-6-67-71> (дата обращения: 11.11.2025).

Болотнова Л. А. Методика изучения деформационного состояния геологической среды района Екатеринбурга по гравиметрическим данным: автореф. дис. ... канд. геогр.-минералогических наук / Болотнова Любовь Анатольевна. Екатеринбург, 2007. 23 с.

Гафуров Ф. Г. Почвы Свердловской области. Екатеринбург, 2008. 396 с.

Годовалов Г. А., Залесов С. В., Лежнина Е. Н. Районирование лесов Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2011. № 8 (87). С. 35–36.

Залесов С. В. Продукция промежуточного пользования при выращивании подполовых культур // Повышение продуктивности лесов Урала. 1990. № 6. С. 102–112.

Залесов С. В. Роль подполовых культур в восстановлении насаждений кедра сибирского // Проблемы лесовосстановления в таежной зоне СССР. Красноярск : Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1988. С. 85–87.

Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Оsipенко Р. А. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 282 с.

К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Г. А. Годовалов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. С. Чермных // Леса России и хозяйство в них. 2016. № 3 (58). С. 12–19.

Классификация и диагностика почв России. / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск : Изд-во Ойкумена, 2004. 341 с.

Классификация и диагностика почв СССР. М. : Колос, 1977. 223 с.

Климат Урала // Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды : [сайт] URL: http://svgimet.ru/?page_id=1707 (дата обращения: 02.08.2025).

Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смоловогов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск : УНЦ АН ССР, 1973. 176 с.

Кузнецов Л. Е., Секерин И. М. Анализ лесных пожаров 2008–2023 гг. на территории Тюменской области // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 129–141. DOI: 10.51318/FRET. 2023.88.1.013.

Лесохозяйственное направление рекультивации полигонов добычи россыпного золота / А. И. Петров, В. С. Котова, Р. А. Осипенко, С. В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 2 (85). С. 16–23. DOI: 10.51318/FRET. 2023.37.61.002.

Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Повышение производительности лесов : учебное пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. акад., 1995. 297 с.

Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов от 30.06.2017 № 20-р // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456079177> (дата обращения: 27.08.2025).

Мигунова Е. С. Результаты 70-летних исследований на стыке лесного хозяйства и почвоведения // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2018. № 94. С. 124–153. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-98-153-184.

Накопление подроста на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, Е. С. Залесова, С. В. Залесов, Е. П. Платонов // Успехи современного естествознания, 2019. № 7. С. 21–25.

Научные исследования и разработки Уральского государственного лесотехнического университета в области климатических проектов / В. В. Фомин, С. В. Залесов, Е. М. Агапитов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 4. С. 4–17. DOI: 10.51318/FRET. 2023.87.4.012.

Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации : Утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367 // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339> (дата обращения: 11.11.2025).

Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа

в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Утв. Приказом Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024 // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/72811110> (дата обращения: 11.11.2025).

Определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм / В. С. Котова, И. Е. Корчагин, Е. П. Розинкина [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2023. № 3 (86). С. 4–13. DOI: 10.51318/FRET. 2023.3.86.001.

Опыт переформирования производных березняков в кедровники / Л. А. Белов, А. Н. Гавриленко, С. В. Залесов, И. В. Предеина // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2025. № 2 (79). С. 52–58. DOI: 10.34655/bgsha. 2025.79.2.007.

Опыт переформирования производных мягколиственных насаждений в коренные кедровники / Л. А. Белов, Е. С. Залесова, С. В. Залесов [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, 2019. № 3 (56). С. 87–91. DOI: 10.34655/bgsha. 2019.56.3.013.

Опыт тушения торфяных пожаров на Среднем Урале / И. М. Секерин, А. М. Ерицов, А. А. Крекунов, С. В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал 2022. № 5 (199). Ч. 2. С. 81–85. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ>. 2022. 119.5.014.

Опыт тушения торфяных пожаров подтоплением / И. М. Секерин, С. В. Залесов, А. М. Ерицов, А. А. Крекунов // Сибирский лесной журнал. 2023. № 6. С. 119–127. DOI: 10.15372/SJES 20230612.

Осипенко Р. А., Залесов С. В., Зарипов Ю. В. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации выработанных карьеров глины в Средне-Уральском таежном лесном районе // Лесохозяйственная информация. 2022. № 4. С. 96–102. DOI: 10.24419/LHI. 2304-3083.2022.4.09.

Особенности пожароопасного сезона 2022 года в Курганской области / А. М. Ерицов, И. М. Секерин, А. А. Ерекунов, С. В. Залесов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2023. Т. 27, № 4. С. 73–80. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-73-80.

Перспективность интродуцентов учебно-опытного дендрария Уральского учебно-опытного лесхоза / А. В. Ананьина, М. В. Воробьева, А. Н. Марковская [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, 2024. № 3 (76). С. 81–89. DOI: 10.34655/bgsha.2024.76.3.011.

Петров А. И., Залесов С. В., Котова В. С. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах // Сибирский лесной журнал. 2023. № 3. С. 15–20. DOI: 10.15372/SJFS 20230302.

Петров А. П. Учебно-опытный дендрарий // Опытное лесохозяйственное предприятие Уральской лесотехнической академии. Научные и производственные объекты учебного научно-производственного комплексного лесохозяйственного предприятия : Сборник информ. материалов. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. акад., 1995. С. 34–40.

Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] // Известия вузов Лесной журнал, 2021. № 5. С. 22–33. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-522-33.

Полигон «Урал-Карбон» (Северка) / С. В. Залесов, В. В. Фомин, Е. П. Платонов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 3 (78). С. 4–14.

Приживаемость лесных культур на учебно-опытном полигоне рекультивации нарушенных земель / А. Е. Осипенко, С. В. Залесов, И. А. Данилов [и др.] // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий : социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. С. 228–232.

Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов : приказ от 27.05.2022 № 371 // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/350962750> (дата обращения: 11.11.2025).

Рекомендации по сортиментной заготовке древесины многооперационными машинами на территории Свердловской области. / Авторы составители: В. А. Азаренок, С. В. Залесов, Э. Ф. Герц [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 67 с.

Секерин И. М. Особенности пожароопасного сезона 2023 года в лесном фонде Свердловской области // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1 (77). С. 41–48.

Секерин И. М., Ерицов А. М., Залесов С. В. Анализ фактической горимости лесов Уральского Федерального округа и пути ее снижения // Международный научно-исследовательский журнал. 2022 а. № 1 (115). Ч. 1. С. 129–133. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ>.

Снегонакопление на учебно-опытном полигоне рекультивации нарушенных земель / Р. А. Осипенко, А. Е. Осипенко, В. С. Котова,

С. В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 4–14.
DOI: 10.51318/FRET. 2024.71.57.001.

Создание карбоновых полигонов многоцелевого назначения / К. А. Башегуров, С. М. Жижин, С. В. Залесов [и др.] // Управление лесными экосистемами в условиях изменения климата. Бишкек, 2021. С. 148–153.

Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» от 29.10.2021 № 3052-р // URL: <http://government.ru/docs/43708> (дата обращения: 27.08.2025).

Усольцев В. А., Цепордей И. С., Норицин Д. В. Аллометрические модели биомассы деревьев лесообразующих пород Урала // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 1. С. 4–14.

Фактическая горимость лесов по зонам охраны на примере Уральского Федерального округа / А. М. Ерицов, С. В. Залесов, А. М. Морозов, И. М. Секерин // Вестник бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2022. № 2 (67). С. 146–153. DOI: 10.34655/bysha. 2022.67.2.019.

Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев [и др.] // ИВУЗ «Лесной журнал». 2013. № 2. С. 66–73.

Характеристика ассимиляционного аппарата подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения тантал-бериллия / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Д. И. Окатьев, Е. Б. Терентьев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2020. № 4 (61). С. 129–138. DOI: 10.34655/bgsha.202.61.4.010.

Характеристика древесной и кустарниковой растительности, произрастающей на Исетском гранитном карьере / А. Е. Осиенко, К. А. Башегуров, И. Е. Корчагин [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 3 (81). С. 39–48. DOI: 10.51348/FRET. 2022.80.43.005.

Шкала классов пожарной опасности по условиям погоды для Свердловской области / И. М. Секерин, Г. А. Годовалов, А. М. Ерицов [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 1 (81). С. 96–101. DOI: https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_1_96-101.

Addi A., Soromessa T., Bareke T. Allometric Equation for Aboveground Biomass Estimation for Selected Trees in Gesha-Sayilem Moist Afromontane // Forest. J For Res. 2022. № 11. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-210985/v1>.

Allometric equations to estimate aboveground biomass of small-diameter mixed tree species in secondary tropical forests // iForest. 2020. № 13. P. 165–174. DOI: <https://doi.org/10.3832/ifor3167-013>.

Bachurina A. V., Zalesov S. V., Ayan S. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in Ural, Russia // Forests. 2022. 73 (1). P. 42–50. DOI: 10.5152/forestist.2022.22019.

Carbon Stocks and Transfers in Coniferous Boreal Forests Along a Latitudinal Gradient / P. Merilä, A.J. Lindroos, H.S. Helmisaari [et al.] // Ecosystems. 2024. № 27. P. 151–167. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10021-023-00879-5>.

Challenges in estimating forest biomass: use of allometric equations for three boreal tree species / X. Dingliang, B. Colin, A. S. Kevin [et al.] // Canadian Journal of Forest Research. 2019. № 49(12). P. 1613–1622. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0258>.

Elliott G. P., Kipfmüller K. F. Multi-scale Influences of Slope Aspect and Spatial Pattern on Ecotonal Dynamics at Upper Treeline in the Southern Rocky Mountains, USA // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 2018. № 42. P. 45–56. DOI: 10.1657/1938-4246-42.1.45.

Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia / S. V. Zalesov, S. Ayan, E. S. Zalesova, A. S. Opletaev // Alinteri Journal of Agriculture sciences, 2020. № 35 (1). P. 7–14. DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559.

Nam V. T., M. van Kuijk, Anten N.P.R. Allometric Equations for Aboveground and Belowground Biomass Estimations in an Evergreen Forest in Vietnam // PLoS ONE. 2016. № 11(6). P. e0156827. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156827>.

Qiang Zuo Allometric biomass equations for 12 tree species in coniferous and broadleaved mixed forests, Northeastern China / H. Huaijiang, Z. Chunyu, Z. Xiuhai [et al.] // PLoS ONE. 2018. № 13 (1). P. e0186226. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186226>.

Wong C. M., Lertzman K. P. Errors in estimating tree age: implications for studies of stand dynamics // Can. J. For. Res. 2001. № 31. P. 1262–1271. DOI: 10.1139/cjfr-31-7-1262.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Группы типов леса и лесорастительных условий Урала
 (по режиму увлажнения, почвам и расположению на крупных элементах рельефа)
 (Правила рубок ..., 1994)

Группы типов леса						
Нагорные, лишайниковые, высокогорные редколесья и криволесья-свежие, периодически сухие, устойчиво свежие, примитивно-аккумулятивные фрагментарные каменистые почвы на верхних частях склонов, водоразделах и прилегающих к ним склонах	Брусничные-свежие, периодические сухие и периодически влажные сравнительно глубокие супесчаные или легко суглинистые слабоподзолистые почвы на наиболее возвышенных и склоновых элементах рельефа	Ягодниковые – свежие, периодически сухие и устойчиво свежие щебнистые, горнолесные дерново-подзолистые почвы на вершинах спокойных возвышенностей, реже на надпойменных террасах	Липняковые, разнотравные, кисличные, сложные-устойчиво свежие и свежие, периодически влажные бурые горно-лесные слабооподзоленные суглинистые почвы на карбонатных породах, расположенные на покатых и крутых склонах	Крупнотравно-приручьевые, долgomошные-влажные периодически сырьи лесные оглеенные почвы днищ логов, прирусловых частей долин, ручьев и небольших речек	Мшисто-хвоющие-влажные периодически сырьи, перегнойно-торфянистые, оглеенные тяжело суглинистые почвы выровненных положений и не глубоких понижений на плоских водоразделах	Сфагновые, травяно-болотные-устойчиво сырьи и мокрые торфяно-глеевые тяжелые почвы надпойменных широких речных долин вблизи коренного берега
Дренированные участки с крайне неустойчивым водным режимом		Дренированные участки с относительно неустойчивым водным режимом	Дренированные участки с устойчивым водным режимом	Периодически переувлажненные почвы	Местоположения с устойчивым переувлажнением почв	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Исследования на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка)



Рис. 1. Граница карбонового полигона «Урал-Карбон» (Северка)



Рис. 2. Закладка пробных площадей



Рис. 3. Определение возраста древостоя



Рис. 4. Определение радиуса крон



Рис. 5. Работа с квадрокоптером



Рис. 6. Внешний вид квадрокоптера



Рис. 7. Установка столбов на пробных площадях



Рис. 8. Обмер деревьев на карбоновом полигоне «Урал-Карбон» (Северка)



Рис. 9. Данные съемки с квадрокоптера



Рис. 10. Карбоновый полигон «Урал-Карбон» (Северка)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Работы на учебно-опытном полигоне рекультивации
нарушенных земель**



Рис. 11. Посадка лесных культур на рекультивируемом Исетском гранитном карьере



Рис. 12. Посадка сеянцев под меч Колесова



Рис. 13. Группа, участвующая в создании лесных культур на рекультивируемом карьере



Рис. 14. Сеянец ели после посадки



Рис. 15. Лесохозяйственное направление рекультивации нарушенных земель



Рис. 16. Исследование живого напочвенного покрова



Рис. 17. Обследование лесных культур, созданных на рекультивированном гранитном карьере



Рис. 18. Лесные культуры спустя год после посадки

Для заметок

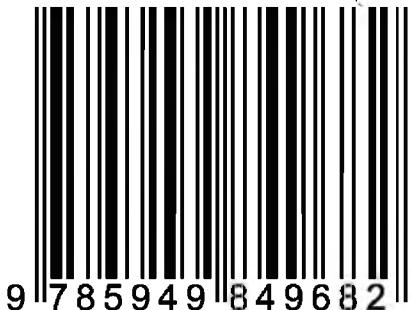
Научное издание

**Залесов Сергей Вениаминович, Фомин Валерий Владимирович,
Платонов Евгений Петрович, Башегуров Константин Андреевич,
Белов Леонид Александрович, Бунькова Наталья Павловна,
Магасумова Альфия Гаптруафовна, Осипенко Алексей Евгеньевич,
Осипенко Регина Александровна, Агапитов Егор Михайлович,
Рогачев Владимир Евгеньевич**

**УРАЛЬСКИЙ УЧЕБНО-ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ:
ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ**

Том 1

ISBN 978-5-94984-968-2 (т. 1)



ISBN 978-5-94984-970-5



Редактор Л. Д. Черных
Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать 10.11.2025. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 5,53. Усл. печ. л. 6,51.

Тираж 500 экз. (1-й завод 26 экз.).

Заказ № 8231

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.

Редакционно-издательский отдел. Тел. 8 (343) 221-21-44.

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ».

620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1, оф. 15.

Тел.: 8 (343) 362-91-16.