



Материалы научно-практической  
конференции



# ПРОБЛЕМЫ И СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ГОРОДСКИХ И ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

12-13                      2024 г.  
Санкт-Петербург

Министерство науки и высшего образования РФ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.М. КИРОВА

---

—

МАТЕРИАЛЫ III НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«ПРОБЛЕМЫ И СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ГОРОДСКИХ И  
ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ»

12-13 декабря 2024 г.

Санкт-Петербург  
2024

Составители и ответственные редакторы:  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Б.В. Бабилов  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Д.А. Данилов  
кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры почвоведения  
А.А. Яковлев

Технические редакторы:  
Специалист отдела по работе с поступающими Т.А. Герасимова  
Специалист по УМП Е.Д. Шкуренков

УДК 631.4

ГРНТИ 68.05

ISBN

ББК

OECD 04.01.KAFORESTRY

Проблемы и состояние почв городских и лесных экосистем / материалы  
III научно-практической конференции. / Под. ред. Б.В. Бабилова, Д.А.  
Данилова, А.А. Яковлева. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2024. – с.

В сборнике материалов научно-практической конференции, прошедшей на кафедре почвоведения института леса и природопользования СПбГЛТУ 12-13 декабря 2024 года, представлены результаты исследований, посвященные изучению почвенного покрова городских и лесных ландшафтов.

© СПбГЛТУ, 2024

# ИССЛЕДОВАНИЕ АНТОРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ

## СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Галаев А.С., avksentiy01@mail.ru

Галаев А.С., artemy.galaev@yandex.ru

Смирнова К.Ю., xen4ik03@rambler.ru

Навалихин С.В., 642387@mail.ru

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** нарушенные земли, песчаные карьеры, рекультивация, плодородие почвы.

**Аннотация:** Лесная рекультивация это один из самых эффективных способов восстановления нарушенных земель. Данная работа направлена на изучение состояния почвенного плодородия на рекультивированных землях. По содержанию органики поверхность изученных участков обуславливается как очень бедная. Агрохимическим анализом отобранных образцов установлено, что содержание Ph – в среднем нейтрально, содержание органического вещества почвы очень низкая, вследствие чего на участках зарастание происходит очень медленно.

Введение. Согласно программе социально-экономического развития Ленинградской области на 2012-2016 годы, площадь нарушенных земель в Ленинградской области составляла 22,9 тыс. га [1]. В том числе нарушенных при: разработке месторождений полезных ископаемых и их переработке — 6 тыс. га, торфоразработках — 17 тыс. га; строительстве — 1 тыс. га.

Нарушенные земли — это земли, которые утратили хозяйственную ценность, в результате промышленной деятельности, и являются источником загрязнения окружающей среды [2].

Цель исследования. Изучить условия плодородия грунтов на песчаных карьерах Ленинградской области.

Объекты исследований. Отработанные песчаные карьеры без проведения с проведенной лесной рекультивацией на территории Рощинского, Кингисеппского и Бокситогорского лесничеств ЛОГКУ «ЛЕНОБЛЛЕС»

Материалы и методы исследования.

В качестве материалов для исследования были взяты образцы песчаного грунта на отработанных песчаных карьерах путем взятия проб в ряду и в междурядьях посадок культур сосны обыкновенной. А также на участках без посадки культур.

На основании лабораторных исследований определялось содержание органического вещества (гумуса), а также, содержание Ph.

Результаты исследования и их обсуждение.

Таблица 1

Показатели органического вещества и Ph		
ПП	С, %	pH
Рощинское лесничество		
СКР 1	0,76 ± 0,08	4,78 ± 0,04
СКР 2	0,62 ± 0,04	5,06 ± 0,06
СКР 3	0,61 ± 0,04	5,13 ± 0,06
Кингисеппское лесничество		
Луиз 1	0,30 ± 0,04	5,97 ± 0,15
Луиз 2	0,42 ± 0,04	6,35 ± 0,12
Луиз Дно	0,14 ± 0,02	6,34 ± 0,02
Бокситогорское лесничество		
БПК	0,50 ± 0,05	4,3 ± 0,07

Рассматривая таб. 1, можно отметить, что Основной фактор, определяющий рост растений является органическое вещество - Гумус и pH. Содержание органического вещества и pH в грунтах исследуемых карьеров представлены на слайде. Из которого видно, что минимальное значение орг. вещества в Кингисеппском лесничестве от 0,3 до 0,4%, а максимальное значение – в Рощинском лесничестве до 0,76%. В свою очередь, значение pH в Кингисеппском лесничестве близко к нейтральному, в Рощинском – кислая, а в бокситогорском - сильнокислая

Выводы и заключение.

- 1) На отработанных песчаных карьерах, пройденных лесной рекультивацией содержание органического вещества (гумуса), может достигать 0,76%, что плохо практически исключает конкуренцию с другой растительностью
- 2) . Для повышения эффективности мероприятий по рекультивации необходим контроль соблюдения ГОСТа по сохранению и нанесению плодородного слоя вскрыши.
- 3) Значение pH в Кингисеппском лесничестве близко к нейтральному, в Рощинском – кислая, а в бокситогорском - сильнокислая

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://pandia.ru/text/78/198/46554-23.php#:~:text=По%20состоянию%20на%201.01.2009%20года,площадь%20нарушенных%20земель%20не%20изменилась,http://seluk.ru/agro/33492-1-komitet-prirodnim-resursam-leningradskoy->

[oblasti-sostoyanii-okruzhayuschey-sredi-leningradskoy-oblasti-sankt-peterb.php](http://oblasti-sostoyanii-okruzhayuschey-sredi-leningradskoy-oblasti-sankt-peterb.php);

2. Казыбаева Ф.Е., Бейсеева Г.Б., Лагшина М.С. Естественные фитоценозы техногенных лессовых пород//Проблемы рекультивации нарушенных земель. Тез.докл. V Уральского совещания. Свердловск. 14-18 ноября, 1988 г. – Свердловск, УрО АН СССР, 1988, С. 39-40.;

## **STATE OF SOIL FERTILITY AT SAND PITS OF THE LENINGRAD REGION**

Galaev A.S., avksentiy01@mail.ru

*S.M. Kirov St. Petersburg State Forest Engineering University.*

Galaev A.S., artemy.galaev@yandex.ru

*S.M. Kirov St. Petersburg State Forestry Technical University, St. Petersburg, Russia.*

Smirnova K.Y., xen4ik03@rambler.ru

*S.M. Kirov St. Petersburg State Forestry Technical University*

Navalikhin S.V., 642387@mail.ru

*S.M. Kirov St. Petersburg State Forestry Engineering University*

**Keywords:** disturbed lands, sand quarries, reclamation, soil fertility.

**Summary:** Reclamation of disturbed lands is one of the most effective ways to restore these lands. This work is aimed at studying the state of soil fertility on reclaimed lands. According to the content of fertile elements, the soil surface is determined to be very poor. It was found that in the agrochemical analysis of the soil, the Ph content is neutral on average, the content of soil organic matter is very low, as a result of which the content of organic matter (humus) in the soil is very low, as a result of which overgrowth occurs very slowly in the plots.

# СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ОБЪЕКТАХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КИНГИСЕППСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Галстян Н.В., [galstyannar007@gmail.com](mailto:galstyannar007@gmail.com)

*Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова*

**Ключевые слова:** нарушенные земли, рекультивация, плодородие почвы.

**Аннотация:** Лесная рекультивация это один из самых эффективных способов восстановления нарушенных земель. Данная работа направлена на изучение состояния почвенного плодородия на рекультивированных землях. По содержанию органики поверхность изученных участков обуславливается как очень бедная. Агрохимическим анализом отобранных образцов установлено, что содержание Ph – в среднем нейтрально, содержание органического вещества почвы очень низкая, вследствие чего на участках зарастание происходит очень медленно.

Введение. Согласно программе социально-экономического развития Ленинградской области на 2012-2016 годы, площадь нарушенных земель в Ленинградской области составляла 22,9 тыс. га. В том числе нарушенных при: разработке месторождений полезных ископаемых и их переработке — 6 тыс. га, торфоразработках — 17 тыс. га; строительстве — 1 тыс. га[1].

Нарушенные земли — это земли, которые утратили хозяйственную ценность, в результате промышленной деятельности, и являются источником загрязнения окружающей среды [2,3,4].

Цель исследования. Изучить условия почвенного плодородия на объектах рекультивации Кингисеппского района Ленинградской области.

Объекты исследований. Отвалы вскрышных пород и хвостохранилище ПАО «ФОСФОРИТ» на территории Ивангородского лесничества. Участки отработанного песчаного карьера на территории Котельского лесничества.

Материалы и методы исследования.

В качестве материалов для исследования были взяты образцы почвы на отвалах промышленных отходов и песчаных карьерах путем взятия проб в ряду и в междурядьях посадок культур сосны обыкновенной.

На основании лабораторных исследований определялось содержание органического вещества (гумуса), а также, содержание Ph.

Результаты исследования и их обсуждение.

Таблица 1

Показатели органического вещества и Ph		
Проба	Органическое вещество %	PH
<b>Песчаный карьер</b>		
КР Луиз 1	0,298 +/- 0,04	6,03 +/- 0,13
КР Луиз 2	0,418 +/- 0,02	6,35 +/- 0,12
КР Луиз Дно	0,143 +/- 0,04	6,14 +/- 0,22
<b>Отвалы вскрышных пород</b>		
ПП 22-1	0,507 +/- 0,06	6,89 +/- 0,05
ПП 22-3	0,543 +/- 0,07	7,11 +/- 0,03
<b>Хвостохранилище</b>		
Хв 1	<0,15 +/- 0,01	6,7 +/- 0,01
Хв 2	<0,15 +/- 0,01	6 +/- 0,01
Хв 3	<0,15 +/- 0,01	6,7 +/- 0,01

Рассматривая таб. 1, можно отметить, что показатели Ph на песчаных карьерах слабокислые. Среднее значение по данному показателю варьируется от 6,03 до 6,35, что является нормальным для данного типа почвы и местности.

Как видно по таб.1, содержание органического вещества (гумуса) на песчаных карьерах очень низкое, это обуславливается присутствием песка, что приводит к быстрому вымыванию полезных веществ из почвы. Средние показатели по органическому веществу (гумусу) колеблются от 0,143 до 0,418, в свою очередь нормальный показатель должен составлять 1% . Как видно по таблице, меньше всего содержание гумуса на дне песчаных карьеров.

При рассмотрении показателей отвалов, можно увидеть, что кислотность почвы на отвалах – близка к нейтральному, нейтральный показатель – 7.

Как видно по данным показателям, органическое вещество (гумуса) выше, чем на песчаных карьерах, связано это с внесением плодородного слоя путем технозема на отвалах. В связи с этим, содержание гумуса почти нормальное.

Массовая доля органического вещества (гумуса) в отвалах хвостохранилищакрайне низка (<0,15 %). Такое ммалое содержание гумуса обуславливается очень скудным разнообразием растительности, представленной на почвах отвалов, или почти полным ее отсутствием. Однако в корнеобитаемом слое (>20 см) содержание как органических, так и минеральных неорганических веществ, по сравнению с показателями других слоев, высоко.

Выводы и заключение.

4) На нарушенных землях содержание органического вещества (гумуса) имеет низкие значения, что плохо сказывается на естественное зарастание. Для того что бы естественное зарастание проходило лучше- необходимо внесение плодородно слоя поверх (где нет ветровой эрозии) или создание технозема.

5) Рекультивация нарушенных земель является важным шагом к восстановлению экосистем и улучшению состояния окружающей среды. Однако, для достижения устойчивых результатов необходимо комплексное подход к управлению почвенными ресурсами, включая агрономические и экологические меры.

6) Доля органического вещества (гумуса) имеет низкие показатели, которые позволяют травянистой, кустарниковой, древесно-кустарниковой произрастать на отвалах хвостохранилища. Но сильная ветровая эрозия значительно снижает возможность естественной рекультивации отвалов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://pandia.ru/text/78/198/46554-23.php#:~:text=По%20состоянию%20на%201.01.2009%20года,площадь%20нарушенных%20земель%20не%20изменилась,http://seluk.ru/agro/33492-1-komitet-prirodnim-resursam-leningradskoy-oblasti-sostoyanii-okruzhayushey-sredi-leningradskoy-oblasti-sankt-peterb.php>;
2. Капелькина Л.П., Райлян Г.А. Хвостохранилища обогатительных фабрик как объект рекультивации//9 Междунар. симп. «Рекультивация ландшафтов, нарушенных промышленной деятельностью». Сб. докл. т 2, СССР-ЧССР-СФРЮ, Комполт-Дьондьош, 1988 С. 290-301.;
3. Казыбаева Ф.Е., Бейсеева Г.Б., Лагшина М.С. Естественные фитоценозы техногенных лессовых пород//Проблемы рекультивации нарушенных земель. Тез.докл. V Уральского совещания. Свердловск. 14-18 ноября, 1988 г. – Свердловск, УрО АН СССР, 1988, С. 39-40.;
4. Чугаева Н.А. Оценка пригодности пород хвостохранилищ для биологической рекультивации на Подмосковном горно-химическом заводе// Тр. ГИИГХС, №53. – М. С. 85-90.

STATE OF SOIL FERTILITY AT RECULTIVATION SITES OF KINGISEPP DISTRICT OF LENINGRAD REGION

Galstyan N.V., galstyannar007@gmail.com

Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov

**Keywords:** disturebed lands, reclamation, soil fertility.

**Summary:** Reclamation of disturbed lands is one of the most effective ways to restore these lands. This work is aimed at studying the state of soil fertility on reclaimed lands. According to the content of fertile elements, the soil surface is determined to be very poor. It was found that in the agrochemical analysis of the soil, the Ph content is neutral on average, the content of soil organic matter is very low, as a result of which the content of organic matter (humus) in the soil is very low, as a result of which overgrowth occurs very slowly in the plots.

## ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПОСТСЕЛИТЕЛЬНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ

Гольева А.А., [golyevaaa@yandex.ru](mailto:golyevaaa@yandex.ru)

Институт географии РАН, Москва

*Ключевые слова:* палеоурбанозем, ранний железный век, интразональные почвы, гранулометрический состав

*Аннотация:* Почвы, сформированные на культурном слое, часто имеют мало общего с фоновыми почвами природной зоны даже спустя сотни, а иногда и тысячи лет. Можно говорить о самостоятельном типе интразональных почв, своеобразной инверсии основных признаков почв в зональном ряду. На конкретных примерах показаны наследственные и новообразованные признаки палеоурбаноземов железного века, определена скорость их преобразования в зависимости от гранулометрического состава и интенсивности антропогенного воздействия.

В процессе поселенческой деятельности люди кардинально, зачастую необратимо меняют окружающие ландшафты. Наиболее интенсивные преобразования происходят на селитебных участках поселения, формируются специфические горизонты - культурные слои. В лесной зоне эти слои обогащены древесиной, органическим углеродом, валовым фосфором, карбонатами. То есть теми компонентами, которые люди специально приносят для создания полов, стен, перекрытий и т.п.

Уход людей с обжитого участка ведёт к разрушению построек, участок зарастает травами, начинаются процессы почвообразования, в толще созданного культурного слоя формируются новые почвы - палеоурбаноземы. Учитывая известный исторический факт, что значительные площади прибрежных террас и даже водоразделы в прошлом были заселены [1], знания о направленности и скоростях преобразования культурных слоев актуальны [2].

Целью данного исследования является определение направленности, степени и скорости преобразования почвенными процессами участков древних поселений.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Были изучены палеоурбаноземы двух археологических памятников раннего железного века Московской области: селище Дунино и городище Ростиславль Рязанский. Объектами исследования стали поверхностные горизонты заброшенных поселений и расположенные рядом фоновые почвы (почвы зонального ряда без признаков антропогенного воздействия в прошлом).

Дунино. Почвообразующая порода – крупно- и среднезернистый связный песок. Зональная почва – ржавозем, современная растительность – сосновый лес с примесью мелколиственных деревьев и кустарничков в

подросте. Геоморфологическое положение – первая надпойменная терраса. Селище прекратило существование около V века н.э. Изучены две колонки – стандартный культурный слой и участок хозяйственной ямы.

Ростиславль Рязанский. Почвообразующая порода – покровные пылеватые суглинки, зональные почвы – дерново-подзолистые, современная растительность – сосново-лиственный лес. Геоморфологическое положение – третья надпойменная терраса. Городище было заброшено в V-VI вв.н.э. Таким образом, в обоих случаях длительность почвообразования составила 1500 лет. Основным различием был гранулометрический состав, а для объекта Дунино дополнительно – интенсивность антропогенного преобразования.

#### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Использовались стандартные методы почвоведения - определены гранулометрический состав и основные химические свойства фоновых почв и всех разрезов с культурными слоями.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Дунино. Хозяйственная яма. Вся толща до 60 см представлена однородным темно-серым гумусированным заполнением. Сразу под подстилкой значения рН кислые, переходящие в нейтральные с глубиной. Органического вещества очень много по всему профилю. Валового фосфора немного, но его распределение ровное, нет аккумулятивного тренда, типичного для зональных почв.

Культурный слой морфологически не выражен, имеет кислые значения по всему профилю. Органического вещества и валового фосфора относительно много лишь в самом верху, далее содержание этих соединений резко уменьшается. То есть облик почвы стал максимально близок к зональному типу как по морфологии, так и по основным свойствам. Лишь насыщенность этого разреза археологическим материалом позволяет считать изученные горизонты культурными слоями. То есть можно уверенно говорить о будущем этих почв как ржавоземов.

Ростиславль Рязанский. Почва, сформированная за 1500 лет в условиях промывного водного режима и под пологом хвойно-лиственного леса, обогащена органическим углеродом до глубины 60 см, карбонаты кальция фиксируются с глубины 25 см, очень много валового фосфора. То есть никаких признаков оподзоливания не выявлено.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На легких по гранулометрическому составу породах в толще культурных слоев произошло практически полное восстановление исходных зональных характеристик. Исключением являются участки с хозяйственными ямами, где антропогенная деятельность была наиболее интенсивной.

На более тяжелых по гранулометрическому составу породах характерные признаки культурного слоя (обогащенность валовым фосфором, органическим и минеральным углеродом) сохранились более

полутора тысяч лет. Со временем эта толща преобразуется в интразональную дерновую почву.

Можно говорить о самостоятельном типе почв, выражающемся, прежде всего, в определённой инверсии основных свойств почв в зональном ряду. Так, почвы, сформированные на культурных слоях в таежной зоне, имеют свойства, характерные для почв значительно более южных – серых лесных, черноземовидных вплоть до черноземов южных. Данная инверсия почвенных свойств аналогична описанным ранее для пахотных почв [3].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гравес И.В., Галкин Ю.С., Низовцев В.А. 2009. Ландшафтный анализ формирования поселенческой структуры московского региона // Археология Подмосковья. Вып. 5. С. 43-55.
2. Гольева А.А., Шутелева И.А., Щербаков Н.Б. 2018. Проблематика палеоэкологических реконструкций экспонированных культурных слоев длительного постселитебного функционирования (на примере памятников эпохи поздней бронзы республики Башкортостан) // Поволжская археология. № 3 (25). С. 45-57.
3. Русанов А.М. 2000. Об антропогенной инверсии основных свойств почв // III съезд Докучаевского Общества почвоведов (тезисы докладов). Кн. 3. М. С. 86=87.

## SOIL FORMATION PROCESSES IN POST-RESIDENTIAL LANDSCAPES OF THE FOREST ZONE

Golyeva A.A., [golyevaaa@yandex.ru](mailto:golyevaaa@yandex.ru)

*Institute of Geography RAS, Moscow*

**Keywords:** *paleourbanozem, Early Iron age, intrazonal soils, granulometric composition*

**Abstract:** *Soils made on cultural layer often have little in common with background soils of natural zone even after hundreds, sometimes thousands of years. It is possible to talk about an independent type of intrazonal soils, special inversion of soil's major attributes in zonal line. Hereditary and the newly formed attributes of Early Iron ages paleourbanozem are shown on concrete examples; speed of conversion is defined depending on granulometric composition and intensity of anthropogenic impact.*

## **ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТОВ В ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

Дурова А.С., [soilbox@mail.ru](mailto:soilbox@mail.ru)

Мухаметзянова Л.А., [Linara.2002@yandex.ru](mailto:Linara.2002@yandex.ru)

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** почва, сорбент, поллютант, рекультивация.

**Аннотация:** почва является неотъемлемым компонентом биогеоценозов и техногенное загрязнение может приводить к ее деградации, что сильно сказывается на жизнедеятельности живых организмов. В статье рассмотрены варианты применения различных сорбентов для рекультивации разных типов почв России.

Почва представляет собой верхний тонкий слой поверхности суши, формирующийся при совокупности ряда факторов: почвообразующая порода, рельеф, возраст, климат, биота (животные и растения) [3].

К основным типам почв в России относятся (с севера на юг): тундровые, подзолистые, дерново-подзолистые, серые и темно-серые, черноземы и каштановые [7].

Почвы выполняют следующие функции:

1. Обеспечение питания растений и субстрат для их закрепления;
2. Среда обитания для микро- и макробиоты;
3. Накопление влаги, питательных и органических веществ;
4. Депонирование углерода.

В настоящее время, в процессе развития сельского хозяйства, нефтяной промышленности, транспортной сети и т.п., существует проблема загрязнения почв пестицидами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами и прочими поллютантами, что приводит к их деградации. Такие загрязнители могут накапливаться в почвенных горизонтах, снижая плодородие, обедняя питание растительности, снижая рост и продуктивность древостоев в лесных насаждениях, создавая неблагоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, ухудшая общее состояние биогеоценозов.

Таким образом, необходима эффективная рекультивация с целью снижения био- и фитотоксичности почв и их дальнейшего правильного функционирования. Для этого применяются различные сорбирующие технологии на органической, неорганической и синтетической основе [6].

На сегодняшний день такая практика довольно обширна. Рассмотрим некоторые примеры использования сорбентов в разных типах почв.

В исследовании [4], проведенном на серой лесной почве, загрязненной комплексом тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd, As в концентрациях по 5 и 10

ОДК каждого ТМ), показано, что внесение в почву сорбента БШ («Белый шлам») в концентрации 1% от массы почвы при первом уровне загрязнения почвы ТМ (5 ОДК) достоверно снизил негативное влияние загрязнения на 10%, в дозах 2% от массы почвы на 20%. При более интенсивном загрязнении (10 ОДК) БШ также оказывает положительное влияние, снижая токсичность ТМ на 15% в дозах по 1% и на 23% при увеличении дозы сорбента до 2% от массы почвы. Таким образом, внесение в почву неорганического сорбента оказывает определенное положительное влияние на продуктивность зеленой массы пшеницы, служившей биоиндикатором при эксперименте, но не устраняет в полной мере отрицательное воздействие ТМ.

Применение комбинированного органического сорбента на основе торфа и активного ила при рекультивации нефтезагрязненного подзола в Арктической зоне в условиях летних среднесуточных температур (10°C) показало снижение содержания нефти в первые сутки на 56%, относительно исходной концентрации [2].

При загрязнении чернозема цинком (Zn), т.е. при превышении ПДК, наблюдается увеличение доли подвижных форм ТМ. Однако распределение форм Zn в загрязненной и незагрязненной почве сохраняет тот же порядок: обменные <комплексные<специфически сорбированные. Внесение неорганических сорбентов – диатомита и биоугля – способствовало снижению подвижности металла до уровня, близкого к контрольным значениям, что подтверждает их высокую эффективность [5].

В лабораторном эксперименте, проведенном на искусственно загрязненных нефтепродуктами дерново-подзолистых и дерново-глеевых типах почв, было показано, что внесение такого сорбента, как глауконит, способно уменьшить остаточное содержание нефтепродуктов на 34-47%. Неорганический сорбент глауконит является достаточно эффективным способом очистки почв в суровых климатических условиях, благодаря своей особенной структуре, высоким сорбционным и буферным свойствам [1].

Внесение в агродерново-подзолистую почву, загрязненную тяжелыми металлами (молибден, марганец, хром), минерально-целлюлозного сорбента «AG – sorb» показало снижение токсичности изучаемых солей и позволило микробиоте более эффективно приспособиться к условиям загрязнения [8].

**Вывод.** Техногенная нагрузка на почвенные экосистемы повышается из года в год по ряду известных причин. Поллютанты накапливаются в почве и наносят серьезный ущерб как растениям, так и животным. Разнообразие почвенных типов требует тщательного подбора сорбентов, учитывая их химические и физические свойства, а также специфику загрязняющих веществ. Использование сорбентов позволяет не только снизить токсичность загрязнителей, но и предотвратить их миграцию в грунтовые воды и биосферу. Данный аспект делает сорбенты важным

инструментом в восстановлении плодородия и экологического баланса почв, а также в минимизации рисков для здоровья человека и экосистем. Таким образом, внедрение сорбционных технологий в систему мелиоративных и рекультивационных мероприятий является перспективным направлением для снижения последствий техногенного воздействия и устойчивого использования земельных ресурсов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боровская А. С. Способы рекультивации нефтезагрязненных земель на примере Ханты-Мансийского Автономного Округа-Югры / А. С. Боровская, Е. В. Гаевая // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сборник трудов национальной научно-практической конференции, Тюмень, 01–03 ноября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 10-15.

2. Васильева Ж. В. Сравнительная оценка сорбентов на основе природных материалов для очистки нефтезагрязненных почв в условиях Кольского Севера / Ж. В. Васильева, М. В. Васеха, А. С. Тришина // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2024. – № 5. – С. 49-71.

3. Докучаев В. В. Русский чернозём: Отчет Вольному экономическому обществу. СПб.: тип. Деклерона и Евдокимова, 1883. III, IV, 376 с.

4. Кизилов О. А. Применение минеральных сорбентов при загрязнении почв тяжелыми металлами / О. А. Кизилов, Ю. Л. Байкин, П. Ю. Овчинников // Вестник биотехнологии. – 2017. – № 1(11). – С. 16.

5. Минкина Т. М. Эффективность использования углеродистых и минеральных сорбентов в техногенно загрязненном цинком черноземе / Т. М. Минкина, А. В. Барахов, Т. В. Бауэр [и др.] // Актуальная биотехнология. – 2022. – № 1. – С. 193-195.

6. Мухаметзянова Л. А. Сравнение характеристик сорбента, получаемого из отходов целлюлозно-бумажной промышленности с классическими нефтесорбентами / Л. А. Мухаметзянова, А. С. Дурова // Актуальные вопросы лесного хозяйства: материалы VI международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 10–11 ноября 2022 года / Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Реноме», 2022. – С. 177-180.

7. Тонконогов В. Д. Экологические ниши основных типов почв России: географический аспект новой классификации / В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова, С. Ф. Хохлов // Почвоведение. – 2009. – № 9. – С. 1043-1051.

8. Шадрина, В. В. Изучение биологической реакции загрязненной агродерново-подзолистой почвы на применение целлюлозно-минерального сорбента / В. В. Шадрина, А. С. Дурова // Актуальные вопросы в лесном

хозяйстве: Материалы IV международной научно-практической конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2020. – С. 167-171.

## **PRACTICE OF USING SORBENTS IN DIFFERENT TYPES OF SOILS**

Durova A.S., [soilbox@mail.ru](mailto:soilbox@mail.ru)

Mukhametzhianova L.A., [Linara.2002@yandex.ru](mailto:Linara.2002@yandex.ru)

*Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov*

***Key words:*** soil, sorbent, pollutant, reclamation

***Abstract:*** soil is an integral component of biogeocenoses and technogenic pollution can lead to its degradation, which greatly affects the life of living organisms. The article discusses options for using various sorbents for the reclamation of different types of soils in Russia.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ**

Иванов Е.А., [gekazomr@yandex.ru](mailto:gekazomr@yandex.ru)

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** почва, лес, ЖНП, сукцессии, коэффициент.

**Аннотация.** Статья посвящена сравнению видового состава живого напочвенного покрова (далее - ЖНП) в условиях различных почвогрунтов.

Теоретически обосновано, что циклы восстановления древесных пород зависят: от климата, почвогрунта, гидрологических условий, рельефа местности и биоценозов. Объектом исследования является участок заброшенных сельскохозяйственных земель в Волосовском районе Ленинградской области вблизи деревни Мышкино у реки Черной.

На обследуемом участке в настоящее время наблюдается успешное развитие листовенного биоценоза. Участок был выведен из активного сельскохозяйственного оборота более 20 лет назад. Здесь успешно растет поросль осина и ива высотой до 3 метров. Напочвенный покров не имеет значительных отличий от лугового ЖНП. Теоретически стадия восстановления может продолжаться до 15 лет. Однако уже сейчас на участках имеются экземпляры ивы, превышающие 3 метра в высоту. Это свидетельствует о переходе из первой стадии зарастания во вторую, где также можно встретить растения, характерные для лесной экосистемы. В процессе наблюдения был обнаружен подрост хвойных пород - ели, что является переходом в третью стадию зарастания постагроденных земель.

Результат наблюдений можно использовать для улучшения систематизации смены биоценозов, с дальнейшим прогнозированием будущих изменений.

По состоянию на 1 января 2021 г., по данным субъектов Российской Федерации, из имеющихся земель сельскохозяйственного назначения неиспользуемыми остаются около 19,4 млн. гектаров пашни, которые могли бы быть использованы для выращивания лесов[1].

Анализ восстановительных процессов лесов позволит установить закономерности и особенности сукцессионных процессов в фитоценозах, выявить наиболее эффективные методы ухода и общую целесообразность выращивания лесов на данных землях.

При рассмотрении процесса смены фитоценозов на обследуемом участке собирали данные о живом напочвенном покрове, позволяющие охарактеризовать прогресс смены: видовое разнообразие, равномерность размещения видов по площади и общий процент встречаемости.

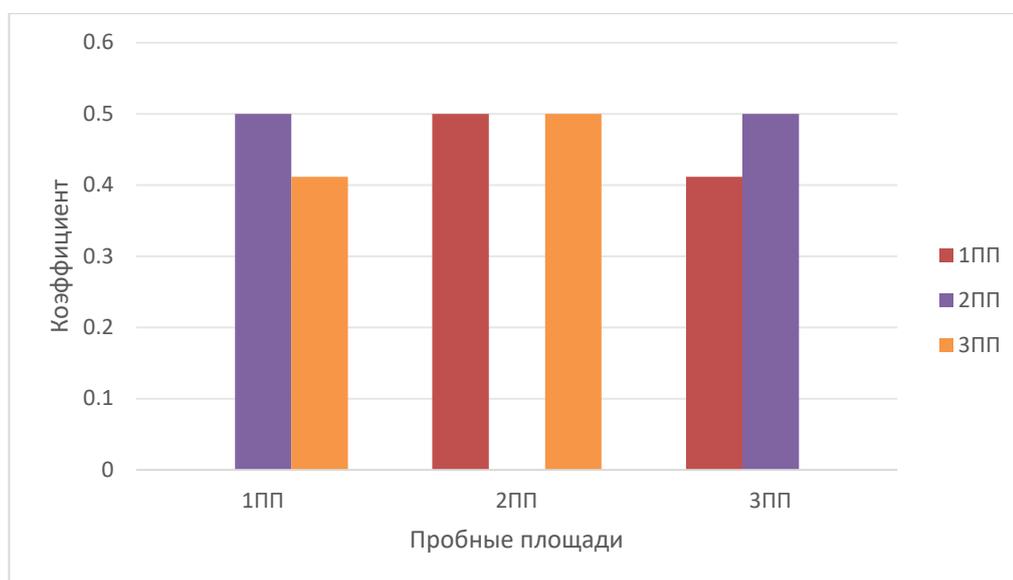
Учет ЖНП велся с помощью закладывания круговых площадок. На всех площадках был проведен учет, после чего проведено вычисление коэффициентов сходства.

Одним из наиболее понятных показателей сходства является коэффициент Жаккара (1901), называемый также коэффициентом флористической общности [2]:

$$Kj = \frac{c}{a+b-c}$$

Значение коэффициента Жаккара заключается в определении доли общих видов растений по отношению к числу видов объединенного списка растений двух площадей.

В расчете использованы данные 3 пробных площадей, поэтому по формуле были соотнесены площади, результаты приведены на графике 1.



**Рисунок 1.** Значения коэффициентов Жаккара.

Значение коэффициента Жаккара варьирует от 0 до 1, где 0 – полностью различные виды, а 1- виды идентичны.

Из графика видно (рис. 1), что коэффициент колеблется от 0.4 до 0.5, что говорит о некоторой близости видового состава и синхронности в смене фазы сукцессии.

Также были заложены 3 почвенных разреза.

На всех исследуемых участках почвы наблюдается ярко выраженный пахотный горизонт, имеющий мощность 35-40 см. При этом содержание гумуса в почвах, характеризующихся более тяжёлым гранулометрическим составом, значительно превышает таковое во всех горизонтах. Суммарное содержание обменных оснований указывает на низкий уровень плодородия почв, что затрудняет их использование для возделывания сельскохозяйственных культур, поскольку его значение не превышает 10 мг экв./100 г почвы во всех горизонтах (таб. 1).

**Агрехимические характеристики исследуемых участков.**

Почвенные горизонты	pH <sub>KCl</sub>	Гумус, %	Сумма обменных оснований, мг-экв/100г
<b>№1 Сосново-еловый древостой с примесью берёзы, осины и ивы на постагрозёмах выщелоченных валунных суглинках, на возвышенности</b>			
A <sub>пах</sub>	4,7	5.02	4,5
A <sub>2</sub>	4,3	2.58	<0,2
B	4,0	1.32	<0,2
<b>№2 Сосновый древостой на постагрозёмах на песках волнистой возвышенности</b>			
A <sub>пах</sub>	4,7	2.09	1,5
B	4,9	0.69	<0,2
C	5,0	0.62	<0,2
<b>№3 Лиственные древостой с примесью сосны и ели на постагрозёмах валунных суглинках</b>			
A <sub>пах</sub>	4,1	5.91	<0,2
A <sub>2</sub>	4,1	2.18	<0,2
B	3,8	2.09	<0,2
C	4,0	1.91	<0,2

На всех изученных участках фиксируется пониженное содержание подвижных форм железа. Во всех почвенных горизонтах железо не превышающее 1.0 мг/кг. Это, вероятно, обусловлено благоприятным режимом дренированности данных территорий, а также отсутствием оглеения и преобладанием дернового процесса. В целом, на этих постагрогенных участках наблюдается трансформация почвенного комплекса, которая зависит от уровня pH почвы и гранулометрического состава, что приводит к перераспределению подвижных форм элементов в результате дернового процесса.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Данилов Д.А. Выращивание древесных насаждений на постагрогенных землях: учебное пособие / Д.А. Данилов, А.В. Жигунов, А.Н. Красновидов, Б.Н. Рябин, В.Ю. Неверовский, Т.А. Шестакова, В.И. Шестаков, О.О. Эндерс // СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 104 с.
2. Розенберг Г.С. Польша Жаккар и сходство экологических объектов. Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2012. Т. 21, №1. С. 190-202.
3. ГОСТ 26213-2021.
4. ГОСТ 58594-2019.
5. ГОСТ 27821-2020.

**FORMATION OF LIVING GROUND COVER IN DIFFERENT SOIL CONDITIONS ON POST-AGRICULTURAL LANDS**

Ivanov E.A., gekazomr@yandex.ru

S.M.Kirov St. Petersburg State Forest Technical University

**Key words:** soil, forest, living ground cover, succession, coefficient.

***Annotation:*** The article is devoted to the comparison of species composition of living ground cover in conditions of different soil conditions.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Данилов Д.А., [stown200@mail.ru](mailto:stown200@mail.ru) <sup>[1][2]</sup>  
Непримерова С.В. [neprimerova@list.ru](mailto:neprimerova@list.ru) <sup>[3]</sup>  
Зайцев Д.А., [disoks@gmail.com](mailto:disoks@gmail.com) <sup>[2]</sup>  
Иванов А.А., [iwanov.le2011@yandex.ru](mailto:iwanov.le2011@yandex.ru) <sup>[2]</sup>  
Яковлев А.А., [artem95692@gmail.com](mailto:artem95692@gmail.com) <sup>[1]</sup>  
Януш С.Ю. [btkwood@mail.ru](mailto:btkwood@mail.ru) <sup>[2]</sup>

[1] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова

[2] Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

[3] ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт

**Ключевые слова:** Верхний горизонт, постагрогенные почвы, двучленные наносы, минералогический состав.

**Аннотация:** Проведено исследование минералогического состава верхнего горизонта постагрогенных почв, сформированных на двучленных наносах, на различных стадиях растительной сукцессии. Отмечается наличие большой смеси различных минералов. Все участки характеризуются минимальным количеством слюд, кроме участков, подвергшихся пирогенному воздействию. Минимум калиевых полевых шпатов, как и плагиоклазов, отмечено под 125-летним сосново-еловым древостоем. Распределение кварца в почве на различных стадиях сильно варьируют из-за неоднородности материнской породы. В зависимости от прочности частиц минералов происходит их разрушение с различной скоростью. В мелких фракциях содержание полевых шпатов уменьшается, а менее прочных минералов, таких как роговая обманка, слюды и пироксены увеличивается.

Изучение минералогического состава почв имеет большое практическое значение, так как почвенные минералы, с одной стороны, поставляют элементы минерального питания растений, с другой – обеспечивают специфичность физических, механических и других свойств почв. [3,4,5,7,10].

Составление хронологического ряда по сравнительной характеристике минералогической составляющей пород постагрогенных почв, на фоне различных стадий сукцессий растительности позволяет изучить минералогический состав почв, вовлеченных в природные процессы, чтобы понять тенденции их развития после сельскохозяйственной деятельности в прошлом [6].

Исследование трансформации почвенного плодородия постагрогенных земель на различных стадиях восстановления

растительности в бореальной зоне региона исследования позволяет принимать экономически обоснованные решения по их дальнейшему использованию [1,2,8,9].

Объектами исследования были участки сельскохозяйственных земель после снятия антропогенной нагрузки разного срока залежности в Гатчинском районе Ленинградской области. Предметом исследования были изменения минералогического состава дерново-подзолистых почв супесчано-суглинистого гранулометрического состава, подстилаемых красноцветными мореными валунными суглинками.

В хронологическом ряду постагрогенные участки распределялись следующим образом :

- залежь 10 лет на стадии березово-ивового молодняка
- залежь 25 лет участок с преобладанием хвойных пород сосны и ели и участок с древостоем с преобладанием ивы, березы, и примесью осины.
- залежь 25 лет участок с преобладанием хвойных пород сосны и ели и участок с древостоем с преобладанием ивы, березы, и примесью осины.
- участок залежь 20 лет на плакорной возвышенности на лугово-кустарниковой стадии с березой и ивой
- участок старопахотных земель под 90 летним ельником
- участок старопахотных земель под 125 летним сосново-еловым древостоем

На основе отобранных образцов подготавливалась почвенная суспензия. Обработанную ультразвуком почвенную суспензию отделяли от частиц размером более 0,25 мм по ГОСТ12536-79. Осаждение илистой фракции проводилось при помощи центрифуги Zanussi. Ориентированные образцы готовились по методике, описанной в книге "Рентгенография основных типов породообразующих минералов", под редакцией В. А. Франк-Каменецкого, 1983, стр. 50.

Минералогическое исследование проводили с помощью рентгеновского метода на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3М (дифрактометр рентгеновский общего назначения, СПб) с медным фильтрованным излучением  $\text{Cu K}\alpha$ . Все дифрактограммы образцов снимались в одном режиме, что позволяет оценить относительное содержание минералов. Для насыщения образца глицерином на готовый сухой образец наносилась капля глицерина с дистиллированной водой из расчета 1 капля глицерина на 80 мг почвы, то есть на 4 образца (по методике Горбунова, 1963).

Минералогический анализ почв, сформированных на мореных отложениях, очень сложен из-за изначальной неоднородности подстилающей породы. Мы не рассматриваем здесь минералогический состав крупных фракций по двум основным причинам. Во-первых, для рентгеноструктурного анализа нужно всего 20 мг вещества, при отборе из крупных фракций невозможно взять однородный образец, то есть он не будет отражать фактические различия. Во-вторых, изменения минералов,

конечно, хоть и происходят во всех фракциях, но они идут на поверхности, а в тонких фракциях доля поверхностного участка по отношению к массе гораздо выше, а, следовательно, все преобразования увидеть легче.

В исследуемых образцах присутствует смесь большого количества различных минералов, мы выделим только несколько основных.

Главные породообразующие минералы – кварц, полевые шпаты (калиевые и плагиоклазы), слюды (триоктаэдрические, диоктаэдрические). Хлорит может быть как породообразующим, так и новообразованным минералом, в исследуемых образцах точно присутствует породообразующий, он определяется по устойчивому отражению 1,4 нм после нагревания до 500 градусов. Так же в большей части образцов присутствуют амфиболы, минералы, доставшиеся от материнской породы.

Кроме этого, в образцах присутствуют минералы: каолинит, следы окислов и гидроокислов железа, смешаннослойные минералы с различным переслаиванием пакетов (из последних реально проследить только минерал со слюда-хлоритовыми пакетами, он есть почти во всех образцах но в незначительных количествах, интенсивность отражений чуть превышает фон), а также слюды с дефицитом катионов, карбонаты в незначительных количествах.

При рассмотрении минералогии верхнего горизонта исследуемых почв удалось заметить следующую закономерность.

Все почвы под древесной растительностью характеризуются минимальными количествами слюд, кроме образца на участках 25 летней залежи с сосново-еловым древостоем, так как он отобран в месте, где был пал. Скорее всего, там при пожаре образовалось много золы, что обогатила почву калием и пока этот элемент доступен для растений из другого источника, слюды более устойчивы. Особенно низкие показатели по содержанию слюд в ельнике, который произрастает уже 90 лет. Если во всех образцах почв под древесной растительностью, особенно с хвойными деревьями, минимальное количество триоктаэдрических слюд, которые сильнее подвержены выветриванию, то в образце на участке старой пашни под 125 летним сосново-еловым древостоем максимальное из всех образцов содержание слюды с дефицитом катионов, что свидетельствует об активном процессе преобразования породообразующих минералов группы слюд. В этом образце отмечены и минимальные количества калиевых полевых шпатов, вероятно, последние тоже активно разрушаются.

В образцах почв на 20 летней залежи на плакорной возвышенности с лугово-кустарниковой стадией ожидаемо высокое содержание слюд и триоктаэдрических, и диоктаэдрических, а в нижней части склона максимальное.

По калиевым полевым шпатам не получилось отследить закономерности, так как это каркасный алюмосиликат и он менее подвержен выветриванию. Однако, больше всего их в образцах из почв на

участках 20 летней залежи на плакорной возвышенности, но так же их много на участке 25 летней залежи с хвойным молодняком после пирогенного воздействия. Минимум калиевых полевых шпатов под 125 летним сосново-еловым лесом на старопахотных почвах.

По остальным минералам не прослеживается закономерности колебания их содержания в зависимости от срока залежи, от возраста заселения лесной растительностью. Содержание плагиоклазов за пределами чувствительности прибора в образце почвы на участке 25 залежи, верхней части склона, т.к. похоже, они физически переместились вниз по склону, потому что в образце из нижней части склона плакорной возвышенности отмечено максимальное количество плагиоклазов. Минимальное их содержание – в образцах почвы под 125 летним сосново-еловым лесом на старопахотных почвах.

По амфиболам можно отметить, что эти минералы присутствуют на участках 25 летней залежи с хвойным и лиственным молодняком, их больше, чем на других объектах. На участке старопахотных почв под 90 летним еловым древостоем так же зафиксированы амфиболам, но в меньшем количестве. На остальных сукцессионных стадиях их примерно одинаковое количество, фактически за пределами чувствительности прибора.

На участке 20 летней залежи с лугово-кустарниковой стадией амфиболов не зафиксировано, однако наблюдается максимальные количество хлоритов в почве на целине и под 90-летним ельником на старопахотных землях в давно растущем лесу. На участках остальных стадий сукцессии примерно одинаковое содержание этих минералов.

Распределение кварца на различных стадиях сукцессии на залежах сильно варьирует, скорее всего, эта неоднородность из-за материнской породы. Однако минимум его содержания зафиксирован в почвах 25 летней залежи хвойного молодняка подвергнувшегося пирогенному воздействию.

Это можно объяснить, тем, что в зависимости от прочности частицы минералов, они дробятся с различной скоростью и более прочные разрушаются медленнее и сохраняются в виде крупных частиц, а менее прочные быстрее переходят в мелкие частицы. Поэтому в мелких фракциях содержание кварца и полевых шпатов уменьшается, а содержание менее прочных минералов таких как роговые обманки, слюды, пироксены увеличивается.

#### **Библиографический список**

1. Владыченский А. С., Телеснина В. М., Чалая Т. А. Влияние растительного опада на химические свойства и биологическую активность постагрогенных почв южной тайги // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2012. №1. С123-134

2. Бекецкая Т. В., Умарова А. Б., Железова С. В. Влияние древесной растительности на свойства почв (на примере модельной почвы почвенного стационара МГУ) // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2010. №3. С.210-223
3. Гагарина Эльвира Ивановна, Соколова Татьяна Алексеевна, Сухачёва Елена Юрьевна Глинистые минералы в слабоподзоленных почвах абрадированных моренных равнин северо-запада России // Вестник Московского университета. Серия 17.Почвоведение.2014. №4.С.13—24
4. Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О. Матричная организация почв. М.: Рузаки, 2001.
5. Литвинович А. В. Изучение показателей почвенного плодородия окультуренной дерново-подзолистой песчаной почвы на разных стадиях формирования природных экосистем / А. В. Литвинович, О. Ю. Павлова, А. В. Лаврищев и др. // Агрехимия. – 2022. – № 6. – С. 14-27. – DOI: 10.31857/S0002188122060084
6. Нечаева Т.В. Залежные земли России: распространение, агроэкологическое состояние и перспективы использования (обзор) // Почвы и окружающая среда. 2023. Том 6. № 2. e215. DOI: 10.31251/pos.v6i2.215
7. Савич Виталий Игоревич, Белопухов Сергей Леонидович, Котенко Марина Евгеньевна, Гукалов Виктор Владимирович, Ильичева Полина Игоревна, Федорова Татьяна Александровна Агроэкологическая оценка минералогического состава почв // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2016. С. 23—45
8. Солодовников А.Н., Рожков В.А. Исследование влияния древесной породы на почву методом дискриминантного анализа. Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019;(96):22-46. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-96-22-46>
9. Телеснина В. М. Особенности морфологии и химических свойств постагрогенных почв южной тайги налегких отложениях (Костромская область) / В. М. Телеснина, И. Е. Ваганов, А. А. Карлсен, и др. // Почвоведение. –2016. – № 1. – С. 115-129. – DOI: 10.7868/S0032180X16010111
10. Трофимов Иван Тимофеевич Минералогический состав некоторых почв Алтайского края // Известия АлтГУ. 2001. №3. С.72-75
11. Navalikhin S. V. Vegetation restoration and organic matter accumulation on former agricultural lands in the boreal zone of Russia / S. V. Navalikhin, D. A. Danilov, A. A. Vaiman et al. // BIO Web of Conferences. – 2020. – Vol. 27(1) – P. 1– DOI: 10.1051/bioconf/20202700126

#### STUDY OF MINERALOGICAL COMPOSITION OF POST-AGROGENIC SOILS AT DIFFERENT STAGES OF VEGETATION REGENERATION

Danilov D.A., [stown200@mail.ru](mailto:stown200@mail.ru) [1][2]

Neprimerova S.V. [neprimerova@list.ru](mailto:neprimerova@list.ru) [3]

Zaitsev D.A., [disoks@gmail.com](mailto:disoks@gmail.com) [2]

Ivanov A.A., [iwanov.le2011@yandex.ru](mailto:iwanov.le2011@yandex.ru) [2]

Yakovlev A.A., [artem95692@gmail.com](mailto:artem95692@gmail.com) [1]

Janush S.Y. [btkwood@mail.ru](mailto:btkwood@mail.ru) [2]

[1] *St. Petersburg State Forest Technical University named after C. M. Kirov*

[2] *Leningrad Research Institute of Agriculture “Belogorka”*

[3] *FGBNU Agrophysical Research Institute*

**Key words:** Upper horizon, post-agrogenic soils, bicarbonate sediments, mineralogical composition.

**Abstract:** The mineralogical composition of the upper horizon of postagrogenic soils formed on bilobate sediments at different stages of vegetative succession has been studied. The presence of a large mixture of different minerals is noted. All plots are characterized by a minimum of mica, except for the pyrogenically impacted plots. A minimum of potassium feldspars, as well as plagioclases, is noted under a 125-year-old pine and spruce stand. The distribution of quartz in the soil at different stages is highly variable due to the heterogeneity of the parent rock. Depending on the strength of mineral particles, their destruction occurs at different rates. In fine fractions, the content of feldspars decreases, while the content of less durable minerals such as hornblende, mica and pyroxenes increases.

## МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ

Данилов Д.А., [stovn200@mail.ru](mailto:stovn200@mail.ru) <sup>[1][2]</sup>

Зайцев Д.А., [disoks@gmail.com](mailto:disoks@gmail.com), <sup>[2]</sup>

Иванов А.А., [iwanov.le2011@yandex.ru](mailto:iwanov.le2011@yandex.ru) <sup>[2]</sup>

Яковлев А.А., [artem95692@gmail.com](mailto:artem95692@gmail.com) <sup>[1]</sup>

Януш С.Ю. [btkwood@mail.ru](mailto:btkwood@mail.ru) <sup>[2]</sup>

[1] Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова

[2] Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

**Ключевые слова:** Минералогический состав почв, растительный покров, постагроденные земли.

**Анотация:** Проведён обзор исследований по изменению минералогического состава постагроденных почв. Показана роль растительности на содержание различных минералов в почвенном комплексе в различных лесорастительных условиях. Отмечается, что процесс изменения минералогического состава постагроденных почв для бореальной зоны России не получил достаточного освещения в исследовательских работах и требует дальнейших исследований.

Актуальность всестороннего изучения процессов, происходящих на постагроденных землях, определяется огромными масштабами их распространения. Ряд исследователей подчёркивают, что на динамику изменения свойств постагроденных почв залежей оказывают влияние такие факторы как лесорастительная зона и тип почвы [1,3,4,10]. Минералогический и химический состав почвообразующих пород играет важную роль в генезисе почв и в значительной степени определяет физико-химические, агрохимические свойства почв, и, следовательно, протекающие процессы, режимы и модели плодородия. Он является матрицей формирования свойств почв, регулирует трансформацию, миграцию и аккумуляцию в почве вещества, энергии и информации внешней среды и антропогенного воздействия, коллоидно-химические характеристики [2,3,11,13,14]. Несмотря на значительное количество фундаментальных исследований по влиянию минералогического состава на плодородие почв, данная проблематика изучена недостаточно, что определяется отсутствием общепринятых показателей уточнения плодородия почв и степени доступности для растений элементов с учетом минералогического состава почв. Минералогическая часть является основой почвенного плодородия, поэтому необходимо знать, как происходит перераспределение и изменения долевых соотношений содержания разных гранулометрических фракций и связанных с ними глинистых и обломочных минералов в постагроденных почвах. Различают положительную и отрицательную трансформацию минералов. При

положительной трансформации происходит рост кристаллической решетки и присоединение вещества — это хлоритизация и иллитизация. При отрицательной трансформации происходит в связи с выветриванием вынос вещества. В соответствии с прочностью связи и миграционной способностью элементов, при разрушении кристаллических решеток глинистых минералов из них сначала выщелачиваются межпакетные щелочные катионы, затем щелочноземельные катионы, занимающие межпакетные и октаэдрические позиции. В условиях кислой реакции среды и фульватного гумуса в дальнейшем происходит потеря из кристаллических решеток минералов ионов алюминия и железа [20].

Разрушение глинистых минералов обычно идет дифференцированно, в соответствии с кинетическими характеристиками процесса растворения и термодинамической устойчивостью минералов, которая возрастает в ряду: триоктаэдрические слюды и хлориты < диоктаэдрические слюды < вермикулиты < смектиты < почвенные хлориты < каолиниты. В то же время для отдельных регионов и пород ряды трансформации несколько отличаются.

Минеральный состав почвообразующих пород тесно связан с их гранулометрическим составом и отражает влияние пород области сноса материала, местных коренных осадочных пород и длительности их гипергенных превращений. В Северо-западном регионе России абразия поверхности морены сопровождалась выносом тонкодисперсного вещества и остаточным накоплением валунно-щебнисто-песчаного материала. В результате поверхностные слои морены оказались сложенными сильнокаменистыми супесями или песками мощностью 30—70 см, подстилаемыми краснобурым валунным суглинком [3]. Слабо оподзоленные почвы на двучленных отложениях, занимающие в ландшафте наиболее дренированные позиции в районах распространения абразированных моренных равнин чаще всего используются в земледелии. Особенно важное значение для этих почвообразования имеет наличие нестабильных для условий Северо-Запада карбонатных и железосодержащих минералов, которыми наиболее богаты локальные морены, что предопределяет на них особые условия почвообразования.

Хорошо известно, что в одинаковых условиях рельефа на одних и тех же материнских породах биогеоценозы обычно имеют парцеллярное строение, причем отличия между парцеллами в составе растительности отчетливо отражаются в химических характеристиках почв [4]. Из сказанного можно заключить, что состав растительности должен влиять на процесс выветривания минералов [15]. Взаимная связь между растительным покровом и химическими свойствами лесных подзолистых почв подробно рассмотрена в монографиях Карпачевского [4] и Холоповой [12]. При исследовании почв под разными древесными видами в штате Коннектикут, США, прямыми оптическими наблюдениями показано, что содержание плагиоклазов и биотита в верхнем минеральном горизонте

было существенно ниже в почве под хемлоком (*Tsuga Canadensis*), чем в почве под сахарным кленом (*Acer saccharum*) за счет более кислой реакции среды [16].

А в работе Binkley и Valentine проведено сравнение свойств почв под 50-летними посадками ясеня (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh), белой сосны (*Pinus strobus* L.), и ели [*Picea abies* (L.) Karst.], созданными на месте залежи [16].

Проведённые исследования Чурилина с соавторами показали неоднозначные результаты изменения в минеральной части постагрогенных почв под древесной растительностью в условиях юга Архангельской области. Так на резных возрастных стадиях на старопахотных почвах находящиеся на разных стадиях сукцессии еловые 18-летние и 70-летние древостои глинистая фракция изученных подгоризонтов представлена: смешанно-слоистая формация, триоктаэдрический иллит, хлорит и каолинит. Отмечается большое количество тонкодисперсного кварца и небольшая примесь калиевых полевых шпатов и плагиоклазов. Под старым еловым древостоем содержание глинистой фракции в микропрофиле верхнего горизонта не изменяется с глубиной (4,0%). Содержание глинистой фракции под молодым еловым лесом выше (6,3-7,2%) по сравнению с профилем старого леса. Подзолистый процесс под 70-летним еловым лесом привел к обесцвечиванию верхнего горизонта и светлому гранулометрическому составу. Наблюдаются тенденции к изменению минералогического состава в почвенном профиле под более молодым еловым древостоем, наблюдается начальная стадия разрушения некоторых минералов глинистой фракции. Кристалличность минералов повышается к нижней части микропрофиля. Однако оба микропрофиля под еловыми древостоями однородны, что не позволяет дифференцировать подгоризонты на макроморфологическом уровне [17].

Так же было проведено исследование 4 растительных сообщества на разных стадиях сукцессии: надпойменный луг с преобладанием дерновинных трав (*Phleum pratense*, *Agrostis tenuis*), 16-летний берёзовый лес, в котором преобладают травянистые растения, такие как *Poa* sp., *Chamerion angustifolium*, *Agrostis tenuis*, 16-летний еловый лес без травянистой растительности и 70-летний черничный еловый лес с преобладанием *Vaccinium myrtillus* и *Vaccinium vitis-idaea*. Минералогический состав и соотношение основных минеральных фаз в профилях 70-летних и 16-летних еловых лесов различны. Минералогический состав в верхней части профиля под молодой елью более дифференцирован, чем в старом еловом лесу: количество кварца и каолинита увеличивается в верхнем горизонте, хотя в этом случае общая картина формирования глинистого материала в процессе подзолизации остаётся неизменной. Под берёзовым лесом наблюдается более значительное осветление по сравнению с профилем под елью того же

возраста в пределах верхних 50 см. Под луговой растительностью мы обнаружили дифференциацию минерального состава. Верхние горизонты содержат фазу смектита и отличаются от нижележащих горизонтов преобладанием хлорит-вермикулитового каолинита и высоким содержанием кварца. Для всех профилей характерно накопление кварца в верхних слоях (из-за его устойчивости к выветриванию) и снижение его содержания с глубиной. 16-летняя ель формирует условия для дифференциации мелкозернистых минералов в профиле. Авторы отмечают, меньшую дифференциацию профиля под березовым лесом, т.к. происходит накопление кварца в пределах 10%, хлорита - 2-3% по сравнению с нижней частью профиля. Под луговой растительностью дифференциация по кварцу составляет более 4%, а хлорита - менее 2% по сравнению с пахотным и подповерхностным горизонтами. Исследование изменения минералогического состава подтверждает значительную тенденцию к развитию дифференциации профиля в ряду от старого елового леса до почвы под лугом [17].

В другом исследовании для условий Тверской области установлено, что наиболее кислая реакция среды и максимальное содержание обменного Al и значительно меньшее содержание обменных оснований свойственны почве под елью, объясняются спецификой состава органического вещества, поступающего с опадом на поверхность почвы [9].

В своих исследованиях Соколова Т.А. показывает, что механизм растворения кварца и аморфного SiO<sub>2</sub> происходит за счет адсорбции молекул воды с последующим образованием четырех силанольных групп вокруг атома кремния и отсоединением молекул ортокремневой кислоты от поверхности. Скорость растворения кварца при pH 7 и 3 составляет соответственно 10–15.72 и 10–16.12 моль/м<sup>2</sup> с и возрастает на три порядка с увеличением pH от 7 до 10, а при прочих равных условиях – в растворах сильных электролитов и в присутствии анионов многоосновных органических кислот.

Растворение полевых шпатов начинается с перехода в раствор щелочных металлов и Ca с поверхности кристаллической решетки полевых шпатов по типу реакции катионного обмена. Этот процесс происходит быстро и не контролирует скорость растворения минерала, которая зависит от концентрации на поверхности минеральных частиц протонированных (в условиях кислой среды) и депротонированных (в условиях щелочной среды) комплексов с участием поверхностных Si–O–Si и Al–O–Si групп. Экспериментально установлено, что растворимость и скорость растворения даже такого устойчивого минерала, как кварц, возрастает в присутствии ряда органических лигандов, часто встречающихся в почвенных растворах – цитрата, оксалата, салицилата и некоторых других. Предполагается, что при этом мономерная кремневая кислота дает комплекс с органическим лигандом [9].

Процесс разрушения кварца и полевых шпатов осуществляется во всех почвах, за исключением, вероятно, почв экстрааридных территорий, где в почвах практически отсутствует свободная влага.

Вместе с тем, интенсивность этого процесса существенно изменяется, прежде всего, в зависимости от рН и концентрации в растворе определенных лигандов, дающих полидентатные моноядерные поверхностные комплексы. Как уже отмечалось, в условиях нейтральной реакции скорость растворения минимальна, она возрастает с понижением и с повышением рН и с ростом концентрации определенных органических лигандов в растворе, так как именно эти факторы контролируют концентрацию на минеральных поверхностях протонированных и депротонированных комплексов и комплексов с участием лигандов. [9]

В целом эта закономерность находит подтверждение в зональном ряду почв бореального пояса: значительная потеря минералов группы полевых шпатов наблюдается в кислых подзолистых и подзолистооболотных почвах [7].

Проведённый краткий обзор показывает, что процесс изменения минералогического состава постагрогенных почв для бореальной зоны России не получил достаточного освещения в исследовательских работах и требует дальнейших исследований.

#### **Библиографический список**

1. Владыченский А. С., Телеснина В. М., Чалая Т. А. Влияние растительного опада на химические свойства и биологическую активность постагрогенных почв южной тайги // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2012. №1. С123-134
2. Бекецкая Т.В., Умарова А.Б., Железова С.В. Влияние древесной растительности на свойства почв (на примере модельной почвы почвенного стационара МГУ) // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2010. №3. С.210-223
3. Гагарина Эльвира Ивановна, Соколова Татьяна Алексеевна, Сухачёва Елена Юрьевна Глинистые минералы в слабоподзоленных почвах абрадированных моренных равнин северо-запада России // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2014. №4. С.13—24
4. Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О. Матричная организация почв. М.: Русаки, 2001.
5. Литвинович А. В. Изучение показателей почвенного плодородия окультуренной дерново-подзолистой песчаной почвы на разных стадиях формирования природных экосистем / А. В. Литвинович, О. Ю. Павлова, А. В. Лаврищев и др. // Агрехимия. – 2022. – № 6. – С. 14-27. – DOI: 10.31857/S0002188122060084
6. Нечаева Т.В. Залежные земли России: распространение, агроэкологическое состояние и перспективы использования (обзор) // Почвы и окружающая среда. 2023. Том 6. № 2. e215. DOI: 10.31251/pos.v6i2.215
7. Роде А.А. Подзолообразовательный процесс. М.–Л.: Издво АН СССР, 1937. 454

8. Савич Виталий Игоревич, Белопухов Сергей Леонидович, Котенко Марина Евгеньевна, Гукалов Виктор Владимирович, Ильичева Полина Игоревна, Федорова Татьяна Александровна Агроэкологическая оценка минералогического состава почв // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2016. С. 23—45
9. Соколова Т. А.а, Толпешта И. И., Лысак Л. В., Чалова Т. С. Специфика некоторых свойств почвы в ризосфере ели в горизонте ае1 подзолистой почвы // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-nekotoryh-svoystv-pochvy-v-rizosfere-eli-v-gorizonte-ael-podzolistoy-pochvy> (дата обращения: 24.11.2024).
10. Солодовников А.Н., Рожков В.А. Исследование влияния древесной породы на почву методом дискриминантного анализа. Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019;(96):22-46. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-96-22-46>
11. Телеснина В. М. Особенности морфологии и химических свойств постагрогенных почв южной тайги на легких отложениях (Костромская область) / В. М. Телеснина, И. Е. Ваганов, А. А. Карлсен, и др. // Почвоведение. –2016. – № 1. – С. 115-129. – DOI: 10.7868/S0032180X16010111
12. Холопова Л.Б. Динамика свойств почв в лесах Под московья. М.: Наука, 1982. 120 с
13. Чижикова Н. П., Варламов Е. Б., Савич В. И. Поведение минералов при внесении различных доз органических удобрений в агродерново-подзолистой почве // Бюл. Почв. ин-та. 2014. №76. С. 43—55
14. Шнее Т.В., Старых С.Э., Фёдорова Т.А., Маслова М.Д., Белопухов С.Л., Шевченко А.А. Изменение физико-химических свойств почвенных коллоидов в зависимости от ионного состава почвенного поглощающего комплекса // Плодородие. 2014. № 3 (78). С. 33—35
15. Яковлева Л.В., Николаева Е.А. Изменение минеральной части почвы при сельскохозяйственном использовании // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 2(99). С 126-139
16. Binkley D., Valentine D. Fiftyyear biogeochemical effects of green ash, white pine, and Norway spruce in a replicated experiment // Forest Ecology and Management. 1991. V. 40. Iss. 1–2. P. 13–25.
17. Churilin, N., Chizhikova, N., Varlamov, E. and Churilina, A. (2017): Mineralogical composition changes of postagrogenic soils under different plant communities., EGU Gen. Assem. Conf. Abstr., EGU General Assembly Conference Abstracts, 1004.
18. Dijkstra F.A., Van Breemen N., Jongmans A.G., Davies G.R., Likens G.E. Calcium weathering in forest ed soils and the effect of different tree species // Biogeochemistry. 2003. V. 62. P. 253–275.
19. Kaiser K., Guggenberger G., Haumaier L., Zech W. Seasonal variations in the chemical composition of dissolved organic matter in organic forest floor layer leachates of oldgrowth Scots pine (*Pinus silvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands in northeastern Bavaria, Germany // Biogeochemistry. 2001. V. 55. P. 103–143. Quideau S.A., Chadwick O.A., Benesi A., Graham R.C., Anderson M.A.

- A direct link between forest vegetation type and soil organic matter composition // Geoderma. 2001. V. 104. P. 41–60.
20. Navalikhin S. V. Vegetation restoration and organic matter accumulation on former agricultural lands in the boreal zone of Russia / S. V. Navalikhin, D. A. Danilov, A. A. Vaiman et al. // BIO Web of Conferences. – 2020. – Vol. 27(1) – P. 1– DOI: 10.1051/bioconf/20202700126

#### **MINERALOGICAL COMPOSITION OF POSTAGROGENIC SOILS**

Danilov D.A., stown200@mail.ru [1][2]

Zaitsev D.A., disoks@gmail.com, [2]

Ivanov A.A., iwanov.le2011@yandex.ru [2]

Yakovlev A.A., artem95692@gmail.com [1]

Janush S.A., btkwood@mail.ru [2]

[1] *St. Petersburg State Forest Technical University named after C. M. Kirov*

[2] *Leningrad Research Institute of Agriculture “Belogorka”*

**Key words:** Mineralogical composition of soils, vegetation cover, postagrogenic lands.

**Abstract:** The review of researches on the change of mineralogical composition of post-agrogenic soils is carried out. The role of vegetation on the content of various minerals in the soil complex in different forest conditions is shown. It is noted that the process of changing the mineralogical composition of post-agrogenic soils for the boreal zone of Russia has not received sufficient coverage in research works and requires further research.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Казикова А.А., arinakazikova832@gmail.com

Шепелева О.П., shepelevaop@mail.ru

*Ленинградский Государственный Университет им. А.С. Пушкина*

**Ключевые слова:** городские почвы, антропогенные изменения, загрязнение почв, урбанозёмы, экологический мониторинг, техногенные процессы.

**Аннотация.** В статье рассматриваются ключевые этапы и достижения в исследовании городских почв Санкт-Петербурга, начиная с работ В.В. Докучаева и заканчивая современными исследованиями. Описан вклад ученых XX века в развитие почвоведения в условиях урбанизации, а также современные тенденции, связанные с экологическим состоянием почв города. Особое внимание уделено вопросам загрязнения почв тяжелыми металлами, химическими веществами и противогололедными смесями. Рассматриваются также проблемы классификации и картографирования почв Санкт-Петербурга, а также перспективы дальнейших исследований в области урбанистического почвоведения.

Изучение почв городской среды всегда было важным аспектом экологии и городского планирования. Одним из первых ученых, который предложил системный подход к исследованию почв в контексте урбанистических изменений, стал В.В. Докучаев. Его идеи о комплексном подходе к изучению природных условий, включая почвы, остаются актуальными до сих пор. Городские почвы представляют собой уникальные экосистемы, изменяющиеся под воздействием антропогенных факторов [1]. В случае Санкт-Петербурга, как одного из крупнейших городов России, изучение почвы важно не только для понимания экологии города, но и для разработки устойчивых методов управления городской средой, экологического мониторинга и реставрации.

Исследования городских почв в России неразрывно связаны с именем В.В. Докучаева — основателя отечественного почвоведения. В 1890 году он предложил комплексное исследование городской среды, включая почвы, что стало основой для дальнейших работ в этом направлении. В своей работе Докучаев предложил создать экологический атлас городской среды, который включал бы детализированные карты почв, геологии, флоры и фауны, а также информацию о почвенном воздухе и воде. Особое внимание уделялось описанию морфологических, химических и механических характеристик почв, а также температурных режимов на разных глубинах.

Таким образом, системный подход Докучаева не только охватывал теоретические аспекты почвоведения, но и стремился связать почвы с другими компонентами городской экосистемы. Этот подход, несмотря на

его частичную незавершенность, продолжает быть основой для современных исследований в области урбанистического почвоведения.

Многие из ученых того времени не только продолжали исследования Докучаева, но и начали анализировать влияние различных факторов на почву, такие как изменения климата, антропогенные нагрузки, строительство и другие земельные работы. Исследования этого периода стали основой для дальнейших научных изысканий в области урбанозёмов.

В 1920-х годах почвоведение Санкт-Петербурга продолжило развиваться, хотя и сталкивалось с рядом трудностей. Работы Прасолова, Ризположенского и Шокальской дали основные ориентиры для дальнейших изысканий, но не раскрыли всех особенностей урбанозёмов, связанных с интенсивным строительством и изменением ландшафта города. В это время преобладали работы, направленные на изучение сельскохозяйственного использования почв в пригородных районах, и лишь в 1930-х годах в почвоведении города появляется идея о необходимости учета антропогенных факторов.

Серьезный вклад в развитие исследований городских почв внесли работы В.А. Долотова и В.В. Пономаревой. В 1982 году они опубликовали статью о почвах Летнего сада в Ленинграде, в которой подчеркнули важность изучения и картографирования почв зеленых насаждений города. Долотов и Пономарева рассматривали почвы в парках и садах как результат почвообразования на насыпных субстратах, под широколиственными деревьями, которые в некоторых случаях схожи с окультуренными дерново-подзолистыми почвами. Это открытие стало важным этапом в понимании антропогенных изменений в составе почв в городской среде.

С конца 1990-х годов наблюдается рост числа публикаций, посвященных исследованиям городских почв в Санкт-Петербурге. В это время появляется новое направление — исследование биологических и химических характеристик почв, их загрязненности и взаимодействия с антропогенными факторами. Важным моментом стали работы по восстановлению и поддержанию экосистем в зеленых зонах города, таких как парки, скверы и рекреации. Эти работы, наряду с расширением применения новых технологий, таких как ГИС (геоинформационные системы), позволили более точно анализировать и картировать состояние почв города.

Подготовка Санкт-Петербурга к празднованию 300-летия города в 2003 году была одним из значимых этапов в развитии исследований городских почв. Масштабные земельные и строительные работы, включая реконструкцию исторических зданий и благоустройство парков, потребовали большого количества почвенных исследований. Эти работы позволили собрать значительное количество данных о строении городских почв и о природных почвообразующих породах. Археологические раскопки, в которых принимали участие почвоведы, стали важным

источником для получения информации о состоянии почв до основания города.

Современные исследования в Санкт-Петербурге акцентируют внимание на биологических и химических характеристиках почв. В частности, изучается влияние загрязнения почвы тяжелыми металлами, полиароматическими углеводородами, а также воздействие различных химических веществ, используемых в повседневной жизни и для обслуживания городской инфраструктуры (например, соли для борьбы с гололедом). Оценка уровня загрязнения и его воздействия на экосистемы города является важным шагом в улучшении качества городской среды и разработке стратегий по восстановлению почв.

Классификация городских почв, разработанная Прокофьевым и его коллегами в 2014 году, стала важным шагом в понимании типов почв, характерных для урбанизированных территорий. Основное внимание в классификации уделено различиям между природными и антропогенно измененными почвами, а также характеристикам почв, образующихся в результате взаимодействия с различными видами техногенных процессов.

Одним из ключевых достижений в области исследования городских почв Санкт-Петербурга стало создание первой почвенной карты города в масштабе 1:50000. Эта карта была разработана в 2014 году и является важным инструментом для экологических и градостроительных работ. Она позволяет учитывать не только типы почв, но и степень их загрязнения, а также характеристики, влияющие на их использование в разных сферах (строительство, сельское хозяйство, рекреация).

Состояние городских почв Санкт-Петербурга в настоящее время является результатом многолетнего воздействия антропогенных факторов. Природные почвы, как и экологические системы города в целом, испытывают значительное влияние строительства, застройки, дорожно-транспортной инфраструктуры и интенсивного использования земель. Эти процессы приводят к образованию новых типов почв, которые отличаются от естественных, что и делает урбаноэмы уникальными объектами исследования [2].

Наиболее характерным для современных почв города является их высокая степень антропогенной трансформации. В центральных районах города, где историческая застройка и реставрационные работы значительно изменили природные условия, почвы относятся к категории урбостратоземов — почв, которые сформировались под воздействием строительных материалов, мусора и других техногенных включений. Эти почвы могут включать различные антропогенные компоненты, такие как строительный мусор, бетон, кирпичи, а также характеризоваться высокой щелочностью и карбонатностью, что связано с использованием известковых и других строительных материалов [3].

Зеленые зоны города, включая парки, сады и рекреационные территории, сохраняют более близкие к природным почвы, однако даже

они подвергаются антропогенному воздействию. Например, почвы парков, таких как Летний сад, формируются на насыпных субстратах, которые придают им характеристики, схожие с дерново-подзолистыми почвами. Однако эти почвы также подвержены загрязнению, в том числе тяжелыми металлами и другими химическими веществами, что негативно сказывается на их экологической устойчивости.

Серьезной проблемой для городских почв Санкт-Петербурга остается загрязнение. Интенсивное использование противогололедных смесей, загрязнение почв тяжелыми металлами (такими как свинец, медь, цинк), а также полиароматическими углеводородами (ПАУ) и другими химическими веществами оказывает токсическое воздействие на почвенные экосистемы. Высокие концентрации этих веществ в почве могут отрицательно влиять на флору и фауну, ограничивая биологическое разнообразие в городской среде и ухудшая качество почв.

Несмотря на эти вызовы, в последние десятилетия в Санкт-Петербурге предпринимаются активные шаги по улучшению экологического состояния городских почв. Одним из важнейших направлений является восстановление почв в зеленых зонах города, таких как парки и садовые территории, где активно применяется органическое удобрение, а также проводятся мероприятия по деконтаминации почвы (процесс очистки почв от загрязняющих веществ) от тяжелых металлов и других загрязнителей.

Примечание стоит и в том, что для борьбы с деградацией почв активно используются геоинформационные технологии (ГИС), позволяющие более точно мониторить состояние почв, а также прогнозировать возможные изменения в будущем. Например, создание почвенной карты Санкт-Петербурга, проведенное в 2014 году, стало важным инструментом для мониторинга и разработки экологически устойчивых решений в градостроительстве и озеленении.

Перспективы развития исследований в области городских почв Санкт-Петербурга включают несколько ключевых направлений. В первую очередь, необходимо продолжать изучение антропогенных факторов, которые влияют на состав и структуру почвы. Это включает как интенсивное строительство и промышленную деятельность, так и воздействие транспортных потоков, повышение уровня грунтовых вод, а также изменение климата. Технологический прогресс в области ГИС, удаленного зондирования и молекулярной экологии откроет новые возможности для анализа почв и мониторинга изменений в городской экосистеме.

Одним из перспективных направлений является разработка более эффективных методов восстановления загрязненных почв. Это может включать использование методов фиторемедиации (очистка почвы с помощью растений) или биоремедиации (с использованием микроорганизмов). Кроме того, улучшение качества почвы может быть связано с развитием городской агрокультуры — выращиванием

экологически чистых растений в городах, что способствует улучшению экологического состояния почвы и сохранению биологического разнообразия.

Также важным направлением является дальнейшее совершенствование классификации городских почв, которая позволит точнее определять степень их загрязнения и типы почв, подходящих для различных городских функций, таких как строительство, озеленение и рекреация. Применение более точных методов картографирования, а также регулярный мониторинг состояния почвы на разных территориях города поможет оперативно выявлять проблемные зоны и принимать меры для их восстановления.

Кроме того, с учетом тенденций изменения климата и повышения уровня загрязнения, важной задачей становится разработка более устойчивых методов управления городской средой, направленных на снижение негативного воздействия антропогенных факторов. Устойчивое управление почвами в контексте урбанизации должно стать важным элементом стратегии экологического развития города и обеспечения его устойчивости в условиях меняющегося климата.

Изучение городских почв Санкт-Петербурга представляет собой важную часть экологических и урбанистических исследований, направленных на понимание функционирования городской среды и разработку устойчивых методов управления природными ресурсами. Системный подход, предложенный В.В. Докучаевым, продолжает оставаться основой для современных научных изысканий, несмотря на его частичную незавершенность.

Особое внимание в современных исследованиях уделяется загрязнению почв, включая влияние тяжелых металлов и химических веществ, используемых для обслуживания городской инфраструктуры. Создание классификации и почвенной карты Санкт-Петербурга открыло новые горизонты для экологической оценки почв и разработки эффективных методов их восстановления и управления. Работа по анализу и картографированию почв продолжает быть актуальной, поскольку растущая урбанизация и климатические изменения ставят перед учеными новые задачи.

Перспективы дальнейших исследований в области городских почв включают углубленное изучение влияния антропогенных факторов, таких как строительные работы, промышленное загрязнение и изменение ландшафта, а также разработку более точных методов мониторинга и прогнозирования экологических процессов в городской среде.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Апарин Б.Ф. 130 лет проекту профессора Императорского Санкт-Петербургского университета В.В. Докучаева о детальном естественно-историческом, физико-географическом и сельскохозяйственном

исследовании Санкт-Петербурга и его окрестностей // Материалы научной конференции «Экология Санкт-Петербурга и его окрестностей», 5-7 декабря 2005 г. СПб., 2005. С. 5-8.

2. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Классификация городских почв в системе Российской и Международной классификации почв. // Бюллетень Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 79, с. 53-72.

3. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю., Булышева А.М., Лазарева М.А. Гумусовые горизонты почв урбоэкосистем // Почвоведение, 2018, №9, с. 1071-1084.

## **STUDY OF URBAN SOILS OF ST. PETERSBURG: HISTORY, CURRENT STATE AND PROSPECTS**

Kazikova A.A., [arinakazikova832@gmail.com](mailto:arinakazikova832@gmail.com)

Shepeleva O.P.

A.S. Pushkin Leningrad State University

**Keywords:** urban soils, anthropogenic changes, soil pollution, urban soils, environmental monitoring, technogenic processes

**Abstract:** The article considers the key stages and achievements in the study of urban soils of St. Petersburg, starting with the works of V.V. Dokuchaev and ending with modern research. The contribution of 20th century scientists to the development of soil science in the context of urbanization, as well as modern trends related to the ecological state of the city's soils are described. Particular attention is paid to the issues of soil pollution with heavy metals, chemicals and anti-icing mixtures. The problems of classification and mapping of soils of St. Petersburg, as well as prospects for further research in the field of urban soil science are also considered.

## ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ГОРОДСКИХ И АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Капелькина Л.П., [kapelkina@mail.ru](mailto:kapelkina@mail.ru)

Горбунова Е.А., [gea-93@mail.ru](mailto:gea-93@mail.ru)

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН»*

**Ключевые слова:** почвообразование, городские и антропогенно нарушенные экосистемы, хозяйственная деятельность.

**Аннотация.** Искусственно сформированные и сохранившиеся на территории Санкт-Петербурга естественные почвы претерпели существенные изменения. Рассмотрены основные категории почв на объектах озеленения и особенности почвообразования в городских и антропогенно нарушенных экосистемах. Сформулированы требования, предъявляемые к городским почвам. Преобладающим фактором почвообразования в мегаполисах является хозяйственная деятельность человека. В антропогенно нарушенных экосистемах основными факторами являются литологический, климат и время.

В последние два-три десятилетия резко выросло количество публикаций, посвященное изучению состояния городских почв. Интерес к городским почвам (урбаноземам) обусловлен значительной плотностью населения в городах и высокому уровню их загрязнения. Искусственно созданные и естественно сохранившиеся почвы и зеленые насаждения являются основными природными компонентами в городской среде. Их состояние является отражением общей экологической обстановки в мегаполисе.

Цель работы – установить особенности почвообразования в городских и антропогенно нарушенных экосистемах.

На территории Санкт-Петербурга преобладающими являются 3 категории почв (урбаноземов):

– насыпные почвы созданы искусственно путем привоза в город на создаваемые объекты озеленения плодородного слоя почвы, снятого и заготовленного в окрестностях города на бывших сельскохозяйственных полях, отводимых под застройку. Плодородный слой под устраиваемые газоны наносят сверху слоем 10-20 см на минеральные породы, нарушенные в ходе строительства зданий, прокладки инженерных сетей (водопровода, канализации, теплоцентралей и т.п.). После окончания строительных работ, согласно требованиям и правилам благоустройства эти территории подлежат озеленению. Плодородный грунт (растительная земля) вносится в посадочные траншеи и ямы-котлованы при посадке

кустарников и деревьев. Эта категория почв по величине занимаемой площади является наиболее значительной. В центральных районах города на отдельных объектах озеленения толщина насыпного и сформировавшегося плодородного слоя почвы достигает 1 метра и более;

– намывные почвы сформированы в приморских районах города путем намыва на побережье со дна Финского залива слабо заиленных песков и супесей. Для намыва использовались средства гидромеханизации и система труб. После отдачи воды намывными грунтами производится застройка территории и их озеленение посредством нанесения на их поверхность привозных плодородных пород. Эта категория земель преобладает в приморских районах города. На намывных грунтах расположены Южно-Приморский парк, парк 300-летия Санкт-Петербурга, большое количество жилых кварталов с озелененными жилыми придомовыми территориями;

– почвы с ненарушенным почвенным профилем, естественно сохранившиеся под лесными насаждениями, но в значительной степени антропогенно измененные. Это почвы бывших окраин города, введенные в планировочную структуру при расширении его границ. Территории подвергались осушению, мелиоративным мероприятиям, прокладыванию дорожной и тропиной сети, дополнительной посадке декоративных деревьев и кустарников. Таковы почвы парка Челюскинцев, Сосновки, Лесотехнического университета, Пискаревского лесопарка и других объектов.

Основные функции городских почв носят двойственный характер. Почвы в городе являются средой, в которой размещаются корневые системы растений, обеспечивая их рост, развитие, долголетие, декоративные качества. Деревья, кустарники, газоны выполняют важные средоохранные, средоформирующие, санитарно-гигиенические функции в городской среде, являются зеленым фильтром, снижающим степень загрязнения воздуха, осуществляют выработку кислорода, являются местом отдыха населения, выполняют почвозащитную роль и сдерживают пылеобразование. В то же время, открытые, лишенные травяного покрытия, участки почв, способны к пылеобразованию и увеличению общей запыленности воздуха.

На основе исследований, проведенных на объектах озеленения города, изучения состава и свойств почв, особенностей функционирования и оценки их экологического состояния сформулированы основные требования, предъявляемые к городским почвам. Почвы города должны удовлетворять следующим критериям.

1. Содержать достаточное количество органического вещества и элементов питания, необходимых для длительного произрастания газонных трав, деревьев и кустарников.

2. Обеспечивать создание оптимального водно-воздушного режима для роста растений.

3. Не содержать веществ, токсичных для растений и опасных для окружающей среды.

Урбаноземы Санкт-Петербурга имеют специфические особенности, обусловленные как природными (зона промывного водного режима), так и техногенными факторами, а также условиями эксплуатации (ухода) зеленых насаждений.

На условия почвообразования в городских экосистемах влияют такие процессы как нарушение биологического круговорота веществ и элементов, обусловленное скашиванием травы на газонах и осенним сбором листвы, загрязнение почв различными поллютантами, проводимые подкормки минеральными и органическими удобрениями, периодически осуществляемые капитальные ремонты объектов озеленения.

Среди факторов почвообразования, сформулированных основоположником отечественного почвоведения В.В. Докучаевым (климат, рельеф, растительные и животные организмы, материнская горная порода и время) хозяйственная деятельность человека не выделена, но именно она становится ведущим фактором в условиях мегаполисов.

Особенности почвообразования, протекающего в городских экосистемах, могут быть представлены в виде проводимых мероприятий и природных процессов.

Снятие плодородного слоя почвы с участков будущей застройки перед началом строительных работ с целью его последующего использования на объектах озеленения.

Вынос питательных веществ со скошенной травой, опавшей листвой, приводящий к снижению плодородия почв, нарушению природного цикла круговорота питательных веществ.

Иссушение почв, вследствие строительства фундаментов, прокладки инженерных коммуникаций, отвода воды через ливневую канализацию.

Деградация почв под воздействием отрицательных факторов городской среды, уменьшение содержания гумуса,

А) При озеленении объектов искусственное нанесение растительной земли на поверхность минеральных грунтов под создаваемые газоны, подготовка посадочных мест под деревья и кустарники с заменой грунта в посадочных ямах на растительную землю.

Б) Подкормка зеленых насаждений органическими и минеральными удобрениями для восполнения содержания питательных веществ.

В) Проведение искусственных поливов зеленых насаждений: деревьев, кустарников, газонных трав.

Г) Периодическое проведение капитальных ремонтов объектов озеленения, снятие и вывоз

мощности гумусового горизонта,		загрязненного почвогрунта,
увеличение плотности почв,		заготовка и использование
захламливание территории и т.д.		привозной растительной земли.

Почвообразование в городских экосистемах (правая сторона колонки) происходит благодаря хозяйственной деятельности человека, при его активном участии. По своей значимости хозяйственная деятельность в мегаполисах превалирует над другими факторами почвообразования. В этом случае правомочно говорить об искусственно созданных городских экосистемах и искусственно поддерживаемом почвообразовании.

В антропогенно нарушенных экосистемах среди факторов почвообразования следует назвать, прежде всего, литологический (материнская горная порода, грунты). Вынесенные при горных, строительных и иных работах на дневную поверхность породы (грунты) и размещенные на поверхности отходы (полигоны, свалки и т. д.), как правило, имеют различный гранулометрический и химический состав и поначалу полностью лишены как почв, так и растительности. Нанесение плодородного слоя почвы на поверхность стимулирует развитие почвообразовательных процессов. Требования к почвам при лесной рекультивации менее жесткие, чем при сельскохозяйственном направлении. Под пашню необходимо формирование рельефа в 2-3 градуса, более жесткие требования предъявляются к сельскохозяйственным угодьям по содержанию тяжелых металлов в связи с возможной их миграцией в пищевую цепь.

В разных климатических условиях, на различных по гранулометрическому и химическому составу грунтах, почвообразование и самозаращение антропогенно нарушенных участков характеризуются различной скоростью. Наши наблюдения, проведенные за процессами самозаращения и почвообразования на нарушенных землях в различных регионах страны, свидетельствуют о том, что на суглинистых грунтах процессы почвообразования протекают активнее, по сравнению с песчаными или глинистыми. Но практически всегда процесс формирования почв идет по зональному типу, на нарушенных землях формируются черты, присущие зональным типам почв. На примере золы, полученной при сжигании осадка сточных вод Северных очистных сооружений Санкт-Петербурга, рассматриваются особенности формирования растительного покрова. На этом объекте, несмотря на высокое содержание тяжелых металлов, очень низкое содержание органического вещества, несбалансированность элементов питания растений в течение первого же вегетационного сезона, весь опытный участок (включая контроль) независимо от того, вносились удобрения или не вносились, был полностью заселен травянистыми видами, произрастающими поблизости. В результате простейших приемов рекультивации (планировка участка и посев многолетних трав),

природного процесса заноса на участок семян дикорастущих растений, сформировался растительный покров, способный закрепить поверхность, противостоять эрозии, улучшить санитарно-гигиенические условия. В то же время здесь пока трудно говорить о почвообразовании как таковом.

## **SOIL FORMATION IN URBAN AND ANTHROPOGENICALLY DISTURBED ECOSYSTEMS**

Kapelkina L.P., kapelkina@mail.ru

Gorbunova E.A., gea-93@mail.ru

*St. Petersburg Research Center for Environmental Safety of the Russian Academy of Sciences is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Scientific Institution "St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences"*

**Keywords:** soil formation, urban and anthropogenically disturbed ecosystems, economic activity.

**Abstract.** The artificially formed and preserved natural soils on the territory of St. Petersburg have undergone significant changes. The main categories of soils at landscaping sites and features of soil formation in urban and anthropogenic disturbed ecosystems are considered. The requirements for urban soils are formulated. The predominant factor of soil formation in megacities is human economic activity. In anthropogenic disturbed ecosystems, the main factors are lithological, climate and time.

## **ЗАМЕДЛЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Коломейцева Д.Н.

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** почва, смена видов использования почв, агрохимическая характеристика, восстановление почв, сельскохозяйственное использование

**Аннотация:** В статье рассматриваются возможные факторы, мешающие восстановлению почв, и показатели этого, на примере почв в Ленинградской области, бывших в сельскохозяйственной эксплуатации.

**Введение:**

Несмотря на важность ведения сельского хозяйства, необходимо учитывать его влияние на почву, особенно в контексте последующего использования земель. Пахотные работы, включая расчистку местности от растительности, произрастающей там изначально, изменение агрохимических характеристик верхних горизонтов почвы с помощью удобрений (или привоза новой почвы с необходимыми свойствами), посев нетипичных для местности растений и уход за ними, последующая уборка урожая, обнажающая почву, всё это приводит к эрозии, уплотнению почв, нарушению естественных фитоценозов.

Санкт-Петербург и близлежащая область (пригороды) относятся к районам с активным ведением сельского хозяйства, с повышенным внесением удобрений и урожайностью культур, повышенным загрязнением почв при смене сельскохозяйственного использования на другие виды [1], что происходит довольно часто. И если для крупной застройки или возобновления ведения сельского хозяйства отсутствие или малое количество деревьев и крупных кустарников скорее положительный аспект, то в случае частной застройки или устройства парков и скверов замедленное восстановление древесной растительности будет отрицательным аспектом и может быть признаком серьёзного нарушения и даже смены эдафотопы на изначально нетипичный для данной местности.

**Исследование:**

Целью исследования было выявить причины замедленного восстановления почв в данной местности с использованием наиболее простых и доступных методов.

Для исследования были взяты образцы верхних почвенных горизонтов, со средней глубины 5-10 см, через сутки после дождя. Расстояние между двумя наиболее удалёнными друг от друга местами сбора образцов составляет менее 1 км.

Место сбора образцов: Граница Санкт-Петербурга и Ленинградской области: Павловск, Пушкинский район и Фёдоровское городское поселение, Тосненский район.

Место было выбрано в связи с наличием близкорасположенных друг относительно друга участков с различными видами использования.

Взаиморасположение мест сбора образцов на спутниковом снимке, с обозначением мест сбора, соответствующим номерам образцов(рис. 1):



Рисунок 1. Взаиморасположение мест сбора.

Образец 1:

Место: коттеджный посёлок Киссолово Юг.

Координаты: 59.666417, 30.505758

Преобладающая растительность: Травянистые растения: *Tussilago* (мать-и-мачеха), *Urtica dioica* (крапива двудомная), различные *Pooideae* (мятликовые: плевел многолетний, тимopheевка и др), *Sonchus arvensis* (осот полевой).

Внешняя характеристика почвы: Очень плотное сложение, тяжёлый суглинок.

Образец 2:

Место: Фёдоровское городское поселение, Тосненский район. Неэксплуатируемое поле.

Координаты: 59.664270, 30.503253

Преобладающая растительность: Травянистые растения: *Taraxacum officinale* (одуванчик обыкновенный/лекарственный), *Trifolium pratense* (клевер луговой), *Roa trivialis* (мятлик обыкновенный).

Внешняя характеристика почвы: относительно плотное сложение, суглинок

Образец 3:

Место: Павловск, Пушкинский район. Поросший лесом участок

Координаты: 59.664644, 30.502012

Преобладающая растительность:

Травянистые растения: *Artemisia absinthium* (полынь горькая), *Artemisia vulgaris* (полынь обыкновенная), *Calamagrostis* (вейниковые),

Древесные растения: *Populus tremula* (осина обыкновенная)

Внешняя характеристика почвы: с плотным переплетением корней, сама рыхловатая.

Образец 4:

Место: Павловск, Пушкинский район, эксплуатируемое поле.

Координаты: 59.658838, 30.502336

Преобладающая растительность: Травянистые растения: на момент сбора культура собрана, предположительно картофель. На необработанном участке территории присутствуют мятликовые.

Внешняя характеристика почвы: рыхловатое сложение. Присутствуют включения.

На территории сбора всех четырёх образцов присутствуют растения семейства Мятликовые, на территории сбора образцов 1 и 3 (далее области 1 и 3) встречается борщевик Сосновского.

За границами ранее обрабатываемых территорий областей 1 и 2 древесные растения присутствуют в небольшом количестве (что можно увидеть на спутниковом снимке (рис. 1)).

Визуальное наблюдение за данными областями осуществлялось на протяжении пяти лет, за это время растительность в пределах ранее обрабатываемых территорий не претерпела существенных изменений. При этом за пределами этих участков древесные растения развивались и появлялись новые.

В качестве ключевых и при этом наиболее просто определяемых показателей состояния почвы были взяты актуальная и обменная кислотности, а также наличие карбонатов, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические свойства почв

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Актуальная кислотность	6,5	5,8	4,6	6,3
Обменная кислотность	6	5,6	4,5	6,9
Карбонаты	Не обнаружены			

Поскольку область 3 подвергалась наименьшему вмешательству, мы можем характеризовать показатели образца с данного участка как типичные для данной местности. С другой стороны недавно обрабатываемая область 4 имеет численно большую обменную кислотность, чем актуальную, что в сочетании с данными по образцу 3 указывает на применение значительного количества известкующих удобрений, в том числе накапливаемых в почве.

Так показатели образцов 1 и 2, присутствующие за пределами ранее обрабатываемых территорий древесные растения, и, по-видимому, изначально сильноокислая почва позволяют сделать вывод о том, что при сельскохозяйственном использовании этих земель также были использованы известкующие удобрения.

**Вывод:**

В сочетании с другими сельскохозяйственными мероприятиями, такими как вырубка, корчевание и пашка, внесение удобрений, значительно меняющих агрохимическую характеристику почвы, может серьёзно замедлить восстановление типичной для данной местности древесной растительности и даже сменить тип фитоценоза с лесного на степной или луговой после прекращения сельскохозяйственной деятельности.

При смене сельскохозяйственного типа использования почв на другой и проведения мероприятий по их восстановлению следует учитывать не столько оптимальные для выращивания культур агрохимические характеристики, сколько изначальные для данной местности (или характеристики почв в ближайших не подвергнутых недавней обработке областях с естественной для данного района растительностью).

**Библиографический список**

1. Национальный атлас почв Российской Федерации : атлас / МГУ им. М. В. Ломоносова, фак. почвоведения, О-во почвоведов им. В. В. Докучаева ; редкол.: Шоба С. А. (гл. ред.) [и др.]. - М. : Астрель: Аст, 2011. - 631 с

## **SLOW SOIL RECOVERY AFTER AGRICULTURAL USE**

Kolomeytseva D.N.

*Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov*

**Keywords:** *soil, change of soil use, agrochemical characteristics, soil recovery, agricultural use*

**Abstract:** *The article examines possible factors that hinder soil recovery and its indicators, Using the example of soils in the Leningradskaya oblast' that were in agricultural use.*

## **РОЛЬ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ПАРКОВ В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ**

Кононова А.О., [kononova-aleksasha-00@bk.ru](mailto:kononova-aleksasha-00@bk.ru)

*Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина*

Шкуренок Е.Д., [shkurenkov@spbftu.ru](mailto:shkurenkov@spbftu.ru)

*Санкт-Петербургский Лесотехнический университет им. С. М. Кирова*

**Ключевые слова:** зелёные насаждения, парки, устойчивость почв, биоразнообразие, эрозия, экология, почва, климатические условия, макроклимат, загрязняющие вещества, экосистемы.

**Аннотация:** Зелёные насаждения и парки играют ключевую роль в поддержании устойчивости почв. Так как они поддерживают и увеличивают биоразнообразие, улучшают микроклимат и способствуют улучшению качества почвы. В данной статье рассматриваются способы воздействия зелёных насаждений на почву, их значение.

В последние десятилетия наблюдается значительное увеличение темпов урбанизации, что приводит к изменению природных ландшафтов и ухудшению экологической ситуации в городах. В условиях стремительного роста городских агломераций, когда площадь застроенных территорий постоянно увеличивается, а зелёные насаждения и парки становятся все более редкими, возникает необходимость в изучении их роли в поддержании устойчивости почвы и общего экологического здоровья городской среды. В данной работе будут освещены несколько ключевых тем, связанных с ролью зелёных насаждений и парков в поддержании устойчивости почвы.

Эрозия почвы представляет собой одну из наиболее актуальных проблем, с которой сталкивается современное сельское хозяйство и экология в целом. Зелёные насаждения, включая леса и парки, играют важную роль в предотвращении и замедлении этого процесса. Основное влияние растительности на почвенный покров обусловлено их корневыми системами, которые служат не только для получения воды и питательных веществ, но и для укрепления структуры почвы.

Корни растений, проникая в почву, образуют своеобразную сеть, увеличивая её прочность и сопротивляемость эрозии. Этот природный механизм особенно заметен на склонах, где отсутствие растительности способствует активному смыву почвы.

Кроме корневых систем, самые верхние части растений также способны воздействовать на климатические условия и распределение осадков. Листья, например, задерживают дождевую воду, способствуя её медленному проникновению в почву и уменьшая объём поверхностного стока. Это дополнительно уменьшает риск эрозии, так как вода, проникая в почву, не вызывает её смыва.

Важную роль в формировании микроклимата играют зеленые насаждения и парки. Заметить это можно именно в городских массивах, в виду урбанизации. Насаждения создают потоки воздуха, снижают уровень загазованности и нагрева, а также работают как естественные модули для управления влагой. Вовлеченность растительности в водный цикл и температурный режим заметно улучшает комфорт городской среды.

Наиболее очевидным является климатообразующий эффект, который достигается за счёт охватывающей бьющейся за пределами городов растительности, влияющей на общий радиационный баланс. Исследования показывают, что зелёные насаждения могут снижать напряжение солнечной радиации до семи раз по сравнению с открытыми пространствами.

Кроме того, зелёные насаждения улучшают соотношение влажности и температуры в воздухе. Деревья и кустарники испаряют воду через листья, что способствует образованию слоев более прохладного и увлажнённого воздуха. В условиях повышения температур и ухудшения экологической ситуации, такое изменение становится особенно актуальным.

Зелёные насаждения также играют значительную роль в поглощении звуковой энергии. Исследования утверждают, что они могут абсорбировать до 70% звуков, создаваемых окружающим миром, что актуально для шумных городских пространств.

Ввиду всех этих факторов, создание и поддержание зелёных насаждений в городах становится обязательным элементом их планировки. Это не только улучшает качество жизни для жителей, но и способствует более эффективному управлению ресурсами и устойчивому развитию территорий.

Поглощение загрязняющих веществ растениями представляет собой важный процесс, влияющий на качество окружающей среды. Растения не только уменьшают уровни токсичных веществ в воздухе, но и способны аккумулировать их в своем теле, что играет ключевую роль в экосистемах. Механизмы, с помощью которых растения достигают этого, разнообразны. Например, они могут трансформировать вредные соединения в менее опасные формы, связывая их в своих клетках или переводя в нетоксичные продукты.

Корневые системы растений выделяют эксудаты, которые стимулируют рост микробов и других организмов, разрушающих эти загрязнители. Это взаимовыгодное отношение между растениями и микроорганизмами способствует улучшению качества почвы и воздуха.

Лесные экосистемы играют важную роль в поглощении углекислого газа и других загрязняющих газов. Исследования показали, что количество поглощаемых загрязняющих веществ увеличивается при наличии стресс-факторов, таких как озоновое загрязнение или повреждение.

Важным аспектом является то, как различные деревья реагируют на загрязненный воздух. Например, древесные растения способны улучшать

качество воздуха в городах, удаляя твердые частицы, озон и диоксиды. Это становится критическим для здоровья людей, особенно в условиях городской среды, где уровень загрязнения часто превышает допустимые нормы.

Стоит отметить, что наблюдения показывают, что деревья не всегда делают это в одинаковой степени. Некоторые исследования показывают, что комбинация различных пород может обеспечить более высокую эффективность в отношении очистки воздуха, за счёт синергетического эффекта различных систем.

Замечено также, что на способность растений поглощать загрязнители влияют не только их биологические характеристики, но и экзогенные факторы, такие как климатические условия и тип почвы. Например, в условиях стресса (засуха или избыток влаги) растения могут изменять свои механизмы поглощения и трансформации загрязняющих веществ.

Зелёные насаждения и парки представляют собой неотъемлемую часть городской экосистемы, играя ключевую роль в поддержании устойчивости почвы и улучшении экологического здоровья городов. В условиях стремительной урбанизации, когда площади, занятые природными экосистемами, сокращаются, а количество загрязняющих факторов возрастает, значение зелёных насаждений становится особенно актуальным. В данной работе мы рассмотрели несколько аспектов, касающихся влияния зелёных насаждений на устойчивость почвы, включая их роль в предотвращении эрозии, улучшении микроклимата и поглощении загрязняющих веществ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Почвоведение. Учебник для бакалавров. Вальков В. Ф. Казеев К. Ш. Колесников С. И. 2014г.
2. Физиологические основы устойчивости растений. Жидкова Е. Н. 2017г.
3. Эрозия и охрана почв. Кузнецов М. С.; Глазунов Г. П. 2024г.

#### THE ROLE OF GREEN SPACES AND PARKS IN MAINTAINING SOIL STABILITY

Kononova A.O., [kononova-aleksasha-00@bk.ru](mailto:kononova-aleksasha-00@bk.ru)

Leningrad State University named after A.S. Pushkin

Shkurenkov E. D., [shkurenkov@spbftu.ru](mailto:shkurenkov@spbftu.ru)

St. Petersburg Forestry Engineering University named after S. M. Kirov

**Keywords:** green spaces, parks, soil stability, biodiversity, erosion, ecology, soil, climatic conditions, macroclimate, pollutants, ecosystems.

***Abstract:*** Green spaces and parks play a key role in maintaining soil stability. As they maintain and increase biodiversity, improve the microclimate and contribute to improving soil quality. This article discusses the ways in which green spaces affect the soil and their significance.

## ТЕМПЕРАТУРА ВЕРХНИХ СЛОЁВ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ДИНАМИКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ CO<sub>2</sub> В ПОСЛЕПОЖАРНОМ СОСНЯКЕ БРУСНИЧНО-ЛИШАЙНИКОВОМ

Кудрявцев Р.В., kudriavtsevroman@mail.ru

*Сыктывкарский лесной институт (филиал) Санкт-Петербургского государственного университета имени С.М. Кирова*

*Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина*

**Ключевые слова:** Эмиссия CO<sub>2</sub>, эдафические факторы, температура почвы, сосняк бруснично-лишайниковый.

**Аннотация:** В работе представлены результаты исследования интенсивности почвенной эмиссии CO<sub>2</sub> в послепожарном сосняке бруснично-лишайниковом в Троицко-Печорском районе Республики Коми. В течение вегетационного сезона эмиссия достигает пика во второй половине августа и сильно зависит от температуры почвы на глубине 3-5 см, а также мощности органического горизонта.

Почва – крупнейший природный источник атмосферного углерода. По некоторым оценкам, в результате дыхания почв всей планеты в атмосферу ежегодно поступает от 58 до 100 гигатонн чистого углерода, главным образом в форме диоксида углерода [6, 8]. Значительная вариабельность данного показателя обусловлена динамикой климатических факторов, антропогенным воздействием и недостаточной степенью изученности процесса почвенного дыхания на различных территориях и при различных экологических условиях. Продолжающиеся по всему миру исследования постепенно пополняют базу знаний о потоках CO<sub>2</sub> из почвы, однако некоторые территории по-прежнему остаются малоизученными. Так, в Республике Коми слабо изучены леса, пройденные пожарами, особенно в восточной части региона.

Цель данной работы – выявить влияние температуры верхних почвенных горизонтов на выделение CO<sub>2</sub> из почвы в послепожарном сосняке бруснично-лишайниковом в летний сезон.

Задачи:

1. Оценить изменение мощности подстилки в сосняке бруснично-лишайниковом на участке, пройденном беглым низовым пожаром;
2. Изучить сезонную динамику интенсивности почвенной эмиссии CO<sub>2</sub> и определить её сезонный пик;
3. Выявить степень зависимости интенсивности почвенного дыхания на данном участке от температуры верхнего слоя почвы.

Ранее было установлено, что на ненарушенном участке сосняка бруснично-лишайникового в пределах данной территории значительное влияние на поток диоксида углерода из почвы оказывают температура и

влажность верхних слоёв почвы, при этом определяющий фактор – температура [4].

Работы проводили в течение летнего сезона 2024 года на территории Троицко-Печорского района (юго-восток Республики Коми). Исследуемый участок в сосняке бруснично-лишайниковый, пройден низовым пожаром в 2011 году. Спустя 13 лет проективное покрытие напочвенного покрова частично восстановилось, лучше всего восстановилась брусника, а лишайниковый покров, наоборот, значительно сократился и подвергся сильным изменениям видового состава. В настоящее время на участке преобладают лишайники *Cladonia crispata*, *Cl. fimbriata*, *Cl. cornuta*, *Cl. sulphurina*, *Cl. carneola*, *Cl. borealis*, *Trapeliopsis granulosa*, *Placyniella uliginosa*; встречаются мхи *Dicranum polisetum*, *Pleurozium schreberi*, *Pohlia nutans*. Древостой представлен сосной обыкновенной (*Pinus Sylvestris*) с незначительной примесью сосны сибирской (*Pinus Sibirica*) в угнетённом состоянии. Мощность органического слоя почвы на данном участке составляет 2-4 см, в то время как на прилегающем незатронутом пожаром участке – 1-2 см.

Для регистрации потоков CO<sub>2</sub> с поверхности почвы выбрали учётную площадку в межкрановом пространстве. На этой площадке радиально разместили 5 пластиковых колец диаметром 20 см, которые углубили в почву на 10 см. Живой напочвенный покров внутри колец удалили, оставив только подстилку. Измерения почвенной эмиссии CO<sub>2</sub> осуществляли с 13:00 до 15:00 МСК с начала июня по конец августа с периодичностью 10 дней. Использовали инфракрасный газоанализатор LI-8100А в комплекте с тёмной закрытой камерой диаметром 20 см и ноутбуком HP. Температуру почвы измеряли на глубине 3-5 см, где наблюдается наибольшая микробная активность, применяли специальный датчик почвенной температуры, который подключали к газоанализатору. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программы Microsoft Excel.

По результатам обследования территории установили, что в результате беглого низового пожара подстилка в сосняке сохранилась, а погибший живой напочвенный покров стал частью подстилки. Наиболее высокие значения почвенной эмиссии CO<sub>2</sub> наблюдали во второй половине августа ( $2,20 \pm 0,21$  мкмоль м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>). Почвенная эмиссия CO<sub>2</sub> после пожаров значительно снижается, когда выгорает торф, и тем самым сокращается запас органического вещества [2]. На исследованном участке соснового леса после пожара толщина подстилки увеличивалась, возможно, тем самым создав больше питательных ресурсов для микробных сообществ. Поэтому значения эмиссии CO<sub>2</sub> оказались несколько выше, чем в сосняках лишайниковых не пройденных пожаром Тюменской области [3] и юго-запада Республики Коми [5]. Кроме того, наличие в почве постпирогенного угля ускоряет разложение тонких корней, способствуя выделению в атмосферу дополнительного CO<sub>2</sub> [1].

Сезонная динамика почвенной эмиссии CO<sub>2</sub> на горелом участке была обусловлена главным образом температурой верхних слоёв почвы, корреляция составила 0,76. Исследования потоков CO<sub>2</sub> на участках сосняков бруснично-лишайниковых, пройденных беглым низовым пожаром, ранее не проводились, однако полученный результат хорошо согласуется с общемировыми данными о значимости температуры субстрата для процесса выделения диоксида углерода в результате деятельности микроорганизмов [7].

По материалам исследования сделаны следующие выводы:

1. После беглого низового пожара происходит увеличение толщины подстилки в сосняке бруснично-лишайниковом, что приводит к увеличению интенсивности почвенного дыхания в последующие годы;
2. Сезонный пик интенсивности почвенной эмиссии CO<sub>2</sub> в послепожарном сосняке бруснично-лишайниковом наступает во второй половине августа;
3. Интенсивность почвенного дыхания в 13-летнем горельнике на юго-востоке Республики Коми на 76% определяется температурой почвы на глубине 3-5 см.

Полученные результаты позволяют оценить интенсивность почвенного дыхания в горельнике сосняка бруснично-лишайникового и получить представления об особенностях сезонного хода эмиссии CO<sub>2</sub> в связи с эдафическими условиями в данном типе экосистемы. Следовательно, горельники, где сохраняется достаточное количество органического вещества являются также продуцентами атмосферного углерода. Учитывая обострение проблемы глобального потепления и увеличение повторяемости лесных пожаров, в атмосферу может выбрасываться больше углерода, чем предполагалось ранее, так как значительный вклад будет вносить послепожарная почвенная эмиссия CO<sub>2</sub>.

Автор выражает благодарность Институту биологии ФИЦ «КНЦ УрО РАН» за предоставленное научное оборудование, Загировой С. В. и Мигловцу М. Н. за руководство научными исследованиями.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брянин, С. В. Постпирогенный уголь ускоряет разложение органического вещества в почвах бореальных лесов / С. В. Брянин, К. Макото // Сборник трудов конференции «Комплексная переработка каустобиолитов угольного ряда на основе инновационных технологий – фундаментальный базис модернизации экономики Дальнего Востока». – 2017. – С. 56-59.
2. Вомперский, С. Э. Условия и последствия пожаров в сосняках на осушенных болотах / С. Э. Вомперский, Т. В. Глухова, М. В. Смагина, А. Г. Ковалев // Лесоведение. – 2007. – № 6. – С. 35-44.
3. Гончарова, О. Ю. Продуцирование диоксида углерода почвами северной тайги Западной Сибири (Надымский стационар) / О. Ю.

Гончарова, Г. В. Матышак, А. А. Бобрик, Н. Г. Москаленко // Криосфера Земли. – 2014. – Т. 18. – № 2. – С. 66-71.

4. Загирова, С. В. Биогенные потоки CO<sub>2</sub> в сосняке бруснично-лишайниковом среднетаёжной подзоны на европейском северо-востоке России / С. В. Загирова, Р. В. Кудрявцев, М. Н. Мигловец // Труды Карельского научного центра РАН. – 2024. – №3. – С. 51-61.

5. Осипов, А. Ф. Влияние межгодовых различий метеорологических характеристик вегетационного периода на эмиссию CO<sub>2</sub> с поверхности почвы среднетаёжного сосняка бруснично-лишайникового (Республика Коми) / А. Ф. Осипов // Почвоведение. – 2018. – № 12. – С. 1455-1463.

6. Le Quere, C. Global Carbon Budget 2016 / C. Le Quere, R. M. Andrew, J. G. Canadell // Earth Syst. Sci. Data. – 2016. – Vol. 8. – P. 605- 649.

7. Liu, Y. The optimum temperature of soil microbial respiration: Patterns and controls / Y. Liu, N. He, X. Wen [et al.] // Soil Biology and Biochemistry. – 2018. – Vol. 121. – P. 35-42.

8. Schlesinger, W. H. Soil respiration and global carbon cycle / W. H. Schlesinger // Biogeochemistry. – 2000. – Vol. 48. – P. 7-20.

## **TEMPERATURE OF THE UPPER SOIL LAYERS AS A FACTOR OF THE DYNAMICS OF SOIL CO<sub>2</sub> EMISSION INTENSITY IN A POST-FIRE CRANBERRY-LICHEN PINE FOREST**

Kudryavtsev R.V., kudriavtsevroman@mail.ru

*Syktvykar Forest Institute (branch) of the S.M. Kirov St. Petersburg State University, Pitirim Sorokin Syktvykar State University*

**Keywords:** CO<sub>2</sub> emission, edaphic factors, soil temperature, cranberry-lichen pine forest.

**Abstract:** The paper presents the results of a study of the intensity of soil CO<sub>2</sub> emission in a post-fire cowberry-lichen pine forest in the Troitsko-Pechora district of the Komi Republic. During the growing season, emissions peak in the second half of August and are highly dependent on soil temperature at a depth of 3-5 cm and the amount organic matter.

## НАДЕЖНОСТЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МОДЕЛЯМИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ

Лемешко Н.А., [n.lemeshko@spbu.ru](mailto:n.lemeshko@spbu.ru)

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова; Санкт-Петербургский государственный университет

**Ключевые слова:** ансамбль моделей, GCMs, температура воздуха, атмосферные осадки, агроклиматические показатели.

**Аннотация:** На основе сравнения расчетов значений температуры воздуха, суммы атмосферных осадков, влажности воздуха 18 моделями общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) с данными метеорологических наблюдений, выполнена оценка их достоверности и точности. Использование различных статистических критериев позволило выбрать лучшие модели, наиболее точно воспроизводящие эмпирические данные. Эти модели составили ансамбль моделей, на основе которого выполнены расчеты агроклиматических показателей и обоснована возможность использования ансамбля моделей для оценки агроклиматических условий региона.

Процесс глобального потепления значительно увеличило количество опасных явлений и иных негативных процессов, происходящих в окружающей среде, обществе и экономике. Глобальное потепление, наблюдаемое в последние четыре десятилетия [1,2] проявляется не только в увеличении температуры воздуха, но и в изменении агроклиматического режима. Для исследования выбрана европейская часть России (Ярославская, Костромская, Вологодская, Новгородская и Тверская области), где продуктивность агрокультур наиболее зависима от метеорологического режима. Численные модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), представляющие физические процессы в атмосфере, океане, криосфере и на поверхности суши, являются наиболее современными инструментами, доступными в настоящее время для моделирования изменений глобальной климатической системы под воздействием естественных и антропогенных факторов. Однако данные моделирования не всегда обладают достаточной достоверностью [3,4]. Важным аспектом применения моделей теории климата для отдельных территорий является изучение точности воспроизведения моделями реального климата. В рамках международных проектов, в том числе CMIP5 и CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project) [5] выполнялось сопоставление более 100 моделей друг с другом. Выполненное сравнение показало, что, несмотря на значительный прогресс в описании многих процессов в атмосфере, океане и на суше, особенно при воспроизведении термического режима [6], точность моделирования режима увлажнения суши еще недостаточна. Поэтому был сделан вывод, что для наиболее

успешного применения моделей следует использовать не одну, а несколько моделей, объединив их результаты в «ансамбльмоделей» [7].

В данном исследовании выполнен анализ достоверности и точности воспроизведения температуры воздуха, режима увлажнения суши и агроклиматических показателей для Европейской территории России (ЕТР).

Для исследования выбраны 18 моделей общей циркуляции атмосферы и океана, входящие в СМIP6 [5]. Данные моделей сравнивались с данными наблюдений 175 метеорологических станций Росгидромета для 1984-2014 гг. [8]. Методика сравнения расчетных параметров МОЦАО с данными наблюдений выполнена в два этапа. На первом этапе выполнена интерполяция модельных результатов в координаты ближайшей метеорологической станции и на втором - оценка точности воспроизведения атмосферных осадков и температуры воздуха в МОЦАО.

Из всех моделей не удалось выделить лучшую с высшим рангом по каждому из трех метеорологических элементов. Так, например, для засушливой зоны юга ЕТР (Астраханская область, Республика Калмыкия, Республика Дагестан) модели завышали среднегодовое количество осадков на 150-200 мм или в относительных погрешностях – на 100% и более. Для северной части Европейской территории России по всем моделям отмечено значительное завышение количества осадков [9].

Выполненные исследования позволили составить ансамбль из лучших моделей. На рис. 1 приведен график изменения температуры воздуха, осредненной для ЕТР по ансамблю моделей и по данным наблюдений сети станций. Приведенные данные близки к оценкам, полученным в [3,6,9], выполненным по более ранним версиям МОЦАО.

Оценки агроклиматических условий территории выполнены на основе нескольких агроклиматических показателей: сумма активных температур воздуха, продолжительность вегетационного и гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) [10]. Эти показатели широко используются специалистами сельского хозяйства, в том числе для оценки агроклиматических условий при изменении климата [11,12]. Наиболее востребованными климатическими индексами для оценки агроклиматических условий являются комплексные показатели, представляющие собой комбинацию температуры воздуха и атмосферных осадков. К числу таких относится ГТК, который учитывает сумму температур воздуха выше +10°C и сумму осадков за тот же период:

$$\text{ГТК} = \frac{P_{\sum T > 10^{\circ}\text{C}}}{0,1 \sum T > 10^{\circ}\text{C}} \quad (1)$$

Для расчёта агроклиматических показателей были использованы среднемесячные и среднесуточные данные 14 метеорологических станций по температуре воздуха и сумме атмосферных осадков на территории Костромской, Вологодской, Новгородской и Тверской областей. Для

оценки тенденции климатических и агроклиматических показателей выполнено сравнение за два смежных периода 1961-1990 гг. и 1991-2020 гг., что позволило выявить климатообусловленные изменения агресурсов (табл. 1).

Таблица 1.

Агроклиматические показатели для двух периодов и их изменения.

Период осреднения	Средняя годовая температура воздуха, °С	Сумма температур воздуха выше +10°С	Продолжительность вегетационного периода ( $t > +5^{\circ}\text{C}$ ), сутки	Сумма осадков, год, мм	ГТК Селянинова
1961-1990 гг.	3,6	1910	130	639,2	1,57
1991-2020 гг.	4,8	2085	138	664,8	1,51
Разность	+1,2	+175	+8	+25,6	-0,06

Из табл.1 следует, что наблюдается рост суммы температур воздуха больше +10°С на 9%, продолжительности вегетационного периода в среднем на неделю (на  $8 \pm 4$  сут., 95%-доверительный интервал). Количество осадков по территории в целом увеличилось незначительно, в пределах межгодовой изменчивости. Коэффициент ГТК, который в среднем равен 1,5 за период 1991-2020 гг., уменьшился на -0,06 относительно базового периода. Согласно Г.Т. Селянинову, данная территория относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения. ГТК как комплексный показатель свидетельствует о том, что термический фактор становится все более и более определяющим по сравнению с увлажнением. Рост температуры воздуха приводит к увеличению испарения, а увеличение количества осадков не компенсирует рост испарения. Таким образом, увлажненность исследуемой территории уменьшается, что может оказать положительный эффект для произрастания сельскохозяйственных культур.

Для каждого агроклиматического показателя были построены пространственные поля распределения на исследуемой территории на основе данных ансамбля моделей МОЦАО за период 1985-2014 гг. Сравнение результатов расчетов по ансамблю моделей и данных наблюдений показало очень хорошее совпадение. Расчетные значения достаточно точно воспроизводят суммы температур больше +10°С и ГТК. Кроме того, географическое распределение показателей закономерно указывает на увеличение ресурсов теплообеспеченности с севера на юг и уменьшение увлажнения от избыточного на северо-западе, до недостаточного на юго-востоке. В качестве примера пространственного поля на Рис.1 приведены карты-схемы распределения суммы температуры воздуха выше +10°С по ансамблю моделей за 1985-2014 гг.

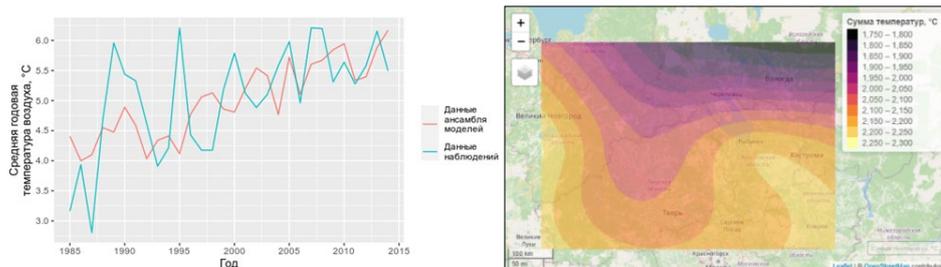


Рис. 1. Средняя годовая температура воздуха (слева) для ЕТР по данным метеорологических наблюдений (синяя линия) и по данным ансамбля МОЦАО (красная линия); сумма температур воздуха выше +10°C.

Оценка достоверности воспроизведения климата в МОЦАО показала большой разброс данных конкретных моделей от реально наблюдаемых значений температуры воздуха, атмосферных осадков и влажности воздуха. Расчеты показали, что использование ансамбля моделей увеличивают надежность расчетов отдельных климатических и агроклиматических параметров, а также специальных агроклиматических показателей. Распределение климатических и агроклиматических показателей, особенно, основанных на температуре воздуха соответствует зональности пространственного распределения на исследуемой территории.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva, Switzerland: IPCC. 2014. 151 pp.
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Научные технологии, 2022. – 124 с.
3. Baker J. et al. Evapotranspiration in the Amazon: spatial patterns, seasonality, and recent trends in observations, reanalysis, and climate models. // HESS. 2021. V. 25. Pp. 2279–2300
4. Павлова В.Н. Агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России при реализации новых климатических сценариев в XXI-ом веке // Труды ГГО. 2013. Вып. 569. С. 20–37.
5. CRPCoupledModelIntercomparisonProject (Phase 6). [Электронный ресурс] – URL: <https://esgf-node.llnl.gov/projects/cmip6/> (дата обращения: 25 августа 2021).
6. Воспроизведение современного климата в новой версии климатической модели ИВМ РАН/ Е.М. Володин, Е.В. Мортиков, С.В. Кострыкин [и др.] // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2017. V. 53. № 2. С. 164–178.
7. WMO-No. 1091, Guidelines on Ensemble Prediction Systems and Forecasting, 2012, p.37.

8. ВНИИГМИ-МЦД. Данные эмпирических наблюдений. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения: 20 июня 2021).
9. Лемешко Н.А., Белокопытова М.А. Анализ достоверности и точности современных модельных сценариев климата для юга Европейской территории России. Экологическая деятельность и экологическое просвещение: региональный аспект. Материалы Всероссийской научной конференции. СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина 16 дек. 2020 г., 2020, с. 136-140.
10. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по с.-х. метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169–178.
11. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Динамика климатообусловленных изменений теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности земледельческой зоны России // Труды ФГБУ «ВНИИСХМ». 2013. Вып. 38. С. 41–53.
12. Грингоф И.Г., А.Д. Клещенко. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том I. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2011. 808 с.

## **RELIABILITY OF REPRODUCTION OF AGRO-CLIMATIC CONDITIONS BY THE GENERAL ATMOSPHERIC CIRCULATION MODEL's**

Lemeshko N.A. n.lemeshko@spbu.ru

*St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov;  
St. Petersburg State University*

**Keywords:** ensemble of models, GCMs, air temperature, atmospheric precipitation, agro-climatic indicators.

**Abstract:** Based on the comparison of calculations of air temperature, precipitation and humidity values for 18 models of the general atmospheric circulation and ocean (GCMs) with meteorological observations, their reliability and accuracy were evaluated. The use of various statistical criteria made it possible to select the best models that most accurately reproduce empirical data. These models made up an ensemble. This ensemble allowed us to calculate the agro-climatic indicators. The paper substantiates the possibility of using an ensemble of models to assess the agro-climatic conditions of the region.

## **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО СОРТА «ЛЕНИНГРАДСКИЙ 809»**

Манакова Ю.С., manakova\_yu95@bk.ru

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет*

**Ключевые слова:** питательный грунт, отход, смесь, райграс пастбищный, кофейный жмых, осадок сточных вод, опилки, минеральный грунт.

**Аннотаци.:** На сегодняшний день важнейшей проблемой для населения является утилизация отходов производства и потребления. Для утилизации отходов требуются огромные затраты, большие площади и применение различных машин, устройств. Альтернативой традиционной утилизации отходов может стать создание на базе отдельных компонентов, входящих в состав отхода, почвосмесей и почвогрунтов[3], которые можно применить для рекультивации нарушенных земель и при озеленении городских агломераций.

Цель исследования – оценка эффективности различных рецептов почвогрунтов (смесей), приготовленных из отходов производства и потребления, при выращивании райграса пастбищного сорта «Ленинградский 809».

Компонентами почвосмеси являлись:

1. Пахотный горизонт дерново-подзолистой почвы – далее контроль (рН – 6,9 ед. рН, органическое вещество – 6,0%).
2. отход кофейного производства[1], получаемый при обмолоте и обжарке кофейного зерна, а также при приготовлении самого напитка – далее КЖ (ТНЕО) (рН – 5,8 ед. рН, органическое вещество – 99,0%).
3. отход производства бумаги и картона – далее ОБ (рН – 6,3 ед. рН, органическое вещество – 72,3%).
4. твердая фракция сточных вод, состоящая из органических и минеральных веществ, выделенных в процессе очистки сточных вод методом отстаивания – далее ОСВ (рН – 6,4 ед. рН, органическое вещество – 56,0%).
5. отход лесоперерабатывающей промышленности. В опыте представлены опилки от переработки сосны – далее ОЛП (рН – 5,5 ед. рН, органическое вещество – 99,0%).
6. оторфованные отходы свиноводческого комплекса, образованные при зарастании лагуны для сбора навозных стоков – далее ОСК (рН – 5,6 ед. рН, органическое вещество – 44,6%).
7. отход комбикормового производства – далее ОКП (рН – 5,7 ед. рН, органическое вещество – 95,0%).

8. отход из отвалов, образованных в результате размещения на поверхности вскрышных пород минерального сырья (отхода) при землеройных и прочих работах – МГ (рН – 4,5 ед. рН, органическое вещество – 0,2%).

Для реализации цели был заложен 8-ми вариантный вегетационный опыт в сосудах массой 1 кг по следующей схеме:

1. Контроль
2. МГ80%+КЖ (ТНЕО)20%
3. МГ75%+КЖ (ТНЕО)15% + ОБ10%
4. МГ80%+ОСВ 10% + ОБ10%
5. МГ75%+ОСВ10% +КЖ (ТНЕО)15%
6. МГ70%+ОСК10% +ОКП20%
7. МГ75%+ОЛП15% + ОСВ 10%
8. МГ80%+КЖ(ТНЕО)5%+ОБ5%+ОСВ5%+ОСК5%+ОКП5%+ОЛП5%

Повторность опыта четырехкратная. В опыте выращивали райграс пастбищный сорта «Ленинградский 809». Райграс пастбищный часто входит в газонные травосмеси, используемые для озеленения. Норма высева составляла 150 семян на сосуд. В ходе исследований фиксировались биометрические показатели и урожайные данные. Биометрические показатели представлены в табл.1.

Таблица 1

**Биометрические показатели райграса пастбищного в течение первого и второго укоса**

Вариант опыта	Всхожесть, %	Высота 10 день, см	Высота 20 день, см	Высота 30 день, см	Высота 40 день, см	Высота 50 день, см
		Первый укос			Второй укос	
Контроль	72,8	10,7	14,1	20,4	11,3	12,1
МГ80%+ КЖ (ТНЕО)20%	78,0	6,1	9,1	9,8	2,6	3,0
МГ75%+ КЖ (ТНЕО)15% + ОБ10%	64,8	6,5	8,0	8,9	2,6	2,7
МГ80%+ОСВ 10% + ОБ10%	92,8	8,1	13,9	22,9	13,8	13,9
МГ75%+ОСВ10% + КЖ (ТНЕО)15%	66,3	6,5	7,9	8,8	5,1	6,4
МГ70%+ОСК10% + ОКП20%	84,5	4,0	10,6	20,2	15,6	22,9
МГ75%+ОЛП15% + ОСВ 10%	88,2	10,2	18,5	19,7	14,1	14,2
МГ80%+КЖ(ТНЕО)5%+ ОБ5%+ОСВ5%+ОСК5% +ОКП5%+ОЛП5%	78,2	6,6	8,2	10,6	13,0	17,6
НСР <sub>05</sub>	4,7	-	-	-	-	-

По данным табл. 1 наибольший процент всхожести растений райграса показал вариант МГ80%+ОСВ 10% + ОБ10% (92,8% к норме высева), наименьший процент всхожести показали варианты МГ75%+КЖ (ТНЕО)15%+ОБ10% (64,8%) и МГ75%+ОСВ10%+КЖ (ТНЕО)15% (66,3%) и были меньше контрольного варианта в 1,1 раз. Отчетливо подтверждается информация, как и в публикациях [2, 4] о замедление роста и развития у растений при применении кофейных отходов.

В опыте отмечено, что динамика роста и развития райграса за первые 10 дней в контрольном варианте была наибольшей, наименьшей была в варианте МГ70%+ОСК10%+ОКП20%, что ниже контрольного варианта в 2,7 раза, однако во второй декаде вариант МГ75%+ОЛП15%+ОСВ 10% превышал контроль в 1,3 раза, а наименьшая динамика роста была в варианте МГ75%+ОСВ10%+КЖ (ТНЕО)15%. На 30 день, самым высоким был вариант МГ80%+ОСВ 10% + ОБ10%, что на 2,5 см выше контрольного варианта, а наименьшая высота была в варианте МГ75%+ОСВ10% + КЖ (ТНЕО)15% на 11,6 см ниже контроля. После укоса растений райграса на 40 и 50 день вариант МГ 70%+ОСК 10% + ОКП20% показал лучшие результаты, самым худшим был вариант МГ75%+ КЖ (ТНЕО)15% + ОБ10% (2,7 см).

Таким образом, в вариантах с применением кофе отмечена наихудшая скорость отрастания зеленой массы. Растения развиваются медленнее и визуально выглядят хуже, чем в других вариантах, более того, в данных вариантах на поверхности было заметно наличие плесневых грибов.

В ходе эксперимента проводили 2 укоса райграса пастбищного. Урожайные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Масса райграса пастбищного после первого и второго укоса**

Вариант опыта	Зеленая масса, г	Сухая масса, г	Зеленая масса, г	Сухая масса, г
	Первый укос		Второй укос	
Контроль	4,2	0,5	1,25	0,24
МГ80%+ КЖ (ТНЕО)20%	0,83	0,14	0,26	0,03
МГ75%+ КЖ (ТНЕО)15% + ОБ10%	0,66	0,13	0,16	0,02
МГ80%+ОСВ 10% + ОБ10%	6,49	0,73	2,24	0,49
МГ75%+ОСВ10% + КЖ (ТНЕО)15%	0,77	0,13	0,31	0,04
МГ70%+ОСК10% + ОКП20%	4,78	0,55	5,7	0,7
МГ75%+ОЛП15% + ОСВ 10%	8,96	1,17	2,05	0,43
МГ80%+КЖ(ТНЕО)5%+ОБ5%+ОСВ5%+ОСК5%+ОКП5%+ОЛП5%	1,18	0,16	2,42	0,31
НСР <sub>05</sub>	1,033	0,113	0,811	0,094

По результатам измерения зеленой и сухой массы райграсса после первого укоса можно отметить, что наибольшей массой обладал вариант МГ75%+ОЛП15% + ОСВ 10% и в 2 раза превышал контрольный вариант, так же варианты МГ80%+ОСВ 10% + ОБ10% и МГ70%+ОСК10% + ОКП20% были выше контроля в 1,5 и 1,1 раза соответственно. Самым худшим вариантом оказался МГ75%+ КЖ (ТНЕО)15% + ОБ10%, он был ниже контроля в 6,4 раза. Остальные варианты опыта также были ниже контрольного варианта.

По результатам второго укоса по массе растений видно, что наибольшая масса была в варианте МГ70%+ОСК10% + ОКП20% и была в 4,5 раза выше контроля. Самым худшим вариантом являлся МГ75%+ КЖ (ТНЕО)15% + ОБ10% и был в 7,8 раз ниже контрольного варианта.

Таким образом, по полученным данным наилучшими смесями для выращивания райграсса пастбищного являлись МГ80%+ОСВ 10% + ОБ10%, МГ70%+ОСК10% + ОКП20%, МГ75%+ОЛП15% + ОСВ 10%.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ежова М.В., Платов Ю.Т. Использование кофейных отходов в качестве удобрения в рамках политики «экономика замкнутого цикла» // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2023. – Т. 243, № 5. – С. 352-361. – DOI 10.38197/2072-2060-2023-243-5-352-361.
2. Малюхин Д.М., Бакина Л.Г., Орлова Е.В., Орлова Е.Е. Агроэкологическая оценка органогенных субстратов, используемых при рекультивации полигона ТБО // Агрехимия. – 2016. – № 10. С. 80-88.
3. Малюхин Д.М., Бардина В.И., Бакина Л.Г. Оценка экотоксичности новых органогенных субстратов, используемых при рекультивации полигона ТБО // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – № 206. С. 55-64.
4. Ciesielczuk T., Rosik-Dulewska C., Poluszyńska J. [et al.] Acute Toxicity of Experimental Fertilizers Made of Spent Coffee Grounds // Waste and Biomass Valorization. – 2018. – Vol. 9, No. 11. – P. 2157-2164. – DOI 10.1007/s12649-017-9980-3.

#### **DEVELOPMENT OF RECIPES FOR THE PREPARATION OF SOILS BASED ON PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE DURING THE CULTIVATION OF RYEGRASS OF THE PASTURE VARIETY "LENINGRADSKY 809"**

Manakova Yu.S., manakova\_yu95@bk.ru  
*St. Petersburg State Agrarian University*

**Keywords:** nutrient soil, waste, mixture, pasture ryegrass, coffee cake, sewage sludge, sawdust, mineral soil.

***Abstract:*** Today, the most important problem for the population is the disposal of production and consumption waste. Waste disposal requires huge costs, large areas and the use of various machines and devices. An alternative to traditional waste disposal can be the creation of soil mixtures and soils on the basis of individual components that make up the waste [3], which can be used for the reclamation of disturbed lands and for landscaping urban agglomerations.

## **АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ПОЧВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Рогозина А.Е., arina.rog.a@mail.ru

*Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина*

Степанов И.А., ishoph@yandex.ru

*Санкт-Петербургский Государственный Лесотехнический Университет им. С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** почвы, почвенные ресурсы, Ленинградская область, охрана почв.

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные проблемы, влияющие на состояние почв, а также методы по их сохранению. Охрана почв Ленинградской области является важной задачей, связанной с сохранением природных ресурсов и обеспечением устойчивого развития сельского хозяйства. Осуществление комплексного подхода к охране почв Ленинградской области позволит не только сохранить этот ценный ресурс, но и повысить качество жизни населения региона, обеспечивая продовольственную безопасность и устойчивое развитие экосистемы Ленинградской области.

Почва — это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени. Почвы имеют особый органоминеральный состав. В процессе почвообразования происходит накопление гумуса и других сложных органических соединений. Почвы обогащаются так же биогенными вторичными алюмосиликатными минералами, биофильными элементами и, таким образом, приобретают особое свойство — плодородие. Как следствие плодородия почвенный покров обладает способностью обеспечивать рост и продуктивность растений, т.е. производить урожай. Это свойство почвы является одним из условий существования человека и возникновения сельского хозяйства со всеми его отраслями. (По Валькову В.Ф.) [1].

Ленинградская область расположена в северо-западной части Восточно-Европейской равнины. Северная часть Карельского перешейка находится на южной окраине Балтийского щита. Рельеф области равнинный. Наибольшие площади занимают Ильмень-Волховская, Южно-Приладожская, Лужско-Оредежская, Привуоксинская сильно заболоченные низменности. Южнее Финского залива и Ладожского озера протягивается Балтийско-Ладожский уступ (глинт). Наиболее приподнята восточная часть области, где в субмеридиональном направлении протягиваются северные отроги Валдайской и Олонецкой возвышенностей. В юго-западной части области – платообразная Ижорская

возвышенность. В Ленинградской области преобладают различные варианты подзолистых почв под хвойными лесами и хвойно-мелколиственными лесами. На переувлажнённых равнинах с близким залеганием грунтовых вод под лесами развиты дерново-подзолисто-глеевые и торфянисто-подзолисто-глеевые почвы. На сельскохозяйственных угодьях и под мелколиственными лесами с травяным покровом формируются дерново-подзолистые и дерново-глеевые почвы. В пределах Балтийского щита на моренных отложениях, покрывающих гряды из кристаллических пород, преобладают бурозёмы, ржавозёмы и подбуры. На богатых карбонатами породах (главным образом на моренных суглинках Ижорской возвышенности) развиты дерново-карбонатные почвы. Значительную площадь занимают торфяные болотные почвы (в основном верховые). В поймах крупных рек распространены аллювиальные почвы. Образовательные процессы подзолистых почв включают в себя: лессивирование, оглеение и оторфовывание [2].

В структуре сельскохозяйственного производства Ленинградской области устойчиво доминируют сельскохозяйственные организации (81,5 %; 2021); доля хозяйств населения – 14,9 %, крестьянских (фермерских) хозяйств – 3,6 %. Объём производства сельскохозяйственной продукции составляет 110,6 млрд руб. (2021; 51,4 млрд руб. в 2010); 1,4 % от сельскохозяйственного производства в России и 33,7 % общего объёма Северо-Западного федерального округа. Темпы роста в 2021 г. немного превосходили среднероссийские (101,2 % против 99,6 % в целом по РФ). 73,9 % сельскохозяйственной продукции в стоимостном выражении приходится на животноводство (2021; 65,2 % в 2010), 26,1 % – на растениеводство (34,8 % в 2010). Площадь сельскохозяйственных угодий остаётся практически неизменной с 2005 г.: 798,5 тыс. га в 2021, 798,6 тыс. га в 2015, 798,4 тыс. га в 2005. Структура сельскохозяйственных угодий (%; 2021): 54,3 занимает пашня, 24,4 – сенокосы, 15,7 – пастбища, 5,6 – многолетние насаждения [2].

Исходя из таких данных, не трудно догадаться, что интенсивное сельское хозяйство негативно сказывается на состоянии почв региона. Следовательно, необходимы меры охраны почв Ленинградской области для их сохранения.

Для создания действенных систем охраны почв используются эффективные механизмы оценки качества почвенного покрова. Почвоохранные мероприятия необходимо проводить не только в случае резкого ухудшения качества почв, но и в целях предотвращения негативных процессов. При оценке различных типов деградации земель применяют модели, описывающие степень отклонения от не деградированного (эталонного) состояния и позволяющие определить необратимость причинённых окружающей природной среде (экосистемам) нарушений. В практике природо- и землепользования используется

логистическая модель зависимости качества экосистем (в том числе почв) от антропогенной нагрузки.

Государственный контроль в области охраны почв осуществляется в рамках государственного экологического контроля, государственного контроля за использованием и охраной земель и контроля за обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия населения и включает в себя: контроль за состоянием почв при осуществлении хозяйственной и иной деятельности; контроль за выполнением требований и нормативов в области охраны почв; контроль за проведением мероприятий, предусмотренных землеустроительной, градостроительной и иной документацией, содержащей мероприятия по предотвращению деградации и загрязнения почв, восстановлению почв и ликвидации негативных процессов в почвах; контроль за достоверностью сведений, предоставляемых о состоянии почв, за принятием мер по устранению выявленных нарушений в области охраны почв [3].

В целях сохранения природного разнообразия почв редкие и находящиеся под угрозой исчезновения почвы подлежат особой охране и заносятся в Красную книгу почв, которая ведётся на основе систематически обновляемых данных о состоянии почв и о необходимых мерах по их сохранению и восстановлению.

Охрана почв Ленинградской области является важной задачей для обеспечения устойчивого развития региона. Слаженные усилия государственных структур, научных организаций и местного населения могут привести к значительным улучшениям в состоянии почв и экосистемы региона в целом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Почвоведение: учебник для бакалавров. – М., Юрайт: 2014. -525 с.
2. Иванов П.П. Анализ состояния почв Ленинградской области: журнал агрономических наук. – СПб.: 2021. -45-52 с.
3. Национальный атлас почв Российской Федерации под общей редакцией члена-корреспондента РАН С.А. Шобы.

#### **CURRENT ASPECTS OF SOIL PROTECTION AND WAYS TO SOLVE THEM (USING THE EXAMPLE OF THE LENINGRAD REGION)**

Rogozin A.E., arina.rog.a@mail.ru

*Leningrad State University named after A. S. Pushkin*

Stepanov I.A., ishoph@yandex.ru

*St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov*

**Keywords:** soils, soil resources, Leningrad region, soil protection.

***Abstract:*** The article discusses the main problems affecting the state of soils, as well as methods for their conservation. Soil protection in the Leningrad Region is an important task related to the conservation of natural resources and ensuring sustainable agricultural development. The implementation of an integrated approach to soil protection in the Leningrad region will not only preserve this valuable resource, but also improve the quality of life of the region's population, ensuring food security and sustainable development of the ecosystem of the Leningrad region.

## ОСОБЕННОСТИ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ИЖОРСКОГО ПЛАТО

Рыбакова К.В., [kseniarybakova554@yandex.ru](mailto:kseniarybakova554@yandex.ru)

Рыбакова Д.Д., [rybackovadaria@yandex.ru](mailto:rybackovadaria@yandex.ru)

Суворов С.А., [sergey\\_suvorov1999@mail.ru](mailto:sergey_suvorov1999@mail.ru)

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** постагроденные земли, почва.

**Аннотация:** На территории Северо-Запада РФ в последние годы увеличивается площади заброшенных пахотных земель. Их агрохимические показатели были изменены антропогенным воздействием, что влияет на сукцессионные процессы лесной растительности.

В последние десятилетия все больше сельскохозяйственных площадей на территории Северо-Запада Российской Федерации забрасываются и постепенно зарастают. Почвы, вышедшие из под антропогенного воздействия, в сравнении с необработанными, имеют ряд отличительных особенностей, как с точки зрения агрохимии, так и с морфологической точки зрения [3]. Так же процессы почвообразования изменяются благодаря сукцессии древесных растений, возобновляющихся на старопахотных землях. В разных ландшафтных, почвенно-гидрологических и климатических условиях процессы изменения почвенного плодородия имеют свои особенности. В связи с этим исследование агрохимического состояния почв постагроденных земель приобретает ключевое значение для формирования планов дальнейшего эффективного хозяйственного использования этих территорий

Исследование проводилось на постагроденных землях приуроченных к Ижорскому плато в Гатчинском районе Ленинградской области. Для проведения изысканий было выбрано поле с залежью 15 лет площадью 8 га. Выбранное поле двумя краями примыкает к стене лесного массива. Растительный покров исследуемого участка представлен в основном мезотрофными видами. Почвы данного участка сформировались в типичном двухчленном наносе (супесь подстилается остаточным карбонатным моренным суглинком) [4]. Средняя мощность бывшего пахотного горизонта составляет от 15 до 30 см. На участке встречается в основном еловый молодняк со средней численностью 2,5 тыс. на га с незначительной примесью лиственных пород.

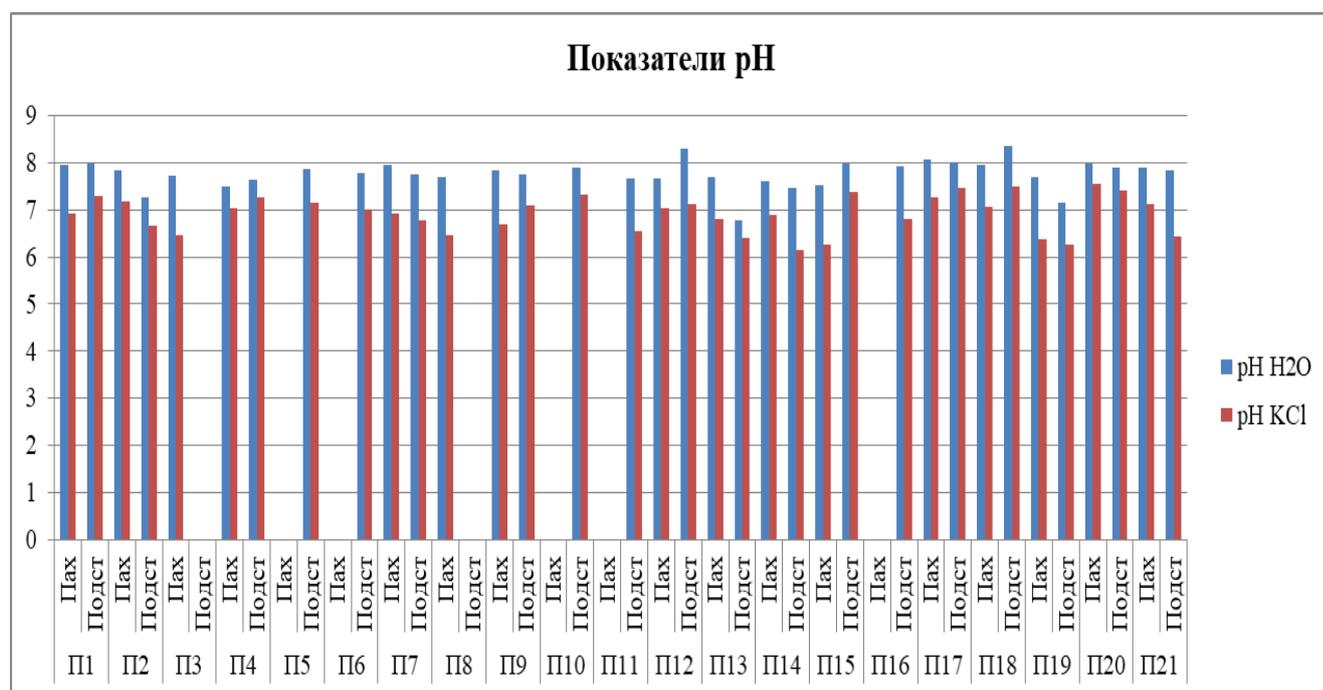
В ходе исследования были проведены следующие агрохимические анализы:

1. Определение содержания гумуса по методу Тюрина [1] в модификации ЦИНАО.

2. Определение актуальной и обменной кислотностей [1].
3. Определение гидролитической кислотности и суммы обменных оснований по методу Каппена [1].
4. Определение подвижных соединений фосфора методом Кирсанова [1] в модификации ЦИНАО.

Отбор почвенных образцов проводился на ходовой линии (ЛП) на пробных площадках (ПП) из двух почвенных горизонтов. Результаты проведенных анализов представлены в рисунках 1, 2 и 3.

В целом на обследованном участке отмечается довольно значительное варьирование агрохимических показателей по пробным площадкам. Анализ уровня кислотности почвенных горизонтах показывает, что в ряде случаев более высоким уровне рН обладает подпахотный горизонт, чем бывший пахотный. Для лесных аналогов данных почв реакция по всему почвенному профилю кислая и наиболее кислы поверхностные горизонты.



**Рисунок 1.** Значение кислотности по почвенным горизонтам на пробных площадках



**Рисунок 2.** Агрохимические показатели почвенных горизонтов

Содержание гумуса в бывшем пахотном горизонте варьирует от 2,27% до 7,38%, в подстиляющем горизонте от 0,14% до 3,29%. В отличие от лесных аналогов, где содержание в гумусовом горизонте органического вещества составляет всего 1-2% и падение содержания гумуса постепенное, а подстиляющий горизонт содержит 0,50-0,60% гумуса данные антропогенно преобразованные почвы ещё не утратили созданного плодородия [2]. Аномально высокое содержание фосфора, можно объяснить внесением фосфорных удобрений и экранированием вертикальной миграции его подвижных соединений подстиляющей карбонатной породой. Нейтральная реакция среды так же объясняется карбонатной подстиляющей горной породой. Средняя степень насыщенности основаниями равняется 86,07%, что соответствует богатым почвенным условиям.



**Рисунок 3.** Степень насыщенности почвы основаниями

В текущих условиях можно констатировать, что почвы на данном участке по большей части сохранили плодородие, характерное для сельскохозяйственных угодий на карбонатных породах. Дальнейшее

сукцессионное развитие еловых древостоев может привести к постепенному подкислению почвы и уменьшению ее плодородия. Вероятно чрезмерно высокое содержание фосфора так же может негативно сказаться на продуктивности древостоев.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – Москва.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. - 491 с.
2. Данилов Д.А., Жигунов А.В., Рябинин Б.Н., Вайман А.А. Оценка состояния лесных и постагрогенных почв Ленинградской области и перспективы интенсивного лесовыращивания на этих территориях. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 223. 47-63 с.
3. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2013. 61 с.
4. Пестряков В.К. Почвы Ленинградской области. – Л.: Лениздат, 1973. – 342с.

#### FEATURES OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF POST-AGROGENIC LANDS IN LANDSCAPES OF THE LUGA-OREDEZH PLATEAU

K.V. Rybakova, kseniarybakova554@yandex.ru

D. D. Rybakova, rybackovadaria@yandex.ru

Suvorov S.A., sergey\_suvorov1999@mail.ru

*St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov*

**Keywords:** post-agrogeniclands, soil.

**Abstract:** In the territory of the North-West of the Russian Federation, the area of abandoned arable land has been increasing in recent years. Their agrochemical indicators were changed by anthropogenic impact, which affects the successional processes of forest vegetation.

## **ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ СЕНОКОСНЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ УГОДИЙ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЗАРАСТАНИЯ**

Сидорова В.А., val.sidorova@gmail.com

Бахмет О.Н., obahmet@mail.ru

Ткаченко Ю.Н., tkachenko.76@mail.ru

Юркевич М.Г., svirinka@mail.ru

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр "Карельский научный центр  
Российской академии наук"*

**Ключевые слова:** постагrogenные почвы, мелиорированные почвы, залежи, углерод, пространственная неоднородность, сукцессия.

**Аннотация:** изучены запасы углерода в пахотном слое почв мелиорируемых сенокосных и залежных угодий разной степени зарастания в среднетаежной зоне южной Карелии. Большинство исследуемых участков отличаются высоким уровнем неоднородности по содержанию углерода и средним – по плотности. Неоднородность запасов углерода в слое 0-30 см на уровне пробной площадки оказалась высока (коэффициент вариации больше 25%). Наибольшие средние запасы углерода как в слое 0-100 см, так и в слое 0-30 см отмечены при регулярном сенокосении участков. Наименьшие запасы, установлены на участках с куртинным (1-5 лет) типом зарастания.

Динамика содержания запасов органического углерода в агроландшафтах определяется типом землепользования, который влияет на особенности выноса  $C_{орг}$  с урожаем сельскохозяйственных культур и определяет характер поступающих в почву растительных остатков. Любые изменения в системе использования почв неизбежно приводят к вариабельности запасов органического углерода [2].

Цель работы: оценка пулов углерода в агроландшафтах Республики Карелия.

Исследования проводились в подзоне средней тайги, в южной части республики Карелия (Прионежский район). Холмисто-рядовый рельеф сформировался под воздействием последнего ледника. В климатическом отношении район относится к наиболее теплым местностям Карелии с мягкой и короткой зимой, наиболее длительным и солнечным вегетационным периодом.

В природно-климатических условиях Республики Карелия количество выпадаемых атмосферных осадков преобладает над испарением, поэтому для сельскохозяйственного производства требуется проведение осушительной мелиорации. При отсутствии хозяйственной деятельности на сельскохозяйственных угодьях происходят негативные процессы,

связанные с подтоплением отдельных мелиорированных участков, зарастанием их представителями травяной местной флоры и древесно-кустарниковой растительностью. При выводе земель из сельскохозяйственного оборота на трансформацию агрогенных почв оказывает влияние продолжительность периода зарастания естественной растительностью. При этом изменения основных агрофизических и агрохимических свойств почв касаются в основном пахотного и подпахотного слоев.

На исследуемых мелиорируемых агроландшафтах в соответствии с методическими рекомендациями [4] был выделен хронологический ряд по степени зарастания луговых угодий и определены 14 пробных площадок (ПП) для оценки запасов углерода. Из них две площадки представляли собой действующие сенокосные угодья (нулевая стадия зарастания). Остальные участки - заброшенные кормовые угодья, которые в ходе сукцессии зарастают травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. Описание естественной древесно-кустарниковой растительности проводили при куртинном (возраст 1–5 и 5–10 лет) и сплошном (10–15 и 15–20 лет) типах зарастания (соответственно 1-4 стадии зарастания). При этом четвертая стадия – сомкнутый молодой лес с небольшим участием кустарников. Почвы на исследуемой территории представлены агроземом альфегумусовым супесчаным на озерно-ледниковых отложениях. Размер одной площадки мониторинга составлял не менее трех гектар. В пределах ПП выделено 9 элементарных участков, каждый площадью 10 м<sup>2</sup>. На типичном участке каждой ПП был заложен полнопрофильный почвенный разрез. Во всех разрезах отобраны образцы почвы по генетическим горизонтам. В почвенных прикопках с каждого элементарного участка отобраны почвенные образцы по слоям: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 см. В полученных образцах были определены: объемная плотность весовым методом, рН водный и солевой – потенциометрически, содержание общего углерода – методом высокотемпературного каталитического окисления на анализаторе общего органического углерода серии TOC-L CPN.

Запасы углерода в отдельных слоях пахотного горизонта рассчитывали, учитывая плотность горизонта, его мощность и содержание углерода. Запасы углерода в пахотном горизонте 0-30 см определяли их суммированием в отдельных почвенных слоях. Оценку запасов фитомассы углерода в почвах на участках с различной степенью зарастания проводили с привлечением однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с апостериорным анализом по критерию Тьюки.

В целом, почвы на участках с зарастанием естественной древесно-кустарниковой растительностью имеют более четкое разделение по генетическим горизонтам. Для данных почв характерны трансформация верхней части почвенного профиля в результате сельскохозяйственного использования; разделение агрогумусового горизонта на подгоризонты.

На мелиорируемых сенокосах под разнотравно-злаковой растительностью верхние и срединные почвенные горизонты являются достаточно рыхлыми. Для профиля осушенного участка сенокоса характерна близкая к нейтральной реакция среды ( $pH_{KCl}$  5,82 – 6,12). Отмечено снижение значений по профилю и с увеличением степени зарастания угодий.

Изменение запасов углерода в почвах происходит сложным образом, так как они определяются плотностью почвы и содержанием органического вещества. Так, пахотный горизонт почв сенокосных угодий очень неоднороден по плотности и содержанию углерода. На данных площадках профили с внешне минеральным пахотным горизонтом имеют плотность от 0,4 до 0,7 г/см<sup>3</sup> и содержание углерода до 7%, что свидетельствует о преимущественно органическом составе горизонта. Пахотные горизонты почв зарастающих угодий более однородны по плотности. Плотность почвы увеличивается с глубиной.

Содержание углерода в пахотных горизонтах убывает с глубиной, но в силу высокой вариабельности, различия в содержании углерода в отдельных слоях не являются достоверными. Значимо по содержанию углерода отличается только слой 0-5 см, представляющий собой органо-минеральный горизонт. Уровень неоднородности возрастает с глубиной. Коэффициент вариации содержания углерода в слое 20-30 см превышает 40%. (а на отдельных участках достигает 80%). Одно из возможных объяснений – как правило, в этом слое проходит граница пахотного горизонта.

Неоднородность запасов углерода в слое 0-30 см на уровне пробной площадки оказалась высока (коэффициент вариации больше 25%).

На мелиорированных почвах наибольшие запасы углерода в слое 0-100 см отмечены для сенокосов – 180 тС/га. Почвы этих участков характеризуются высоким содержанием углерода в пахотном горизонте. Наименьшие запасы (в среднем 50 тС/га) – в почвах на участках с куртинным (1-5 лет) и сплошным (15-20 лет) типами зарастания. Максимальный запас углерода в слое 0-30 см также установлен на сенокосном угодье. Минимальные запасы углерода отмечены на участке при первой стадии куртинного типа зарастания (26,1 т С/га). Полученные результаты согласуются с данными других исследователей [1, 3], где отмечено, что в ходе зарастания сенокоса на первых стадиях сукцессии отмечается уменьшение запасов углерода в почве с последующим увеличением на следующих стадиях, начиная от 30–80 лет. В нашем исследовании мы рассматривали залежи возрастом до 20 лет и значимых различий в запасах углерода в слое 0-30 см на зарастающих угодьях не выявлено. Достоверно отличаются запасы в пахотном горизонте сенокосов, но возможно это связано также со степенью оторфованности горизонта.

Работа выполнялась в рамках ВИП ГЗ (рег. № 124041700099-7).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Владыченский А. С., Телеснина В. М., Румянцева К. А., Чалая Т. А. Органическое вещество и биологическая активность постагрогенных почв южной тайги на примере Костромской области // Почвоведение. - 2013. - № 5. - С. 570–582.
2. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Ипп С.Л., Каганов В.В., Хорошаев Д.А., Рухович Д.И., Сумин Ю.В., Дурманов Н.Д., Кузяков Я.В. Пилотный карбоновый полигон в России: анализ запасов углерода в почвах и растительности // Почвы и окружающая среда. – 2022. – Том 5. – № 2. – С.169.
3. Люри Д. И., Горячкин С. В., Караваева Н. А., Щенисенко Е. А., Нефедова Т. Т. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
4. Методическое руководство по сбору и обработке данных о запасах и бюджете углерода на уровне площадки мониторинга в почвах / В надзаг. Минобрнауки, ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В.Докучаева». v.1-28.11.2022. [Электронный ресурс]. – Москва: МБА. – 2023. – 22 с.

## VARIABILITY OF CARBON STOCKS IN SOILS OF RELATED HAYWAY AND FALLOW LAND WITH DIFFERENT DEGREES OF OVERGROWTH

Sidorova V.A., val.sidorova@gmail.com

Bahmet O.N., obahmet@mail.ru

Tkachenko Yu.N., tkachenko.76@mail.ru

Yurkevich M.G., svirinka@mail.ru

*Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*

**Keywords:** Postagrogenic soils, reclaimed soils, fallows, carbon, spatial heterogeneity, succession.

**Abstract:** carbon stocks in the arable soil layer of reclaimed hayfields and fallow lands of varying degrees of overgrowth in the middle taiga zone of southern Karelia were studied. Most of the studied areas are characterized by a high level of heterogeneity in carbon content and an average level of heterogeneity in density. The heterogeneity of carbon stocks in the 0-30 cm layer at the level of the sample site turned out to be high (the coefficient of variation is more than 25%). The highest average carbon stocks both in the 0-100 cm layer and in the 0-30 cm layer were noted with regular haymaking. The smallest reserves are found in areas with curtain (1-5 years) type of overgrowth.

# ИССЛЕДОВАНИЕ УРБАНОЗЁМОВ И ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ

УДК К 58.071

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ВОРОНЕЖА**

Астанин С.С., microbyrafl@gmail.com

Свистова И.Д., i.svistova55@mail.ru

*Воронежский государственный педагогический университет*

Стекольников К.Е.

*Воронежский государственный аграрный университет им. императора  
Петра I*

**Ключевые слова:** городские рекреации, кислотность почвы, показатели биотестирования, фитотоксическая активность.

**Аннотация:** Выявлен эффект подщелачивания почв рекреаций Воронежа до 2 ед. рН, степень выраженности определяется уровнем городской нагрузки и не зависит от природоохранного статуса. Фитотоксическая активность почвы возрастает в 2,8-6 раз в рекреациях центра города. Она может использоваться для мониторинга загрязнения почвы и уровня гемеробии. Биотест на азотобактер оказался неинформативным.

При проведении экологического мониторинга в урбоэкосистемах часто в качестве контроля используют городские рекреации, как пригородные лесопарки, так и рекреации в центре города.

Целью работы была сравнительная оценка физико-химических свойств почвы разных типов городских рекреаций Центрального района г. Воронежа и информативности показателей биотестирования.

Пробы почвы отбирали в 2023-24 гг. из слоя 0-20 см методом «конверта» в 5 точках (анализировали смешанные пробы) в разных типах рекреаций Центрального района: в пригородных лесопарках и в центре города, имеющих статус ООПТ регионального значения «памятники природы Воронежа» и без природоохранного статуса, с разным уровнем гемеробии (ухода) и на разном расстоянии от оживленных транспортных развязок – всего 26 проб.

В контроле почва серая лесная под снытьевой дубравой, в черте города – техногенно-преобразованная почва. Пробы отбирали под кронами древесных растений, типичных для зоны, всего проанализированы 60 почвенных проб.

Кислотность почвы и содержание органических углеродистых соединений определяли традиционными агрохимическими методами. В качестве показателей биотестирования почвы определяли общую фитотоксическую активность контактным методом на почвенных

пластинах [2] (ингибирование роста корня проростка, %, тест-растение редька масличная) и содержание азотобактера методом обрастания комочков почвы на среде Эшби (%) [3].

В пригородных лесопарковых зонах почва имела слабокислую реакцию, что связано с процессами разложения лесной подстилки и характерно для серой лесной почвы. Обнаружено выраженное подщелачивание почвы городских рекреаций: как актуальной кислотности (рН<sub>водн.</sub> возрастал на 0,7-2,1 ед.), так и обменной кислотности (рН<sub>ксл</sub> возрастал на 0,5-2,3 ед.), снижалась и гидролитическая кислотность почвы (табл. 1).

Таблица 1.

**Физико-химические свойства почвы рекреаций города Воронежа  
(min-макс значение)**

Рекреации	Кислотность почвы			С орг.
	рН водн.	рН ксл	Нг смоль (экв)/кг	
<i>Пригородные лесопарки</i>				
Воронежская нагорная дубрава (лесопарк ВГЛТУ)	6,02-6,23	5,92-5,96	1,63-1,65	-
Лесопарк санатория им. М. Горького	6,19-6,47	5,52-5,80	1,67-1,74	-
МБУ СОК "Олимпик"	6,02-6,39	4,20-5,90	3,48-4,23	1,09-1,90
<i>Научные учреждения</i>				
Лесопарк ВНИИЛГИСБиотех*	6,79-6,90	6,19-6,25	3,90-3,96	1,05-1,36
Агробиостанция ВГПУ*	7,05-7,59	6,42-7,27	0,32-0,80	-
Ботсад ВГУ им. Б.М. Козо-Полянского*	5,99-6,59	5,80-6,45	1,98-3,82	2,00-3,09
Ботсад ВГАУ им. Б.А. Келлера*	6,61-7,11	6,10-6,79	0,80-3,21	1,96-2,74
Дендропарк ВГЛТУ*	6,80-7,29	6,10-6,79	1,37-3,70	1,85-2,35
<i>Городские рекреации</i>				
Центральный парк*	5,51-6,19	4,60-5,52	0,30-1,67	-
Дендропарк ВГАУ им. К.Д. Глинки*	5,81-6,80	4,71-6,80	0,44-5,85	-
Сквер им. Дзержинского	7,18-7,33	6,77-6,94	0,41-0,80	-
Парк "Орленок"	7,29-7,44	6,99-7,27	0,47-0,75	1,18-1,77
Первомайский сад*	7,19-7,52	6,85-7,07	0,33-0,46	-
Петровский сквер*	6,70-7,58	5,98-7,01	0,43-1,34	-
Кольцовский сквер*	7,26-7,41	6,33-6,96	0,42-0,66	-
Сквер «Надежда»	7,11-7,47	6,52-7,12	0,36-0,72	-
Сквер ДК им. К. Маркса	7,36-7,50	6,86-7,24	0,58-1,20	1,70-2,14
Сквер Олимпийцев	6,47-6,70	5,90-6,47	2,16-4,23	1,87-2,11
Сквер Платоновский	7,29-7,32	6,85-6,96	1,46-1,60	2,40-3,20
Сквер Северный	7,42-7,50	6,97-7,20	0,70-0,83	1,46-1,62
Сквер Советский	7,26-7,36	6,85-7,29	0,75-1,63	1,18-1,30
Сквер Транспортный	7,62-7,67	7,25-7,29	0,43-0,66	1,29-2,01
Сквер Дома офицеров	7,39-7,60	7,09-7,22	0,25-0,29	-
Сквер Ученых	7,48-7,59	7,16-7,29	0,48-0,63	1,26-1,39
Сквер Экологов (им. В.	7,43-7,59	7,01-7,24	0,87-1,18	1,34-2,03

Рекреации	Кислотность почвы			С орг.
	рН водн.	рН КСl	Нг смоль (экв)/кг	
Жириновского)				

\*ООПТ регионального значения «Памятники природы Воронежа».

Заметное нарушение кислотно-основных свойств почвы практически не зависело от их природоохранного статуса, но сильнее проявлялось в рекреациях, расположенных в центре города, вблизи селитебных зон, оживленных автомагистралей и транспортных развязок.

В пригородных лесопарках Правобережной части Воронежа общая фитотоксическая активность почвы показала значительный разброс, максимальные значения в некоторых точках превышали санитарно-гигиенический показатель (20 %), что объясняется расширением города и возрастанием городской нагрузки на почву (табл. 2). Наибольшая фитотоксичность почвы выявлена на территории спортивно-оздоровительного комплекса «Олимпик», расположенного вблизи оживленной автотрассы и с высокой рекреационной нагрузкой.

Таблица 2.

#### Биотестирование почвы рекреаций, % (min-макс значение)

Рекреации	Фитотоксическая активность	Содержание азотобактера
<i>Пригородные лесопарки</i>		
Воронежская нагорная дубрава (лесопарк ВГЛТУ)	9,3- <b>21,7</b>	73-76
Лесопарк санатория им. М. Горького	5,4-15,6	75-85
МБУ СОК "Олимпик"	19,4- <b>25,5</b>	60-73
<i>Научные учреждения</i>		
ЛесопаркВНИИЛГиСБиотех*	3,2-11,9	70
Агробиостанция ВГПУ*	10,0- <b>24,0</b>	92-100
Ботсад ВГУ им. Б.М. Козо-Полянского*	3,6- <b>28,4</b>	50
Ботсад ВГАУим. Б.А. Келлера*	19,0- <b>25,8</b>	100
Дендропарк ВГЛТУ*	10,7- <b>26,1</b>	50
<i>Городские рекреации</i>		
Центральный городской парк*	7,3- <b>24,1</b>	69-93
Дендропарк ВГАУ им. К.Д. Глинки*	<b>21,8-32,1</b>	79-97
Сквер им. Дзержинского	9,4- <b>20,3</b>	100
Парк "Орленок"	15,8- <b>24,5</b>	57-97
Первомайский сад*	14,2- <b>31,4</b>	99-100
Петровский сквер*	12,1- <b>21,7</b>	95-100
Кольцовский сквер*	8,6- <b>36,3</b>	90-97
Сквер «Надежда»	18,3- <b>26,6</b>	87-91
Сквер ДК им. К. Маркса	15,5- <b>29,0</b>	87-98
Сквер Олимпийцев	<b>28,1-32,3</b>	85
Сквер Платоновский	<b>27,4-35,2</b>	62-100
Сквер Северный	<b>28,4-36,8</b>	95-100
Сквер Советский	18,1- <b>40,7</b>	99-100
Сквер Транспортный	<b>24,8-46,8</b>	93-98
Сквер Дома офицеров	18,0- <b>34,5</b>	100

Сквер Ученых	40,0–49,4	100
Сквер Экологов (им. В. Жириновского)	37,7–42,6	97–100

\*обозначения как в табл. 1.

В почве рекреаций, расположенных в исторической части города, среди жилой застройки и транспортных развязок, максимальное значение фитотоксической активности возрастало в 2,8-6 раз и достигало около 50 %, что указывает на накопление токсичных поллютантов. Другая причина – вклад биотического фактора в развитие почвенного фитотоксикоза в этих рекреациях, а именно изменение состава почвенного микробного сообщества и накопление токсигенных микромицетов[1].

Гемеробийные мероприятия позволяют снизить такую негативную тенденцию: почвенный фитотоксикоз был заметно ниже в недавно реконструированных рекреациях за счет подсыпки привозной почвы с разбивкой газона и постоянного ухода за ним (Первомайский сад, скверы Кольцовский, Петровский, Советский, Платоновский, «Надежда»).

В отличие от подзолистых почв, содержание азотобактера в почвах городских рекреаций Воронежа не снижено, а имеется тенденция к росту данного показателя. Вероятно, этому способствует подщелачивание почвы (рН-оптимум для азотобактера лежит в области нейтральных и слабо щелочных значений) и достаточная обеспеченность органическими углеродистыми соединениями.

Таким образом, в качестве городского фона можно использовать только пригородные лесопарки, а также закрытые для посещения дендрарии научных учреждений, удаленные от автомагистралей. Для биоиндикации почвы можно рекомендовать определение общей фитотоксической активности, в то время как биотест с азотобактером неинформативен.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астанин С.С., Назаренко Н.Н., Свистова И.Д. Биоиндикация почвы в разных категориях городских рекреаций (на примере Воронежа) // Проблемы региональной экологии. 2024. №1. С. 17-22.
2. ГОСТ Р ИСО 18763-2019. Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений. – Москва: Стандартинформ 2019. 22 с.
3. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии - Москва: Дрофа, 2004. 216 с.

#### PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS IN VORONEZH RECREATIONAL AREAS

Astanin S.S., microbyrafl@gmail.com

Svistova I.D., i.svistova55@mail.ru

*Voronezh State Pedagogical University*

Stekolnikov K.E.

*Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I*

**Keywords:** urban recreation areas, soil acidity, biotesting indicators, phytotoxic activity.

**Abstract:** The effect of alkalization of soils in Voronezh recreation areas up to 2 pH units was revealed; the degree of expression is determined by the level of urban load and does not depend on the conservation status. Phytotoxic activity of soil increases by 2.8-6 times in recreation areas of the city center. It can be used to monitor soil pollution and the level of hemerobia. The biotest for *Azotobacter* turned out to be uninformative.

## **ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ КАК МЕТОД ОЧИСТКИ ПОЧВЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Воропаева Е.В., lena.voropaeva.1973@mail.ru

Аллай Н.А., nicole.allai@mail.ru

Облакова Е.И., evaoblakova12@gmail.com

*Ленинградский государственный университет им. А.С.Пушкина*

**Ключевые слова:** фиторемедиация, загрязнение почв, тяжелые металлы.

**Аннотация:** в статье рассматривается метод фиторемедиации как способ использования растений для удаления загрязнителей из почвы. Приводятся преимущества и недостатки метода, отмечается важность применения фиторемедиации в условиях мегаполиса. В качестве растений-гипераккумуляторов тяжелых металлов в условиях города рекомендуется использовать декоративные растения, такие как *Tagetes erecta*, обладающие высоким адаптационным и фиторемедиационным потенциалом.

В современном мире загрязнение почвы в городах становятся все более и более серьезной экологической проблемой. Почвы городов подвержены интенсивным технологическим нагрузкам и аккумулируют в себе огромное количество поллютантов. Проблемы, связанные с загрязнением, такие как ухудшение качества почвы, воды и воздуха, требуют комплексных решений. Самым экологичным решением проблемы загрязнения почв является фиторемедиация – метод биоремедиации, который заключается в использовании растений для удаления, стабилизации или экранирования загрязнителей из почвы и воды. Происходит это за счет способности растений поглощать и накапливать в себе токсиканты, в том числе тяжелые металлы. В условиях современных мегаполисов, где проблемы с загрязнением окружающей среды становятся все более острыми, фиторемедиация представляет собой эффективный и устойчивый подход к восстановлению и реабилитации загрязненных территорий.

Преимуществом использования растений, по сравнению с другими живыми объектами, например микроорганизмами, является их способность поглощать тяжелые металлы, в том числе токсичные.

«Фитоэкстракция» подразумевает использование растений для извлечения загрязняющих веществ из окружающей среды. Процесс представляет собой транспорт металлов из окружающей среды в ткани растений через корни. Растения способны экстрагировать из почвы и воды, например мышьяк, кадмий, медь, ртуть, селен, свинец и другие элементы. Растительную массу не составляет особого труда собрать и сжечь, а образовавшийся пепел или захоронить, или использовать как вторичное сырье. Фиторемедиация, кроме того, может быть использована для

очистки почвы от металлоидов, нефтяных углеводородов, пестицидов, взрывоопасных или токсичных газов, хлорированных растворителей и ряда промышленных побочных продуктов. Коммерчески жизнеспособные системы фиторемедиации для очистки поверхностных водоносных горизонтов от растворенных загрязняющих веществ в настоящее время хорошо применяются на практике. Некоторые методы, которые заканчиваются улетучиванием, используются для устранения летучих форм загрязнителей: эти методы в совокупности называются фитоволатилизацией.

Таким образом, при извлечении растениями тяжелых металлов с помощью технологии фиторемедиации используются следующие механизмы: фитоэкстракция, фитостабилизация, ризофльтрация и фитоволатилизация.

Фитоэкстракция представляет собой поглощение, транслокацию загрязняющих веществ в надземные части растений, которые могут быть собраны и сожжены для получения энергии и утилизации металла из пепла.

Фитостабилизация – это использование определенных видов растений для иммобилизации загрязняющих веществ из почвы, через поглощение накопление в тканях растений, адсорбции на корнях, предотвращая миграцию загрязняющих веществ в почве, а также их движение в результате эрозии и дефляции.

Ризофльтрация – адсорбция на корнях растений веществ, находящихся в растворе, окружающем корневую зону. Применяется для очистки бытовых сточных вод.

Фитоиспарение (фитоволатилизация) – поглощение и транспирация загрязнителя растением, с выделением загрязняющего вещества или его модифицированной формы в атмосферу. Процесс фитоволатилизации это способность растений поглощать и впоследствии выделять загрязняющие примеси в атмосферу [1].

Фиторемедиация важна в условиях больших городов по нескольким причинам: помогает восстановить экосистемы и биологическое разнообразие; требует меньших затрат по сравнению с механическими и химическими методами очистки; может улучшить визуальный облик заброшенных и загрязненных территорий; способствует улучшению качества жизни горожан, что важно в рамках устойчивого развития мегаполиса.

Существует множество растений, подходящих для фиторемедиации, в настоящее время идентифицировано порядка 400 видов гипераккумуляторов различных металлов из 22 семейств, каждое из которых имеет свои особенности и преимущества.

Метод фиторемедиации имеет как преимущества, так и недостатки, которые нужно учитывать при его использовании. К достоинствам относят: применимость метода к широкому ряду органических и

неорганических соединений; возможность применения на водных и почвенных субстратах; снижение количества отходов, захораниваемых на свалках; не требует дорогого оборудования и специального обученного персонала; потенциальную возможность для производства традиционных видов энергии.

К недостаткам можно отнести то, что в большинстве случаев метод эффективен для устранения поверхностного загрязнения почв в пределах корневой зоны; процесс очистки загрязненного участка может занять несколько лет; применяется в основном для очистки загрязненных сред с невысокой концентрацией поллютантов; возможны проблемы с утилизацией загрязненной растительной биомассы; наличие лимитирующих факторов, таких как климатические условия [2].

В отличие от растений-гипераккумуляторов, используемых в технологиях очищения почв сельскохозяйственных угодий от опасных загрязнителей, для агроурбаноземов поиск более эффективно вести среди цветочно-декоративных растений, используемых в озеленении при создании мавританских газонов или газонов смешанного типа. Выполняя важную экологическую функцию, они удачно вписываются в концепцию «зеленого урбанизма» при создании городов будущего.

Так, на примере флоры города Жодино был проведен анализ аборигенов и выявлены виды растений, наиболее приспособившихся к условиям урбанизированной среды. Исследования показали, что самыми часто встречаемыми являются семейства: астровых, гвоздичных, бобовых, гречишных и злаковых. Также были выявлены растения-накопители таких элементов как Cu, Cd, Pb и Zn. Фиалка трехцветная, тысячелистник обыкновенный, полынь обыкновенная – для Си; звездчатка средняя, горец вьюнковый, сушеница топяная – для Cd; звездчатка средняя, лопух большой, сныть обыкновенная – для Pb; фиалка трехцветная и зверобой продырявленный – для Zn [3].

Среди потенциальных кандидатов для озеленения различных территорий можно рассмотреть род Бархатцы (*Tagetes*). За счет большого потенциала устойчивости к воздействию различных токсикантов, культура может быстро расти, развивая крепкую корневую систему, устойчивую в загрязненной почвенной среде. Опираясь на статью «Оценка изменения фитоэкстракции тяжелых металлов бархатцами прямостоячими из загрязненных почв Норильска при использовании гуминовых добавок» [2], было выявлено, что среди видов, принадлежащих к роду *Tagetes*, по проценту биоремедиации тяжелых металлов из загрязненных почв бархатцы прямостоящие (*T. erecta*) превосходят бархатцы отклоненные (*T. patula*) за счет более высокого выхода биомассы.

Наиболее часто для активации роста и повышения устойчивости растений к воздействию тяжелых металлов применяют гуминовые кислоты — сложные гетерогенные смеси высокомолекулярных темноокрашенных соединений природного происхождения, образующихся при разложении

растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды. Авторы провели сравнительную оценку экопротекторной и детоксицирующей способностей гуминовых кислот в отношении повышения адаптационного и фиторемедиационного потенциала бархатцев прямостоячих, культивируемых на сильно загрязненных тяжелыми металлами почвах с целью их постепенной детоксикации. По результатам исследования установлено, что добавка гуминовых кислот способствовала лучшей адаптации и небольшой прибавке в полученной биомассе. Действуя как физиологически активное соединение, гуминовые кислоты увеличивают проницаемость клеточных мембран (плазмалемм), оказывая тем самым положительное влияние на поглощение питательных элементов. Помимо этого отмечается, что гуминовые кислоты провоцируют само растение выделять в ризосферу повышенные дозы корневых выделений.

Интродукция в среду гуминовых кислот способствовала снижению суммарного накопления в растениях тяжелых металлов. В общей суммарной доле снижение наблюдалось по всем тяжелым металлам (хром, медь, никель, стронций, титан, ванадий, цинк). Исходя из результатов установлено, что бархатцы прямостоячие *Tagetes erecta* обладают высоким адаптационным и фиторемедиационным потенциалом и могут успешно применяться для очистки земель, загрязненных тяжелыми металлами, в городах и промышленных центрах. Так же выявлено, что применение слабой дозы гуминовых кислот приводит к повышению адаптационного потенциала бархатцев прямостоячих, выращенных на сильнозагрязненных почвах, уже в ювенильной фазе. При этом отмечено, что их фиторемедиационный потенциал, а именно фитоэкстракция тяжелых металлов, снижается незначительно [2].

Некоторые тяжелые металлы, такие как свинец, плохо экстрагируются из-за того, что находится в виде малорастворимых соединений. Опытным путём стало ясно что гуминовые кислоты и эффекторы фитоэкстракции в виде комплексонов из полиаминополиуксусных кислот стимулирует поступление тяжелых металлов в растения.

Авторы изучали влияние полиаминополиуксусных кислот в эксперименте с бурачком. Почву пропитывали водными растворами солей кадмия и никеля, затем произвели посев семян и наблюдали за развитием растений. По достижении растениями максимальный надземный биомассы под них вносили эффектор фитоэкстракции ЭДТА в виде водного раствора её натриевой соли в дозах от 1 до 10 ммоль/кг. В результате опыта установлено, что с увеличением дозы ЭДТА коэффициент накопления тяжелых металлов возрастает относительно контроля для кадмия в 2,8-40,6 раза, для никеля – 1,8-28,3 раза [4].

В заключении необходимо отметить, что фиторемедиация представляет собой многообещающий подход для решения проблем загрязнения почвы в условиях больших городов. Выбор правильных

растений и стратегий их применения может значительно повысить эффективность очистки и восстановление экологического баланса. Важно продолжать исследования в этой области, чтобы оптимизировать методы и адаптировать их к специфическим условиям каждого города. Устойчивое восстановление городской среды с помощью фиторемедиации может стать ключом к улучшению качества жизни и сохранению экосистем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева И.В., Байбеков Р.Ф., Злобина М.В. Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами// Природообустройство. №5, 2009, С.5-10.
2. Чукаева М.А., Пухальский Я., Лоскутов С.И. и др. Оценка изменения фитоэкстракции тяжелых металлов бархатцами прямостоячими (*Tagetes erecta*) из загрязненных почв Норильска при использовании гуминовых добавок//Арктика: экология и экономика. - 2024 - Т. 14. № 1. - С. 90-102.
3. Журавков Е. В., Бондарчик Р. О., Гончарова Н. В. Фиторемедиация почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Жодино)//Материалы международной научной конференции «Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века», 21-22 мая 2021г., Минск.
4. Гончарова Н.В., Журавков Е.В. Инвентаризация и рекультивация почвенного покрова агроландшафтов, загрязненного тяжелыми металлами//Материалы международной научной конференции «Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века», 17-18 мая 2018г., Минск, 284 с.

#### HYTOREMEDIATION AS A METHOD OF SOIL PURIFICATION FROM HEAVY METAL POLLUTION

Voropaeva E.V., lena.voropaeva.1973@mail.ru

Allai N.A., nicole.allai@mail.ru

Oblakova E.I., evaoblakova12@gmail.com

*Leningrad State University named after A.S.Pushkin*

**Key words:** phytoremediation, soil pollution, heavy metals.

**Abstract:** The article discusses the phytoremediation method as a way of using plants to remove pollutants from the soil. The advantages and disadvantages of the method are given, and the importance of using phytoremediation in a megalopolis is noted. As heavy metal hyperaccumulator plants in urban conditions, it is recommended to use ornamental plants such as *Tagetes erecta*, which have high adaptive and phytoremediation potential

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Воропаева Е.В., lena.voropaeva.1973@mail.ru

Бойцова К.А., kristinaaa06@bk.ru

Гвоздюк М.Д., gvozduk.masha@gmail.com

*Ленинградский государственный университет имени А.С.Пушкина*

**Ключевые слова:** почва, загрязнение, тяжелые металлы.

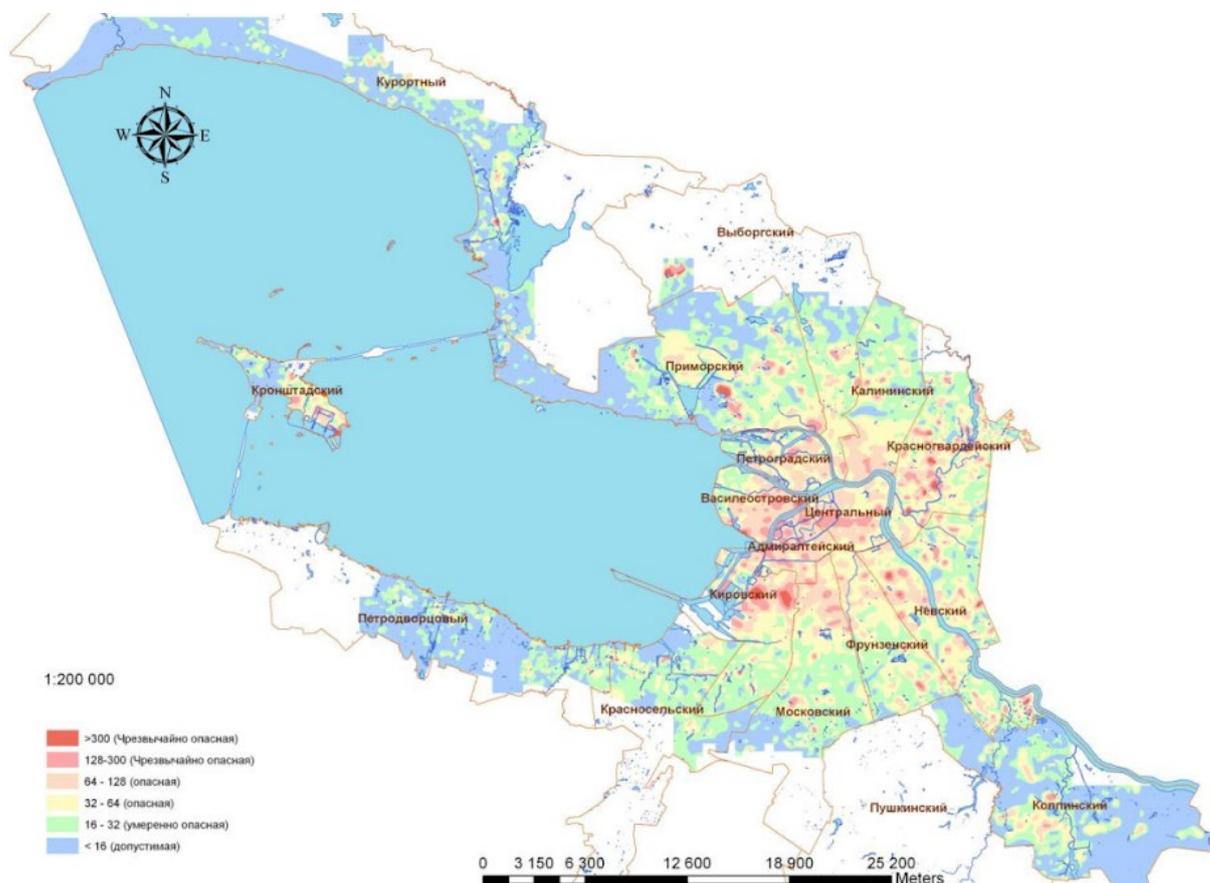
**Аннотация:** Среди многих известных загрязнителей почвы на территории Санкт-Петербурга наибольшее значение имеет накопление тяжелых металлов. По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга, одним из приоритетных загрязняющих веществ в почвогрунтах на территории города являются тяжелые металлы: кадмий, медь, никель, свинец, цинк, ртуть, сурьма, хром (VI), мышьяк. Исследование почвогрунтов в Санкт-Петербурге согласно разработанной программе работ по организации и ведению мониторинга состояния и загрязнения почв на территории Санкт-Петербурга осуществляются во всех 18 административных районов города. Установлено, что территории исследуемых районов существенно загрязнены тяжелыми металлами, главным образом, свинцом и цинком, что может негативно влиять на состояние окружающей среды и здоровье жителей Санкт-Петербурга.

Санкт-Петербург – культурная столица России, город с богатой историей и уникальным архитектурным наследием. Однако, несмотря на свою красоту и значимость, город сталкивается с серьезными экологическими проблемами, одной из которых является загрязнение почв. Загрязнённые почвы представляют собой угрозу для здоровья населения, экосистем и экономики города. Среди многих известных загрязнителей на территории Санкт-Петербурга наибольшее значение имеет аккумуляция в почвах тяжелых металлов, проявляющие свои токсичные, мутагенные и канцерогенные свойства. Почва является основной средой, в которую попадают тяжелые металлы, в том числе из атмосферы и водной среды. Она же служит источником вторичного загрязнения приземного воздуха и вод, из почвы тяжелые металлы усваиваются растениями, которые затем попадают в пищевые цепи.

По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга, приоритетными загрязняющими веществами в почвогрунтах на территории города являются: тяжелые металлы (кадмий, медь, никель, свинец, цинк, ртуть, сурьма, хром (VI)), мышьяк, ПХБ, хлорорганические пестициды и бенз(а)пирен, причем по содержанию бенз(а)пирена отмечаются максимальные превышения допустимого уровня [1].

Исследования почвенного покрова мегаполиса необходимы как для анализа текущего состояния городской экосистемы, так и для прогноза его изменений. Оценку загрязнения городских почв по заказу Администрации Санкт-Петербурга с 1991 года проводил Региональный Геоэкологический центр (ныне - РГЭЦ ФГУП "Урангео"). Было выполнено исследование загрязнения почв тяжелыми металлами по сети 200 x 200 м на площади около 830 кв. км, включающей основные жилые районы города и промышленные зоны и зоны перспективной застройки [2].

Согласно полученным данным, была создана схема распределения суммарного индекса загрязнения почвогрунтов тяжелыми металлами (рисунок 1). На карте красным цветом выделены районы, на территории которых имеется превышение предельно допустимых концентраций тяжелых металлов.



**Рисунок 1.** Карта суммарного индекса загрязнения почвогрунтов тяжелыми металлами города Санкт-Петербурга [2].

В основном, подобные зоны располагаются вокруг предприятий промышленного производства и мест избыточного скопления транспорта. По карте можно четко выделить следующие районы с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения: Кировский (преимущественно проспект Стачек), Приморский (территория Шуваловского карьера и реки Каменка),

Василеостровский (Стрелка Васильевского острова и Кожевенная линия) и Красногвардейский (пересечение р. Охта и Индустриального проспекта).

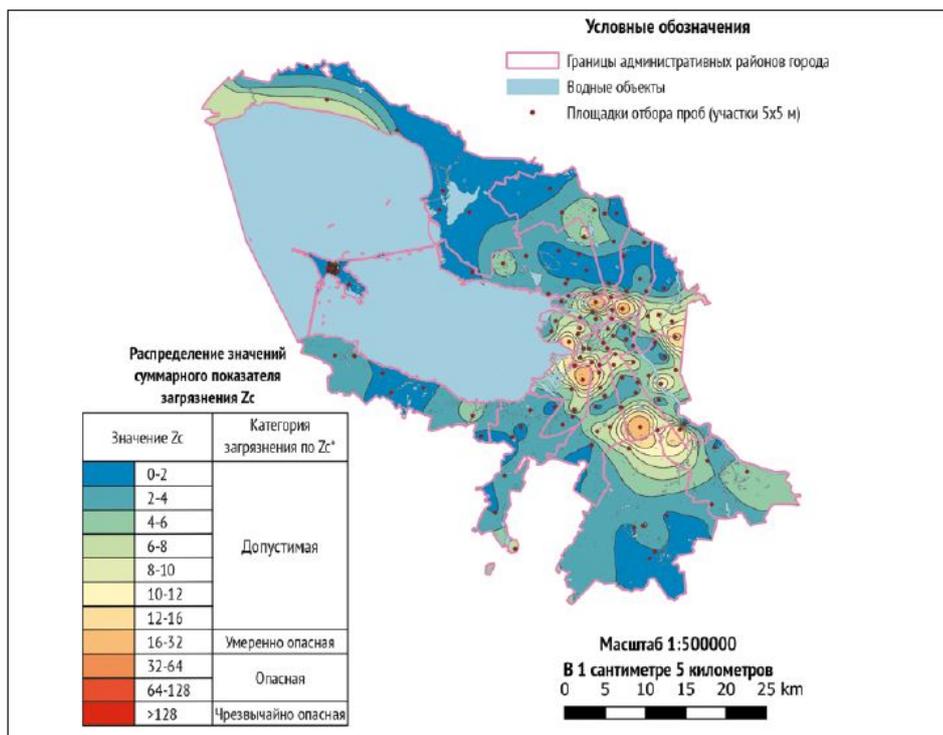


Рисунок 6. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами (по показателю Zc) по данным 2021 года

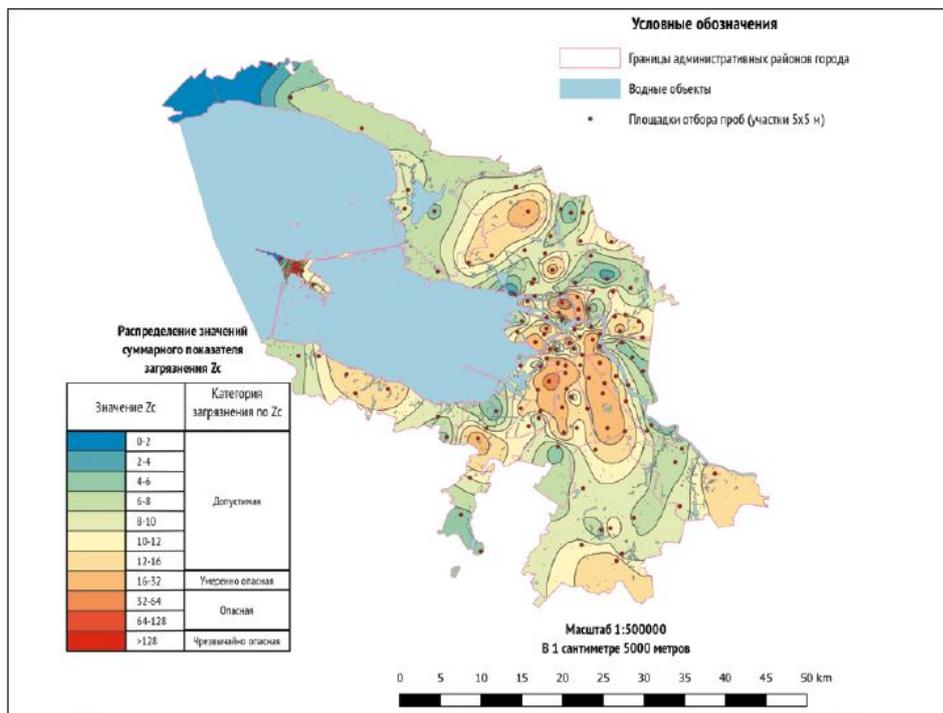


Рисунок 7. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами (по показателю Zc) по данным 2023 года

**Рисунок 2.** Карты загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами(Zc) по данным 2021 и 2022 гг [3].

В 2021-2022 году исследования были выполнены ООО «ТехноТерра», они являются продолжением мониторинга загрязнения почвогрунтов

проводимого по заказу Комитета. Были созданы карты загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами (Zс) по данным 2021 и 2022 гг (рис.2).

На картах наиболее ярко выражены зоны так называемого «остаточного загрязнения» в центральной части города (территории с «умеренно опасной» и «опасной» категориями загрязнения по показателю Zс), а также зоны разовых выделяющихся значений в периферийных районах. В основном, подобные зоны располагаются вокруг предприятий промышленного производства и мест избыточного скопления транспорта.

Исследование почвогрунтов в Санкт-Петербурге согласно разработанной программе работ по организации и ведению мониторинга состояния и загрязнения почв на территории Санкт-Петербурга осуществляются во всех 18 административных районах города. Ситуация с загрязнением территории тяжелыми металлами в районах города по данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и экологической безопасности Санкт-Петербурга представлена ниже.

Невский район – максимумы загрязнений локализованы в ареалах плотной застройки. Влияние на экологическую ситуацию в Невском районе оказывают бывший золоотвал ТЭЦ-2, заводы Турбинных лопаток, Обуховский, «Звезда», «Пигмент» и другие. В почвах обнаружилось превышение ПДК практически по всем тяжелым металлам – ртути, мышьяку, кадмию, свинцу, хрому, кобальту, никелю и другим. В целом, вся территория характеризуется опасным уровнем загрязнения.

Адмиралтейский район - почвы сильно загрязнены, среднее содержание Zn превышает ПДК в 32 раза, Cd - в 3,8 раз, Pb - в 7 раз. Данные содержания существенно превышают среднегородские уровни и сказываются на величине показателя суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами, средняя величина которого для района составляет 130 условных единиц, что соответствует чрезвычайному загрязнению почв.

Василеостровский район - среднее содержание Zn в почвах района превышает ОДК в 15 раз, Cd – в 3 раза, Pb – в 6 раз. Данные значения превышают среднегородские уровни и оказывают влияние на величину суммарного показателя загрязнения (Zс) почв, средняя величина которого для данного района составляет 93 условные единицы, что соответствует опасному загрязнению почв и приближается к уровню чрезвычайно опасного загрязнения.

Выборгский район – среднее содержание Zn в почвах района превышает ПДК в 5 раз, Pb – в 4 раза. Средняя величина Zс равна 36 условных единиц, что соответствует опасному загрязнению почв, но ниже среднегородской величины суммарного показателя загрязнения (56 усл.ед.).

Калининский район – среднее содержание Zn в почвах района превышает ОДК в 5 раз, Pb – в 4 раза. Средняя величина Zc составляет 48 усл.ед., что соответствует опасному загрязнению почв, но ниже среднегородской величины.

Кировский район – содержание цинка в почвах Кировского района превышает ОДК в 5 раз, свинца – в 6 раз, кадмия – в 3 раза, мышьяка – в 3 раза. Данные содержания превышают среднегородские уровни загрязнения почв ТМ. Средняя величина суммарного показателя загрязнения почв района составляет 78 усл.ед., что соответствует опасному загрязнению почв и в 1,4 раза выше среднегородской величины показателя Zc (56 усл.ед.).

Предприятия-загрязнители Кировского района: «Северные верфи»; «Кировский завод» (наибольший вклад в загрязнение); «Аккумуляторный завод» (наибольший вклад в загрязнение); Завод «Армалит»; «Красный химик»; НПФ «Пигмент»; Морской порт.

Красногвардейский район – среднее содержание цинка в почвах превышает ОДК в 10 раз, свинца – в 5 раз, кадмия – в 4 раза. Кроме того, для района характерны повышенные (относительно среднегородских уровней) содержания меди, хрома и максимальные для города – висмута.

Данные высокие содержания сказываются и на величине показателя суммарного загрязнения почв ТМ, средняя величина которого для района по данным Комитета по природопользованию администрации Санкт-Петербурга составляет 79 усл.ед., что соответствует опасному загрязнению почв и в 1,4 раза выше среднегородской величины показателя Zc (56 усл.ед.).

Кронштадтский район – среднее содержание цинка в почвах района превышает ОДК в 10 раз, свинца – в 6 раз, содержание кадмия – на уровне ОДК. Средняя величина показателя суммарного загрязнения почв ТМ для района составляет 58 усл.ед., что соответствует опасному загрязнению почв и равно среднегородской величины показателя Zc.

Курортный район – территория района незначительно (относительно для фона области) загрязнена свинцом, цинком, медью, оловом. По имеющимся данным, уровень загрязнения района тяжелыми металлами можно классифицировать как начальный.

Пушкинский район - содержание цинка в почвах района превышает ПДК в 2,5 раз, кадмия – в 4 раза. Данные уровни не превышают среднегородских, однако слишком велики для города-парка. Средняя величина суммарного показателя загрязнения для района составляет 27 усл.ед, что соответствует умеренно-опасному загрязнению почв, обычному для окраинных районов города. По степени загрязнения ТМ Пушкинский район занимает 16 место в городе, что характеризует его как относительно

химически незагрязненного. Наибольший вклад в загрязнение окружающей среды вносят следующие предприятия: Юго-Западный Водоканал»; ЗАО «Царскосельский завод»; МОЗ-335; Асфальтобетонный завод (АБЗ-1); Пушкинская КЭЧ; АОЗТ «Престиж» [4].

В заключение можно отметить, что территории исследуемых районов существенно загрязнены тяжелыми металлами, главным образом, свинцом и цинком, что может негативно влиять на состояние окружающей среды и здоровье жителей Санкт-Петербурга.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2022 году/ Под редакцией А.В. Германа, И.А. Серебрицкого – СПб.: 2023 - 226.с.
2. Экологический портал Санкт-Петербурга – Режим доступа: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=55>. – Дата доступа: 25.11.2024.
3. Оценка загрязнения почвогрунтов Санкт-Петербурга по данным мониторинга. – Режим доступа: <https://tterra.ru/articles/otsenka-zagryazneniya-monitoringa/>. – Дата доступа: 03.12.2024.
4. Федченко Т.М. Оценка состояния загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами. Магистерская диссертация. Санкт-Петербург, 2016.

#### ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION IN ST. PETERSBURG BY HEAVY METALS

Voropaeva E.V., [lena.voropaeva.1973@mail.ru](mailto:lena.voropaeva.1973@mail.ru)

Boitsova K.A., [kristinaaa06@bk.ru](mailto:kristinaaa06@bk.ru)

Gvozdyuk M.D., [gvozduk.masha@gmail.com](mailto:gvozduk.masha@gmail.com)

*A.S. Pushkin Leningrad State University*

**Keywords:** soil, pollution, heavy metals.

**Abstract:** Among the many well-known soil pollutants in St. Petersburg, the accumulation of heavy metals is of the greatest importance. According to the Committee on Environmental Management, Environmental Protection and Environmental Safety of St. Petersburg, heavy metals are one of the priority pollutants in soils in the city: cadmium, copper, nickel, lead, zinc, mercury, antimony, chromium (VI), arsenic. The study of soils in St. Petersburg according to the developed program of work on the organization and monitoring of soil condition and pollution in St. Petersburg is carried out in all 18 administrative districts of the city. It has been established that the territories of the studied areas are significantly polluted with heavy metals, mainly lead and zinc, which can negatively affect the state of the environment and the health of residents of St. Petersburg.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКОВ ПРИШКОЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МАОУ СОШ №53 И МАОУ СОШ №60 Г. ЕКАТЕРИНБУРГА**

Жолобова В.А., do.work.603@mail.ru

Сенькова Л.А., senkova\_la@mail.ru

Абрамова Л.П., abramovalp@m.usfeu.ru

*Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург,  
Россия*

**Ключевые слова:** почва, школа, урбоземы, почвенный разрез, анализ почвы.

**Аннотация:** Проанализированы и сопоставлены почвенные условия пришкольных участков МАОУ СОШ № 60 и МАОУ СОШ № 53. Установлено, что свойства зональных почв на территории школьных участков претерпели значительные изменения под воздействием урбанизации и во многом определяются составом строительного мусора. Почвы требуют внесения органических и минеральных удобрений.

Исследование почв на территориях, прилегающих к общеобразовательным учреждениям, представляет собой большой научный интерес, так как воздействие городской среды на их состояние оказывает непосредственное влияние на жизнь людей [2].

Урбанизированный почвенный покров города Екатеринбург отличается разнообразием [1]. На протяжении последних нескольких лет возрос интерес к изучению почв муниципальных территорий, на окружающую среду которых различие антропогенного воздействия влечёт за собой многообразные негативные результаты [3-5].

**Цель работы:** исследовать почвенный покров пришкольных участков.

**В задачи** входило изучение основных свойств почв и выявление влияния на них урбанизации.

Для этого на территориях пришкольных участков заложены основные разрезы и прикопки, изучены морфологические признаки и отобраны по генетическим горизонтам образцы почв для лабораторных исследований.

Анализы выполнялись в соответствии с принятыми методиками [6].

Макрорельеф исследованных почв пришкольных участков представляет собой Восточный склон Уральских гор.

Участок школы № 53 имеет равнинный мезорельеф с атмосферным увлажнением. Почвенный покров здесь представлен следующей разностью почвы.

Разрез 1: *тип* - поверхностно-преобразованная урбо-дерновая, *подтип* - автоморфная, *род* - безкарбонатная, *вид* - среднемощная, *разновидность* - глинистая.

Мезорельеф территории школы № 60 - возвышенная равнина, имеющая атмосферное и грунтовое увлажнение. Заложенный здесь почвенный разрез № 2 характеризует антропогенно-глубоко-преобразованную почву, относящуюся к механически (или физически) преобразованным урбаноземам. Почва этого разреза отличается на типовом уровне по степени урбанизации: *тип* - глубоко-преобразованная урбо-дерновая, *подтип* - автоморфная, *род* - безкарбонатная, *вид* - среднемошная, *разновидность* - глинистая.

На территориях пришкольных участков локально встречаются почвы зонального ряда с признаками урбогенеза (разрез 3): *тип* – подзолистая, *подтип* – дерново-подзолистая, *род* – обычный, *вид* – слабодерновый, среднеподзолистый, *разновидность* - легкосуглинистая.

Условия предгорной территории и урбанизация обусловили скелетность изучаемых почв. На территории школы № 60 она варьирует от 2,7 % до 19,6 %. Эти почвы средне- и сильнокаменистые, что увеличивает амортизационные расходы при использовании таких почв.

Скелетность разрезов на территории школы № 53 хотя варьирует еще больше (1,4-54 %), но также позволяет отнести их к средне- и сильнокаменистым

Наличие обломков горных пород и включений в горизонтах «урбик», характеризующих показатель скелетности, могут положительно влиять на водные и физические свойства почв, способствуя улучшению водопроницаемости почвы, воздухообмена и оптимизации тепловых свойств в условиях таежно-лесной зоны.

М.И. Герасимова и др. [2] считают, что урбопочвы характеризуются как уплотнённые и сильно уплотнённые почвы.

Если почвы участка школы № 60 по плотности сложения вниз по профилю изменяется от рыхлого до уплотнённого состояния, то почва участка школы № 53 характеризуется уплотнёнными и сильно уплотнёнными горизонтами.

Плотность сложения зональной дерново-подзолистой почвы, имеющей место на пришкольных участках, в иллювиальных горизонтах соответствует сильно уплотнённому состоянию.

Пористость почв на территории школ № 60 и 53 составляет более 40 %, что является пограничными значениями оптимальных показателей для растительных формаций.

Таким образом, по физическим свойствам почвы пришкольных участков неоднородны и при использовании требуют снижения плотности сложения.

Реакция почвенной среды антропогенно-глубоко-преобразованной почвы на территории школы № 60 - от кислой до слабощелочной. Такой широкий интервал связан со значительным преобразованием профиля почвы вследствие градостроительства.

Реакция среды почвы на территории школы № 53 варьирует от сильнокислой до нейтральной.

По М.И. Герасимовой [2] реакция среды городских почв чаще является либо нейтральной, либо слабощелочной, что частично подтверждает наши исследования.

Таким образом, при озеленении участка школы № 53 почвы больше нуждаются в снижении кислотности путем известкования, чем почвы участка школы № 60.

Верхние горизонты почвы на территории школы № 60 средне обеспечены подвижными формами калия, тогда как нижние горизонты - слабо обеспечены, что вероятно, обусловлено составом строительного мусора. По обеспеченности доступным фосфором эти почвы оцениваются как низко- и среднеобеспеченные.

На территории школы № 53 почвы имеют низкую и среднюю обеспеченность подвижным калием и низкую доступным фосфором.

Локально в верхних слоях почв обеих пришкольных участков содержание гумуса достигает среднего показателя, что можно объяснить внесением органических удобрений на делянках во время учебного процесса.

Гидролитическая кислотность почвы школы № 60 в верхних горизонтах несколько повышена, но не является критической. Гидролитическая кислотность почвы на территории школы № 53 колеблется в интервале 1,6-4,6 мг-экв./100 г почвы, что согласуется с показателями реакции среды этих почв.

В почвах участка школы № 53 количество обменных оснований (14,0–35,2 мг-экв./100 г почвы), емкость катионного обмена не являются высокими и соответствуют характеристикам почв таёжно-лесной зоны. Однако степень насыщенности почвы основаниями составляет 76,0–95,1 %.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что антропогенные факторы значительно повлияли на такие показатели почвы, как скелетность, активную реакцию почвенной среды и доступные формы фосфора и калия.

Проведенные исследования подтвердили общие тенденции эволюционного развития городских почв в условиях сильной урбанизации и показали, что антропогенное почвообразование в мегаполисе преобладает над естественным.

Чтобы поддерживать плодородие антропогенно-преобразованных почв, необходимо вносить удобрения, которые будут восполнять запасы необходимых минеральных и органических веществ и обеспечивать благоприятный питательный режим растений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гафуров Ф. Г. Почвы Свердловской области. Екатеринбург : Урал. ун-т, 2008. – 396 с.

2. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Москва: Ойкумена, 2003. 268 с.

3. Анализ почвенных условий участка пришкольной территории MAOU СОШ № 53 Екатеринбурга / Ю. В. Плотникова, М. Д. Хайруллина, Л. П. Абрамова, Т. И. Фролова // Научное творчество молодежи - лесному комплексу России : Материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов, Екатеринбург, 03–13 апреля 2023 года. – Екатеринбург: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный лесотехнический университет", 2023. – С. 248-252.

4. Анализ почвенных условий участка пришкольной территории MAOU СОШ № 60 г. Екатеринбурга = Soil research at school no 60 (Yekaterinburg) school grounds / Ю. В. Плотникова, М. Д. Хайруллина, Л. П. Абрамова, Т. И. Фролова. – Текст: электронный // Ландшафтная архитектура: традиции и перспективы – 2022 : материалы I Всероссийской научно-практической конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет ; [ответственный за выпуск Н. В. Кайзер]. – Екатеринбург, 2022. С. 138–144.

5. Почвы и подлесок лесопарков города Екатеринбурга // А.В. Туленкова, Л.П. Абрамова // Леса России и хозяйство в них №1 (76) 2021 С. 44-53.

6. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: - МГУ, - 1970. - 487 с.

## CHARACTERISTICS OF THE SOIL OF THE SCHOOL GROUNDS OF MAEI SECONDARY SCHOOL No. 53 AND MAEI SECONDARY SCHOOL No. 60 IN YEKATERINBURG

Zholobova V.A.

*Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia*

Senkova L.A.

*Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia*

Abramova L.P.

*Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia*

**Keywords:** *soil, school, urbozem, soil transect, soil analysis.*

**Abstract.** Soil conditions of school sites of MAOU SOSH No. 60 and MAOU SOSH No. 53 have been analyzed and compared. It has been established that properties of zonal soils on the territory of school sites have undergone

significant changes under the influence of urbanization and are largely determined by the composition of construction waste. Soils require application of organic and mineral fertilizers.

## **ВЛИЯНИЕ НЕГАТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРОДА НА СВОЙСТВА ПОЧВ**

Михайлов А.Г., [rucoinr@gmail.ru](mailto:rucoinr@gmail.ru)

*Ленинградский государственный университет им А.С. Пушкина*

Степанов И.А., [ishoph@yandex.ru](mailto:ishoph@yandex.ru)

*Санкт-Петербургский Государственный Лесотехнический Университет им. С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** Почва, город, процессы, экология, деградация, урбанизация.

**Аннотация:** Статья посвящена анализу влияния негативных экологических процессов, характерных для городских территорий и как они сказываются на свойствах почв. Рассматриваются факторы антропогенного загрязнения, в том числе выбросы промышленных предприятий и транспорта, накопление тяжёлых металлов в почвах. Особое внимание уделено изменениям физических, химических и биологических свойств почв. Авторы выделяют такие последствия урбанизации, такие как деградация почв и снижение их плодородия.

Сохранение почв в городах — это важная проблема, которая затрагивает каждого жителя. Экологический мониторинг показывает, что качество воздуха, воды и почвы часто не соответствует нормам, что может нести потенциальную угрозу для здоровья горожан.

На примере города Санкт-Петербург, 5,8% почв поражены эрозионными процессами [3]. Расчеты, выполненные с помощью программного комплекса “Эколог–город–Санкт-Петербург”, показали, что от стационарных и передвижных источников зона загрязнения по всем приоритетным для города веществам, для которых возможно превышение максимальной разовой концентрации (ПДК<sub>мр</sub>), составляет 27,5% территории города; превышение среднесуточной концентрации (ПДК<sub>сс</sub>), возможное только для диоксида азота, составляет 15,4% территории города. 56% территории города изучено на загрязнение почвы тяжелыми металлами [3]. Почвы мегаполисов, подвергаются загрязнению химическими веществами. Это связано с большим количеством промышленных предприятий, сконцентрированных на небольшой площади, оказывающих вредное воздействие, а также миграцией токсичных веществ из других природных сред. Основными хранилищами загрязняющих веществ выступают наземные и водные экосистемы. Поллютанты попадают в почву через отходы, газопылевые выбросы, атмосферные осадки, а также загрязнённые сточные воды, влияя на состояние поверхностных вод и донных отложений. [1]. В определенных условиях почва становится источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы, поверхностных и грунтовых вод.

Интенсивность накопления, миграционные характеристики, возможность консервации и последующей мобилизации загрязняющих веществ зависят от свойств почвы [2]. В отличие от других природных сред в почве отсутствует возможность быстрого самоочищения, поэтому ее гигиеническое состояние отражает совокупное действие всех природно-антропогенных процессов, протекающих в динамично развивающемся мегаполисе, и служит интегральным показателем экологической безопасности городской среды. По распространенности и токсикологическому влиянию различаются загрязнения почвы неорганическими и органическими токсикантами в условиях постоянного или аварийного воздействия [1]. В группе неорганических поллютантов особое место занимают тяжелые металлы – токсичные химические элементы, которые, обладая сродством с физиологически важными органическими соединениями, могут их инактивировать, а также способны медленно накапливаться в организме человека, оказывая как явно выраженное специфическое действие, так и хроническое неспецифическое [3]. При сопоставлении средних содержаний тяжелых металлов в различных типах ландшафтов установлено, что для ртути, свинца, хрома, сурьмы, олова характерна выраженная тенденция к накоплению [4]. По данным Всемирной организации здравоохранения, до 20% всех заболеваний обусловлено влиянием химических факторов окружающей среды, включая негативное воздействие загрязнения почвы. Эколого-медицинская работа по исследованию связи между состоянием здоровья граждан и уровнем загрязнения окружающей среды позволяют выявить тенденции и потенциальные опасности, связанные с загрязнением почв. Эти данные должны быть учтены при планировании развития городов, проектировании и эксплуатации инфраструктуры. Проблемы, связанные с нарушением природоохранного законодательства, часто возникают из-за игнорирования обязательных региональных и федеральных норм природопользования. Эти нарушения часто включают в себя несанкционированные свалки, отсутствие необходимых документов на отходы, нарушение водопользования, сброс сточных вод без очистки и отсутствие контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. [5]. Халатному отношению субъектов хозяйственной деятельности и граждан, включая сброс представляющих опасность сточных и дренажных вод, грунта и отходов, подвержены также природные компоненты мелиоративной системы и особо охраняемые природные территории, находящейся в пределах городов. Загрязненные почвы – лишь один из различных факторов окружающей среды, которые могут оказать негативное влияние на здоровье.

Для уменьшения негативного влияния экологических процессов городов на почвы необходимо:

1. контролировать наличие и состояние потенциально опасных техногенных объектов, так как несмотря на то, что опасные участки

концентрируются на определенных территориях, зоны зеленых насаждений, жилые кварталы, социальные объекты тоже могут быть загрязнены из-за различных факторов и переноса веществ;

2. требуется снижение количества загрязняющих химических выбросов от источников загрязнения урбоназема и мероприятия по защите почвы.

Таким образом, экологические процессы городов способствуют загрязнению почв и окружающей среды. Это оказывает серьезное влияние на здоровье населения. Для минимизации негативных последствий необходимо строгое соблюдение природоохранных норм и планирование городской инфраструктуры с учётом экологических факторов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Башкин В.Н. Биохимический метод оценки хронического и аварийного загрязнения почв и донных отложений тяжелыми металлами // Тез. докл. Всерос. научн. конф. “Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития”. М.: ФГБУ “ИГКЭ Росгидромета и РАН”, 2017. С. 425–426.
2. Огурцов А.Н., Бахматова К.А. Интегральная оценка и пространственный анализ потенциальной устойчивости почвенного покрова урбанизированной территории к загрязнению тяжелыми металлами // ИНТЕРКАРТО. ИНТЕРГИС. 2016. Т. 22. № 2. С. 232–243.
3. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2017 году / Под ред. И.А. Григорьева, И.А. Серебрицкого. СПб., 2018. 450 с
4. Синдирева А.В. Прогнозирование содержания тяжелых металлов в почве и растениях при антропогенном загрязнении // Матер. XIII Междунар. научн.-практ. конф. “Экологические проблемы региона и пути их решения”. Омск: Омский государственный технический университет, 2019. С. 87–92.
5. Цехмистер Е.Н., Подлипский И.И. Оценка качества рекультивации полигонов ТБО в городе СанктПетербург // Сб. трудов конф. “Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии”. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2018. С. 299–302.

#### INFLUENCE OF NEGATIVE ECOLOGICAL PROCESSES OF THE CITY ON SOIL PROPERTIES

Mikhailov A.G., rucoinr@gmail.ru

*Leningrad State University named after A.S. Pushkin*

Stepanov I.A., ishoph@yandex.ru

*St. Petersburg State Forestry University named after. S.M. Kirov*

**Keywords:** Soil, city, processes, ecology, degradation, urbanization.

***Abstract:*** The article is devoted to the analysis of the impact of negative environmental processes characteristic of urban areas and how they affect soil properties. The factors of anthropogenic pollution, including emissions from industrial enterprises and transport, accumulation of heavy metals in soils, are considered. Special attention is paid to changes in the physical, chemical and biological properties of soils. The authors highlight the consequences of urbanization, such as soil degradation and reduced fertility.

## **ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПОГЛОТИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ ПОЧВ**

Ю. В. Симонова, [uvsim@yandex.ru](mailto:uvsim@yandex.ru)

*Санкт-Петербургский государственный университет*

**Ключевые слова:** Емкость катионного обмена, обменные основания, органическое вещество, городские почвы.

**Аннотация:** В лабораторном опыте с удалением органического вещества было установлено статистически достоверное уменьшение емкости катионного обмена в образцах гумусовых горизонтов естественной лесной почвы и окультуренного агрозема. Кроме того, снизилась сумма обменных оснований и доля кальция в составе обменных оснований. В городских почвах обработка перекисью водорода привела к обратному эффекту – емкость катионного обмена и сумма обменных оснований увеличились, что говорит о меньшем участии органического вещества в катионном обмене.

**Введение.** Среди экологических функций сорбционная функция [3] выходит на первый план, когда речь идет об антропогенно нарушенных почвах. Одно из важнейших ее значений состоит в регулировании потоков загрязняющих веществ [6].

Сорбционная функция базируется на поглотительной способности почв [3]. За поглотительную способность отвечают компоненты почвенного поглощающего комплекса (ППК) – органическое вещество, глинистые минералы и органоминеральные соединения во фракции ила. При этом количественной мерой ППК является емкость катионного обмена (ЕКО) [7]. Известно, что ЕКО органических веществ в несколько раз превосходит ЕКО минеральных компонентов, поэтому в почвах, обогащенных гумусом, именно органическое вещество определяет эту величину [2,5].

В задачи исследования входило: выявить вклад органического вещества в поглотительную способность естественных и антропогенно преобразованных почв.

**Объекты и методы.** В работе приведены данные по образцам гумусовых горизонтов четырех объектов, относящихся к различным типам почв, варьирующим по уровню антропогенной нагрузки и видам использования. Среди антропогенно преобразованных рассматривались почвы из двух функциональных зон Санкт-Петербурга (рекреационная и зона транспортной инфраструктуры) и окультуренная почва участка индивидуальной жилой застройки в Тосненском районе Ленинградской области. В качестве естественной почвы – почва под лесом в Лисинском заказнике Ленинградской области.

Показатели, характеризующие поглотительную способность, определялись общепринятыми методами: содержание углерода – по методу Тюрина, ЕКО – методом Бобко-Аскинази, обменные основания ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) – комплексометрическим методом.

Для оценки вклада органического вещества в поглотительную способность исходные образцы подвергались окислению в лабораторных условиях. Для этого была выполнена многократная обработка почвы с помощью перекиси водорода (соотношение почвы к  $\text{H}_2\text{O}_2$  1:10) при нагревании до исчезновения реакции на перекись [4]. Остаточное содержание Сорг в образцах после обработки определялось так же, как и в исходных методом Тюрина. В модифицированных таким способом образцах были определены те же показатели, что и в исходных.

Статистический анализ выполнялся в программе SPSS Statistics.

**Результаты и обсуждение.** При сравнении показателей, характеризующих обменную способность исходных и дегумифицированных образцов, выявлено уменьшение ЕКО в почве под лесом и окультуренном агроземе. Наиболее заметное снижение произошло в агроземе, менее заметное – в почве под лесом с меньшим исходным содержанием Сорг (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели физико-химических свойств исходных и модифицированных образцов (до и после обработки перекисью водорода)**

Горизонт	Глубина, см	Сорг, %		ЕКО, смоль (+)/ кг почвы		Обменные основания, смоль (+)/ кг почвы					
						$\text{Ca}^{2+}$			$\text{Mg}^{2+}$		
		до	после	до	после	$\Sigma$	до	после	$\Sigma$	до	после
Дерново-элювиально-метаморфическая глееватая на ленточных глинах, Лисинский заказник, Ленинградская обл.											
АЕЛ	0–5	2,6	0,4	11,0	9,0	8,3	5,3	3,0	4,0	1,0	3,0
Агрозем темный глееватый на ленточных глинах, огород в п. Лисино-Корпус, Ленинградская обл.											
Р1	0–24	5,8	0,9	23,5	13,3	20,2	17,9	2,3	13,0	8,0	5,0
Р2	24–43	4,3	0,2	20,4	15,0	18,3	13,5	4,8	13,0	9,0	4,0
Дерново-подзолистая почва на ленточных глинах, парк, г. Санкт-Петербург											
АУ1ur	0–5	5,9	1,1	19,7	23,0	14,6	9,1	5,5	16	9	7
АУ1ur	5–16	2,8	0,6	17,7	20,0	12,5	7,7	4,8	15,0	5,5	9,5
АУ2ur	16–28	0,7	0,2	12,6	14,0	7,0	5,0	2,0	10,0	5,0	5,0
Урбиквазизем, газон вблизи автодороги, г. Санкт-Петербург											
АУ1ur	0–5	3,6	1,3	20,2	27,9	19,6	15,0	4,6	18,0	10,0	8,0
АУ2ur	5–10	3,4	1,1	19,1	24,0	18,0	12,5	5,5	16,0	7,0	9,0

Снижение ЕКО было определено как статистически достоверное. Различия данных ЕКО до и после обработки оцениваются как значимые по критерию Стьюдента ( $p = 0,004$ ), если в выборку включать только почвы естественного ценоза и агрозем. Правомерность использования параметрического критерия Стьюдента подтверждена предварительной

проверкой данных на соответствие закону нормального распределения по критерию Шапиро-Уилка ( $p > 0,05$ ).

Выявленные изменения ЕКО в ответ на обработку почвы перекисью водорода вполне закономерны, поскольку хорошо известно, что в гумусовых горизонтах почв величина ЕКО в значительной мере обусловлена присутствием органического вещества, и при содержании гумуса около 5–6% на его долю приходится до 30–60% ЕКО [5].

Однако таким изменениям оказались не подвержены гумусовые горизонты городских почв. У последних в результате обработки перекисью произошло увеличение ЕКО относительно исходных образцов (табл. 1). Эти изменения являются статистически значимыми ( $p = 0,024$ ).

При достаточно высоком относительно зональных почв содержании Сорг данный эффект в образцах городских почв может рассматриваться в связи с составом органического вещества. Как было показано в обзоре по городским почвам [1], их органическое вещество во многом представлено инертным пулом углерода техногенного происхождения. Такой углерод проявляет низкую активность в отношении обмена катионов. Часть органического вещества, представленная истинно гумусовыми соединениями, в этих почвах не реализует всего потенциала из-за сниженной активности функциональных групп. Поступающие тяжелые металлы, образуя комплексы с гуминовыми кислотами, способствуют гидрофобизации поверхности и снижению участия в обмене катионов.

Изменения суммы обменных оснований в результате удаления органического вещества обнаружили те же тенденции, что и ЕКО. В агроземе и почве Лисинского заказника произошло статистически значимое ( $p = 0,000$ ) уменьшение суммы оснований после окисления образцов. Среди оснований наибольшее снижение демонстрировала величина обменного  $\text{Ca}^{2+}$ . По-видимому,  $\text{Ca}^{2+}$ , присутствующий в форме комплексов с компонентами гумуса и участвующий до этого в реакциях обмена, в результате обработки перекисью прочнее закреплялся минеральной частью, что уменьшало затем его выход в вытесняющий раствор. Наиболее значительные изменения в сторону уменьшения обменного  $\text{Ca}^{2+}$  произошли в агроземе, насыщенном основаниями.

В связи с уменьшением доли  $\text{Ca}^{2+}$  в составе обменных оснований модифицированных образцов выросла относительная доля  $\text{Mg}^{2+}$  (табл. 1). Перераспределение в составе обменных оснований характеризует показатель  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ . После обработки перекисью водорода он снизился в пользу доли магния примерно в пять раз.

Для объектов, представленных городскими почвами, статистически достоверного изменения суммы обменных оснований и  $\text{Ca}^{2+}$ , в частности, не установлено ( $p = 0,125$ ). Этот факт может быть объяснен теми же причинами, что и увеличение ЕКО в результате обработки, то есть низкой активностью органического вещества городских почв в отношении органоминеральных взаимодействий.

Таким образом, дегумификация в условиях лабораторного эксперимента позволила видоизменить свойства исследуемых почв и получить пары сравнения в виде исходных и модифицированных образцов с меньшим содержанием органического вещества. Эти изменения стали причиной различий в поглотительной способности почв.

**Выводы.** Вклад органического вещества в процессы регулирования состава обменных катионов и их закрепления подтверждается уменьшением показателя ЕКО, суммы оснований, в том числе доли кальция, в результате дегумификации. Более резкое уменьшение катионообменной способности почвы наблюдается при высоком начальном содержании Сорг.

Для городских почв, наоборот, установлено увеличение ЕКО и суммы обменных оснований в результате обработки перекисью водорода, что указывает на инертность органического вещества в отношении катионного обмена и органоминеральных взаимодействий.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водяницкий Ю. Н. Органическое вещество в городских почвах (обзор литературы) // Почвоведение. 2015, № 8. С. 921–931.
2. Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв. М.: Изд-во АН СССР, 1978. 293 с.
3. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во МГУ, 2012. 412 с.
4. Нестеренкова В. А., Растворова О. Г., Афолина Н. Л. и др. Влияние органического вещества на сорбцию фосфат-ионов почвами // Почвоведение. 1986. № 11. С. 121–128.
5. Орлов Д. С. Химия почв: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1992. 400 с.
6. Пинский Д. Л. Ионообменные процессы в почвах. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. 166 с.
7. Трофимов С. Я, Горшкова Е. И., Салпагарова И. А. Ионный обмен и адсорбция в почвах: учебное пособие. М.: Издательство: КДУ, 2008. 98 с.

### INFLUENCE OF ORGANIC MATTER ON THE CATION EXCHANGE CAPACITY OF URBAN SOILS

Yu. V. Simonova, uvsim@yandex.ru  
Saint Petersburg State University

**Keywords:** Cation exchange capacity, exchangeable bases, organic carbon, urban soils.

**Abstract:** In a laboratory experiment with the removal of organic matter using hydrogen peroxide, a statistically significant decrease in the cation exchange

capacity in samples of humus horizons of natural soils and cultivated soil was established. In addition, the sum of exchangeable bases and the proportion of exchangeable calcium decreased. In urban soils, treatment with hydrogen peroxide led to the opposite effect - the cation exchange capacity and the sum of exchangeable bases increased. This indicates a lower participation of organic matter in urban soils in the absorption capacity.

## МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ САДОВ И ПАРКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Субота М.Б., [subota\\_m@mail.ru](mailto:subota_m@mail.ru)

Часовская В.В., [vika0578@mail.ru](mailto:vika0578@mail.ru)

*Санкт-Петербургский Государственный Лесотехнический Университет  
им. С.М. Кирова.*

Шепелева О.П., [shepelevaop@mail.ru](mailto:shepelevaop@mail.ru)

*Ленинградский Государственный Университет им. А.С. Пушкина*

Харичева А.Г., [GUPcentralnoe@mail.ru](mailto:GUPcentralnoe@mail.ru)

*АО «СПП «Центральное»*

**Ключевые слова:** городские почвы, урбанозем, почвообразование, городские экосистемы

**Аннотация:** в статье приведены результаты исследования почв некоторых исторических парков

Одним из основных факторов, лимитирующий культуру большинства видов декоративных древесных и кустарниковых растений в парках, является почвенный. Городские почвы—это почвы, имеющие созданный человеком поверхностный органоминеральный слой, полученный перемешиванием, насыпкой, внесением (загрязнением) урбаногенного материала (строительно-бытового мусора). Основным признаком городских почв – нарушение естественного сложения почв и привнесение в них включений различного происхождения [1].

Почвы в городе выполняют важные экологические функции. Главными из которых являются: пригодность для произрастания зеленых насаждений; способность сорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды [2].

Исследования почв проводились в Таврическом саду и Троицко-Петровском сквере.

Таврический сад - памятник садово-паркового искусства в Санкт-Петербурге. Сад занимает площадь в 21,1 гектар и связан с именем Григория Потёмкина. Сад был создан в 1783-1800 годах английским садовником Уильямом Гульдом.

Изначально сад был закрыт для публичного посещения и входил в ведение императорского двора. В 1815 году в саду прошли испытания первого в России парохода "Елизавета".

В 1932 году сад был переименован в Парк культуры и отдыха имени Первой пятилетки, а в 1958 году - в Городской детский парк.

В 1975 году саду вернули первоначальное историческое имя - Таврический сад. В Таврическом саду установлены памятники "Юным героям обороны Ленинграда", Петру Ильичу Чайковскому и Сергею Есенину.

В 1990-х годах в саду были проведены две реставрации: в 1997-2001 годах и в 2010-2011 годах.

#### Описание почвенного разреза на участке №1.



**Ud** 0-4 травы, серый, неразложившийся  
**U1** 4-10 урбик, серый, мелко-ореховатый, плотноватый, суглинистый, корни, постепенный  
**U2fe** 10-28 урбикгумусированный, светло-охристо-коричневый, комковатый, плотноватый, суглинистый, корни, железистые включения, резкий  
**U3** 28-35 урбик, серый, мелко-комковатый, рыхлый, супесчаный, резкий.  
**U4** 35-70 урбик, темно-коричневый, пластинчатый, плотный, суглинистый, железистые включения, мусор (кирпичи 5%), постепенный  
**L** >70 глина, мусор (кирпичи 30 %)

Рис. 1 Профиль почвенного разреза на участке №1.

Урбанозём среднemosный среднедерновый слабогумусированный суглинистый на строительном мусоре  
Троицко-Петровский сквер расположен на Троицкой площади Петроградской стороны.

Он хранит память о Троицком соборе, освященном в 1711 году в честь дня святой Троицы, в который был основан Санкт-Петербург. По нему получила свое название и Троицкая площадь — первая площадь Петербурга, в центре которой находился собор.

В 1913 году храм вновь сгорел и был восстановлен только в 1928 году как историческая реликвия, вновь в деревянном виде. В 1933 году он был закрыт, а в 1934 году снесен.

На месте Троицко-Петровского собора в 1956 году было построено современное здание дома № 1/5 по ул. Куйбышева и разбит газон.

В 2020 году на том месте Троицкой площади, где находилась часть фундамента снесенного храма, установлен памятный знак.

#### Описание почвенного разреза на участке №2



Уд0-4 травы, серый, неразложившийся

U2 4-20 урбик, светло-коричневый, мелко-комковатый, рыхлый, суглинистый, корни, мусор (кирпичи 5%, щебень 5%), постепенный

U3 20-53 урбик, коричневый, мелко-комковатый, рыхлый, суглинистый, корни, мусор (кирпичи 25%, уголь, щебень 10%), резкий

L >53, плотноватый, супесчаный, мусор (кирпичи 70%)

Рис.2 Профиль почвенного разреза на участке №2.

Урбанозём среднemosный среднедерновый среднегумусовый суглинистый на кирпичной кладке.

На основе проведенных исследований, изучения состава и свойств почв, особенностей функционирования и оценки их экологического состояния сформулированы основные требования, предъявляемые к городским почвам. Почвы города должны содержать достаточное количество органического вещества и элементов питания, необходимых для длительного произрастания газонных трав, деревьев и кустарников; обеспечивать создание оптимального водно-воздушного режима для роста растений; отсутствовать вещества, токсичные для растений и опасные для окружающей среды.

Урбаноземы Санкт-Петербурга имеют специфические особенности, обусловленные как природными (зона промывного водного режима), так и техногенными факторами, а также условиями эксплуатации (ухода) зеленых насаждений.

На условия почвообразования в городских экосистемах влияют такие процессы как нарушение биологического круговорота веществ и элементов, обусловленное скашиванием травы на газонах и осенним сбором листвы, загрязнение почв различными поллютантами, проводимые подкормки минеральными и органическими удобрениями, периодически осуществляемые капитальные ремонты объектов озеленения.

Скорость и свойства почвенных и геологических процессов, происходящих в городских ландшафтах, отличаются от таковых в естественных условиях. В природных ландшафтах процессы протекают крайне медленно. Городские почвы, в отличие от лесных, подвергаются катастрофическим воздействиям с высокой степенью интенсивности, что часто приводит к значительным изменениям, а часто и к образованию новых почв и формированию нового почвенного покрова.

Эволюция и трансформация городских почв обусловлены хозяйственными и функциональными особенностями использования разных частей города (жилая зона, промышленная зона, природно-рекреационная зона и т.д.); субстратом (физико-механические, химические и минералогические особенности культурного слоя, срезанных, насыпных, перемешанных и намывных природных грунтов и техногенных грунтов, остатки естественных почв); возрастом почвенного покрова.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабилов Б.В. Субота М.Б. Часовская В.В., Шепелева О.П. Особенности формирования и эволюция городских почв//Проблемы и состояние почв городских и лесных экосистем: Матер. II науч.-практ. конф. 21–22 сентября, Санкт-Петербург, 2023.
2. Зубкова Т.А., Кавтарадзе Д.Н., Попова Н.В. Почвы городских экосистем - экологические и социальные риски - Текст: непосредственный // Экология урбанизированных территорий. - 2022. - №1.

#### SOIL STUDY OF THE TAURIDE GARDEN AND TROITSKO-PETROVSKY SQUARE

Subota M.B., [subota\\_m@mail.ru](mailto:subota_m@mail.ru)

*St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov.*

Chasovskaya V.V., [vika0578@mail.ru](mailto:vika0578@mail.ru)

*St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov.*

Shepeleva O.P., [shepelevaop@mail.ru](mailto:shepelevaop@mail.ru)

*A.S. Pushkin Leningrad State University*

Kharcheva A.G., [GUPcentralnoe@mail.ru](mailto:GUPcentralnoe@mail.ru)

*JSC SPP Tsentralnoye*

**Keywords:** urban soils, urbanozem, soil formation, urban ecosystems

**Abstract:** the article presents the results of a study of the soils of some historical parks

# ЭДАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

## ЗАВИСИМОСТЬ СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ ОТ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА ПРИМЕРЕ 59 КВАРТАЛА ЖЕРНОВСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Балковский Р.А., puma-raf2011@yandex.ru

Яковлев А.А., artem95692@gmail.com

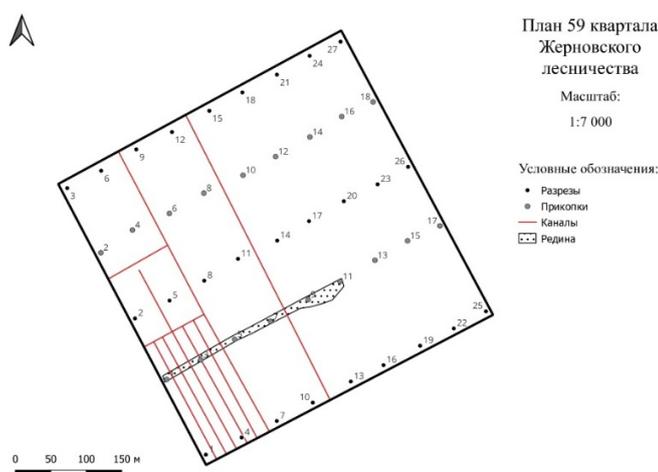
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова.

**Ключевые слова:** лес, почва, состав древостоя, почвенный разрез.

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты по зависимости состава древостоя от почвенных условий.

**Введение.** Лес и почва постоянно взаимодействуют друг на друга. Почва даёт питательные элементы растениям, в то время как они изменяют её свойства. В данной статье рассматривается изменение состава древостоя в зависимости от эдафических условий.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования является 59 квартал Жерновского участкового лесничества, на котором было произведено 27 разрезов и 18 прикопок. На карте размечались по координатам участки будущих объектов, расположенных с юга на север, с запада на восток. Расстояние между точками составляет: по вертикали – 100м, по горизонтали – 50м (Рис. 1).



**Рис. 1.** Расположение опытных участков в 59 квартале.

Использовался почвенно-профильный метод для диагностирования почв. Закладываемый почвенный разрез, должен располагаться так, чтобы

к моменту описания почвы его передняя стенка максимально освещалась. С противоположной стороны делаются ступени. Размеры разреза составляют 120x80см на глубину до 120см. Прикопка – 50x50 на глубину 30-40см. После проводилось описание почвенных разрезов, с последующим фиксированием их местоположения на GPS-карту [1].

Далее определялся состав древостоя через абсолютную полноту. Для этого использовался полнотомер. В практикуме по таксации леса по использованию данного инструмента указано следующее:

“Определение суммы площадей сечения на 1 га сводится к следующему: в насаждении выбирают типичное место; приложив противоположный от насадки конец линейки к глазу, начиная от заметного ориентира, рассматривают через насадку поочередно все деревья на высоте груди, растущие на круговой площадке (360°). Площадь сечения дерева, перекрывающего прорезь насадки, составляет 1 м<sup>2</sup>/га, точно вписывающегося в прорезь– 0,5 м<sup>2</sup>/га. Остальные деревья учету не подлежат. Число учтенных таким образом деревьев дает сумму площадей сечений на 1 га в квадратных метрах при обороте на 360°”[2].

*Результаты.* Сопоставив состав древостоя с почвенными разрезами (табл. 1) полученные данные были переведены в графический вид с помощью программы QGIS. Таким образом получилось визуализировать почвенную карту 59 квартала (рис. 2), на которой показано, что большая его часть представлена торфянисто-скрытоподзолистой, иллювиально-железисто-глеевой на двухчленном наносе почвой. По краям квартала наблюдаются следующие почвы: торфянисто-скрытоподзолистая, иллювиально-железисто-гумусо-глеевая на двухчленном наносе; торфяно-скрытоподзолистая, иллювиально-железисто-глеевая на двухчленном наносе; перегнойно-скрытоподзолистая, иллювиально-железисто-глеевая на двухчленном наносе.

Вместе с почвенной картой представлена карта древесной растительности (рис. 3), на которой можно наблюдать переход от чистого сосняка к березняку с несколькими участками преобладающей осины.

Таблица 1

**Таблица соотношения состава древостоя с почвенными разрезами**

разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ
3р	9,8С 0,2Б	6р	6,8С 2,6Б 0,5Ос	9р	4,6Ос 3,8С 1,5Б	12р	5,2Б 3,8С 0,7Ос 0,3Е	15р	5,9Б 3,3С 0,9Ос	18р	6,9Б 2,2С 0,9Ос	21р	5,2Б 4,2С 0,4Ос 0,2Е	24р	7,3Б 1,6С 1,1Ос	27р	9,5Б 0,5С
2п	8,9С 0,5Е 0,5Б	4п	8,5С 1,5Б	6п	7,9С 2,1Б	8п	6С 4Б	10п	5,1Б 4,0С 0,9Ос	12п	4,2Ос 3,2С 2,6Б	14п	6,2Б 3,1С 0,7Ос	16п	5,2С 4,2Б 0,6Ос	18п	6,2Б 2,4С 1,4Ос
2р	10С	5р	9,7С 0,3Е	8р	6,3С 3,7Б	11р	7,1С 2,9Б	14р	7,6С 2,4Б	17р	7,6С 2,4Б	20р	7,4С 2,5Б 0,1Е	23р	5,7С 2,6Б 1,7Ос	26р	5,1Б 4,9С

разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ	разрез	СОСТАВ
1п	7,8С 0,8Е 1,4Ос	3п	9,4С 0,6Е	5п	10С	7п	6,8С 2,5Б 0,7Е	9п	6,4С 3,6Б	11п	7,1С 2,9Б	13п	6,5С 3,5Б	15п	5,2С 4,2Б 0,6Е	17п	4,9Б 3,2Ос 1,6Е 0,3С
1р	10С	4р	9,3С 0,7Е	7р	10С	10р	6С 4Б	13р	6,3Б 3,7С	16р	6С 4Б	19р	5,3С 3,3Б 1,5Е	22р	7,2Б 1,7С 1,1Ос	25р	3,7С 3,2Б 3,2Ос



Рис. 2. Почвенная карта 59 квартала

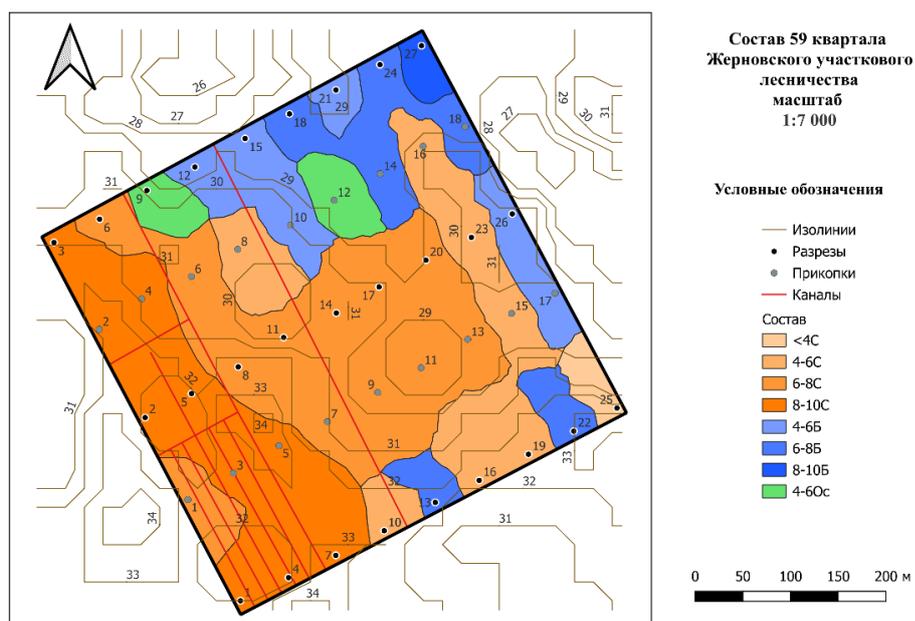


Рис. 3. Карта состава древостоя 59 квартала

*Выводы.* Состав древостоя меняется по ходу изменения рельефа. И смотря на карты можно увидеть, что на возвышенности, в южной части квартала произрастает чистый сосняк и по мере понижения рельефа происходит смешение с дальнейшим преобладанием лиственных пород. Это связано с изменением влажности, так как сосна произрастает на сухих почвах, в отличие от берёзы, которая предпочитает более влажные почвы.

Следует отметить, что участки с сосновым древостоем охватывают все типы почв, в то время как березняки и осинники только по 2 типам почв.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Картография почв: учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, ФГБОУ ВО Приморская ГСХА / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА; сост. Л.В.Митрополова– Уссурийск, 2017. - 108 с.

2. Таксация леса: практикум для подготовки бакалавров по направлению 250100 «Лесное дело» / И. В. Никифорчин [и др.]. – СПб.: СПбГЛТУ, 2013 – 160 с.

#### DEPENDENCE OF STAND COMPOSITION ON SOIL CONDITIONS ON THE EXAMPLE OF THE 59TH QUARTER OF THE ZHERNOVSKY DISTRICT FORESTRY UNIT

Balkovsky R.A., puma-raf2011@yandex.ru

Yakovlev A.A., artem95692@gmail.ru

*Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov*

**Keywords:** forest, soil, composition of forest stand, soil profile.

**Abstract.** The results of the article present samples depending on the composition of forest stand from soil conditions, and methods for their obtaining are shown.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ОПАДА СТАРОВОЗРАСТНЫХ УЧАСТКОВ ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ

Голядкина И.В., golyadkina@vgltu.post.ru

Одноралов Г.А., kafedra.laip@inbox.ru

Тихонова Е.Н., tichonova-9@mail.ru

Лесных А.В., a.v.lesnykh@mail.ru

*Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова*

**Ключевые слова:** лесной опад, живой напочвенный покров, химический состав опада, нагорная дубрава, Центральная лесостепь.

**Аннотация:** в работе приведена количественная оценка возврата азота и зольных элементов с опадом древесного-кустарникового и травянистого ярусов в старовозрастных насаждениях Воронежской нагорной дубравы. Тип лесорастительных условий – С<sub>2</sub>Д – судубрава свежая дубовая, наиболее типичный для пригородных насаждений г. Воронежа. Состав древостоя 3Д5Лп3КлО, длительно-производные дубняки, где возраст дуба черешчатого (*Quercus Robur L.*) составляет 100 лет. Напочвенный покров насаждения насчитывает 17 видов растений с преобладанием осоки волосистой (*Carex pilosa Scop.*). Ряд возврата элементов в почву с годичным опадом древесных растений кальциево-азотно-кремниевый, а травянистого яруса – калиево-азотно-кальциевый. В общей сумме пять главнейших элементов питания (N, P, Ca, Mg и K) составляют в древесном опаде 160,5, а в опаде травянистого яруса – 51,3 кг/га.

Лесной опад, поступающий в почву в виде листьев, веточек, кусочков коры, плодов и т.д. является основным источником минеральных и органических веществ, а также свободной энергии, делающей биогенный ландшафт саморегулирующейся и саморазвивающейся сложной неравновесной и, вместе с тем, стационарной системой, способной сохранить неизменным свой облик в течении длительного времени (3).

Устойчивость экосистемы связаны с тем, что она непрерывно получает свободную энергию из среды в количестве, компенсирующем её снижение в системе. Образованная лесными и травяными ценозами органическая масса подвергается процессам разложения, в ходе которых химические элементы высвобождаются из состава сложных, богатых энергией органических соединений. Демаков Ю.П. и др. (2015) отмечают, что вещества, вымываемые из лесного опада, «являются довольно мощным экологическим фактором, оказывающим влияние не только на формирование видовой структуры фитоценозов, но и на их состояние, продуктивность, устойчивость функционирования и непрерывность круговорота веществ» (1).

Проведенные исследования позволяют оценить размеры ежегодно поступающего органического вещества, а также содержание азота и основных элементов зольного питания, поступающих в почву с лесным опадом старовозрастных насаждений нагорной дубравы, расположенных в черте г. Воронежа.

Постоянная пробная площадь была заложена в 2022 году в 47 квартале Пригородного лесничества (Правобережное участковое лесничество). Тип лесорастительных условий – С<sub>2</sub>Д – судубрава свежая дубовая, наиболее типичный для пригородных насаждений г. Воронежа. Состав древостоя 3Д5Лп3КлО, длительно-производные дубняки, где возраст дуба черешчатого (*Quercus Robur* L.) составляет 100 лет. Напочвенный покров насаждения насчитывает 17 видов растений, среди которых преобладает осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), будра плющевидная (*Glechomahederacea* L.), недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora* DC.), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.) и герань Роберта (*Geranium robertianum* L.). Тип почвы – серогумусовые глееватые на песчано-супесчаных отложениях (Leptosols Mollic, WRB, 2014).

На пробной площади для сбора древесного опада устанавливались опадоуловители размером 50×50 см, высотой около 1,2 м. Образец для химического анализа опада составляли на основании данных по составу опада (фракционный состав) за весь срок сбора опада, при этом для образца отбирали наименее выщелоченный и загрязненный опад. Так, образец для химического анализа опада для дубравы осоко-снытиевой составлялся исходя из следующего соотношения: листья – 88, ветви и кора – 8 и генеративные органы и семена – 4 %. В дальнейшей работе необходимо уточнение использованного нами соотношения с учетом более длительного мониторинга.

Опад травянистого яруса оценивался по биомассе надземной части, для этого в середине вегетационного сезона были произведены укусы трав с помощью деревянной рамки площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Собранный опад высушивали, в средних пробах определяли химический состав золы. Углерод и азот определяли методом газовой хроматографии на органическом элементном анализаторе ECS 8024 NC Soil Special (N.C. TECHNOLOGIES SRL, Италия).

По нашим наблюдениям за 2023 год максимальная масса опада была зафиксирована во время осеннего листопада в октябре и составила для дубравы осоко-снытиевой 3,32 т/га. Запас биомассы широколиственного покрова составил в среднем 0,44 т/га. Вклад живого напочвенного покрова в общую продуктивность лесного биогеоценоза незначителен, даже по сравнению с древесным опадом его биомасса меньше в 7,5 раз. Несмотря на это, по содержанию таких важных элементов, как N, K, Mg и P, вклад широколиственного покрова сопоставим с древесным опадом. Телеснина В.М. и др. (2024) также отмечают, что «биомасса живого напочвенного покрова

практически не вносит вкладов долговременную аккумуляцию углерода лесным биогеоценозом – она в большей степени является активным звеном круговорота, обеспечивающим определенную долю поступления в почву органического вещества и зольных элементов в составе надземного опада» [2].

В таблице 1 представлены ряды содержания углерода, азота и зольных элементов, поступающих ежегодно на почву в ландшафтах нагорной дубравы. Широкоотравьем больше всего вовлекается в круговорот калия, азота и кальция. Основное количество элементов в исследуемом насаждении поступает за счет осоки волосистой, далее по биомассе следуют сныть обыкновенная и будра плющевидная, остальные травянистые растения представлены в меньшем количестве. Депонирование углерода ярусом травянистой растительности нагорной дубравы составляет 178.4кг С/га. Таким образом, травянистая растительность, развивающаяся под пологом леса играет большую роль в биологическом круговороте в лесных экосистемах.

Таблица 1

**Поступление химических элементов с лесным опадом дубравы, кг/га**

Компонент	С	N	Ca	K	Mg	Si	Al	P	Fe	Mn
Древесный опад (сбор в октябре)	1407,7	47,5	72	25	9	32	8	7	0,8	0,7
Травянистая растительность	178,4	11,6	8,1	23,8	4,4	н.д.	н.д.	3.4	н.д.	н.д.

Содержание азота в листьях опада, взятых в октябре-ноябре почти вдвое меньше, чем в зеленых листьях и составляет в среднем 1,14 %. Известно, что по мере разложения опада его химический состав претерпевает существенные изменения. Водой из опада извлекается в 3-4 раза больше органических веществ, чем минеральных. Так, максимум углерода с древесным опадом выносится в осенний период, пиком является октябрь, в течении которого в дубраве осаждается 1407,68 кг С/га. Максимум азота с древесным опадом также выносится в осенний период, пиком является октябрь, в течении которого в дубраве осаждается – 47,5 кг N/га. В остальные месяцы поступление азота с опадом гораздо ниже, чем в октябре.

Ряд возврата элементов в почву с годичным опадом древесных растений кальциево-азотно-кремниевый, а травянистого яруса – калиево-азотно-кальциевый. В общей сумме пять главных элементов питания (N, P, Ca, Mg и K) составляют в древесном опадe 160,5, а в опадe травянистого яруса – 51,3 кг/га. Но отличия в содержании азота и зольных элементов, а также различный биохимический состав компонентов лесного опада обуславливают неодинаковый характер его разложения и высвобождения химических элементов, что требует дальнейшего изучения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демаков Ю.П., Исаев А.В., Таланцев В.И., Малюта О.В. Химическая и биологическая активность водных экстрактов лесных растений. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 2 (26). С. 57-76.

2. Телеснина В.М., Подвезенная М.А. Сорокин А.С., Мешалкина Ю.Л. Оценка биомассы хвойно-лиственных лесов на примере УОПЭЦ МГУ «Чашниково». Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2024; (2): 37-45. DOI 10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-2-37-45

3. Osono T., Azuma J., Hirose D. Plant species effect on the decomposition and chemical changes of leaf litter in grassland and pine and oak forest soils. Plant and Soil. 2014; 1–2 (376):411–421. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1993-5>

## CHARACTERISTICS OF PLANT LITTER ON OLD AGE SITES OF VORONEZH UPLAND OAK FOREST

Golyadkina I.V., [golyadkina@vgtu.post.ru](mailto:golyadkina@vgtu.post.ru)

Odnorolov G.A., [kafedra.laip@inbox.ru](mailto:kafedra.laip@inbox.ru)

Tikhonova E.N., [tichonova-9@mail.ru](mailto:tichonova-9@mail.ru)

Lesnykh A.V., [a.v.lesnykh@mail.ru](mailto:a.v.lesnykh@mail.ru)

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov*

**Key words:** plant litter, litterfall, ground cover vegetation, chemical composition of plant litter, upland oak forest, Central Forest Steppe.

**Abstract:** The work provides a quantitative assessment of nitrogen and ash return with the plant litter of tree species and ground cover vegetation in old sites of Voronezh Upland oak forest. Type of forest conditions - C<sub>2</sub>D - the most typical for suburban plantations of Voronezh. Type of forest - long-derived oak forest, composition of the tree- *Quercus Robur* L., *Tilia Cordata* Mill., *Acer Platanoides* L. The age of the *Quercus Robur* L. is 100 years. The soil cover of the forest sites includes 17 species of plants with a predominance of the *Carex pilosa* Scop. The number of elements return to the soil with annual plant litter of calcium-nitrogen-silicon, and with ground cover vegetation - potassium-nitrogen-calcium. In total, the five main nutrients (N, P, Ca, Mg and K) make up 160.5 kg/ha in tree leaf litter and 51.3 kg/ha in grass leaf litter.

УДК 630

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТРУДНОДОСТУПНЫХ СЕВЕРНЫХ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Емельянова Т.А., emelyanovata@guz.ru

Желонкина Е.Э., ресурс-86@mail.ru

Федотов И.С., ivanf.91s@mail.ru

*Государственный университет по землеустройству*

**Ключевые слова:** лесные ресурсы, лесовосстановление, класс бонитета, типы леса, северные лесные территории, лесные пожары, экосистемы, лесообразующие породы.

**Аннотация:** Северные территории России обладают большим потенциалом лесных земель. Это северные «легкие» планеты, уникальные растительные сообщества и биоразнообразие животного мира. Однако в настоящее время лесные территории испытывают колоссальную техногенную и антропогенную нагрузку. Большое влияние на изменение лесных экосистем оказывают пожары природного и естественного происхождения. Задача ученых и производственников разработать методы рационального использования и восстановления лесных экосистем.

Современные леса испытывают сильный прессинг антропогенного воздействия, при этом меняя сложившиеся веками естественные процессы лесных экосистем. В связи с этим возникает необходимость изучения ослабленных лесных территорий и восстановления не только растительного типологического состава территорий, но и сохранения нарушенных пищевых цепей — это процесс длительный, требующий решения многих специалистов в разных областях науки [2].

Лесные ресурсы Ханты – Мансийского автономного округа (Югра) огромны. Общая площадь земель лесного фонда более 48 млн. га, в том числе покрытая лесом площадь – 26,9 млн. га. Лесистость территории округа - 51,5%. Общий запас древесины в лесах около 3 млрд. м<sup>3</sup>, в т.ч. в спелых и перестойных насаждениях - 1,81 млрд. м<sup>3</sup>. Общий годовой прирост продуктивной древесины по округу составляет 24 млн. м<sup>3</sup>.

Наши исследования посвящены лесной территории Березовского района Югры.

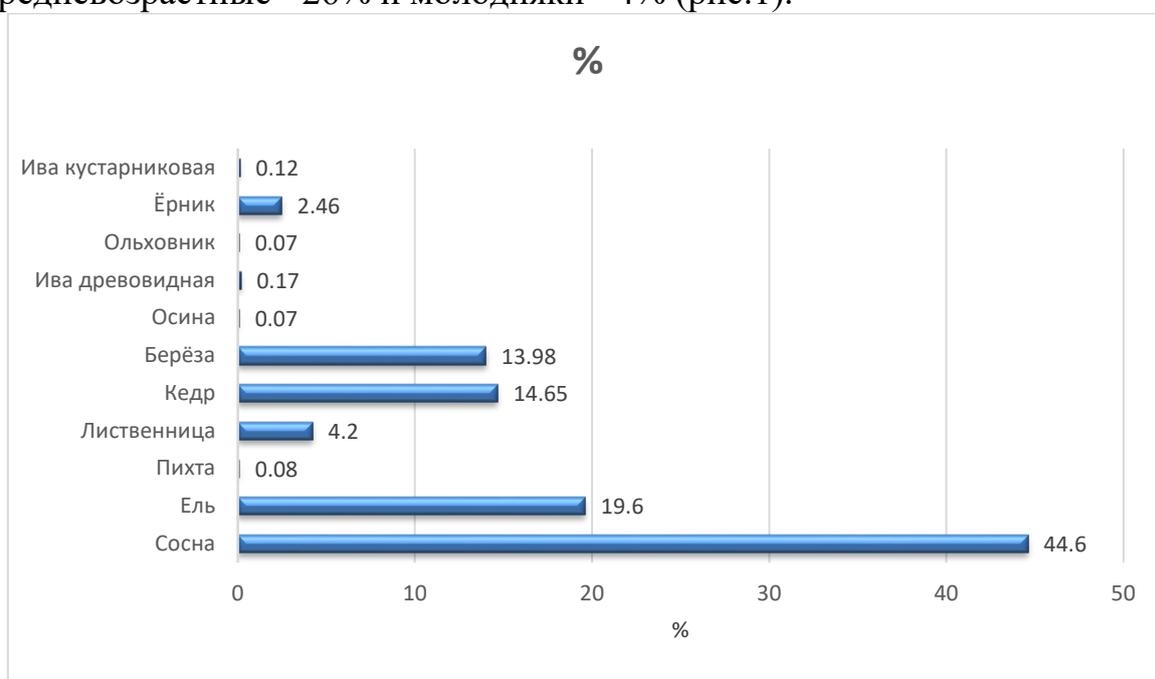
Лесистость Берёзовского административного района составляет около 67%. Огромное влияние на процессы лесовосстановления оказывают циклически повторяющиеся пожары, уничтожающие более 90% лесной экосистемы и снижающие численность и биоразнообразие. Природные пожары имеют и положительный фактор, они влияют на почву как тепловая мелиорация, улучшая естественное возобновление, во всех типологических лесных системах.

На территории Березовского района имеется значительное количество земель с низкопродуктивными насаждениями 5а-5б классов бонитета (31% от общей площади) и практически не задействованные в лесном хозяйстве; земель, представленными гольцами тундрой (5% от общей площади) и частично используемые под выпас оленей; больших площадей болот (17% от общей площади) [1].

Преобладающими насаждениями в районе являются хвойные насаждения, которые составляют 84%, в т.ч. сосновые - 45%, еловые - 20%, кедровые - 15% и лиственничные - 4%.

Мягколиственные составляют всего 17%, в т.ч. берёзовые - 14% и кустарниковые породы (ива кустарниковая, ольховник, ерник) - 3%.

В возрастной структуре района преобладают спелые насаждения, которые составляют 55%, в т.ч. перестойные - 11%, приспевающие - 14%, средневозрастные - 26% и молодняки - 4% (рис.1).



**Рисунок 1.** Преобладающие древесные породы на территории Березовского района.

В зависимости от рельефа гидрологического режима в схеме типов леса выделены четыре группы лесорастительных условий (сухие, свежие, влажные, периодически сырые и избыточно-сырые), которые в свою очередь подразделяются на типы леса. Типы леса определяют производительность, специфику почвенного покрова в разной стадии, возрастной динамики древостоев, особенности возобновления и других лесоводственных процессов [3, 5].

В районе преобладают влажные, периодически сырые типы леса, относящиеся к 3-й группе лесорастительных условий (35%).

Избыточно-сырые типы леса, относящиеся к 4-й группе лесорастительных условий, самые неблагоприятные условия для произрастания древесной растительности, занимают 30% покрытых лесом земель. Самые благоприятные условия для произрастания древесной

растительности в данной лесорастительной зоне представлены свежей группой типов лесорастительных условий и занимают они 23%. На долю сухих групп типов лесорастительных условий приходится 11% [4].

В районе преобладают группы типов леса: долгомошная - 35%, сфагновая - 30% и зеленомошно-ягодниковая - 16%.

На территории выделены 32 типа леса.

На данной территории выделены основные лесообразующие породы, которые составляют 14%, однако земли, покрытые лесом, не соответствуют условиям местопроизрастания. По данным последнего лесоустройства в целях улучшения структуры лесного фонда и с учётом лесорастительных условий района требуется замена лиственных пород.

В спелых и перестойных насаждениях сосны и лиственницы пожары являются «пусковым механизмом» естественного омоложения, поскольку убирают главный лимитирующий фактор - накопившуюся лесную подстилку. Проблема лесовосстановления на горях в условиях отсутствия транспортных путей на территории Берёзовского района Югры имеет важное хозяйственное значение.

Подбор рациональных методов восстановления леса обеспечит высокую эффективность при наименьших затратах и только распределение лесопокрытой площади по основным типам леса даёт основной фундамент, на котором в дальнейшем должно основываться планирование всех видов работ по естественному и искусственному лесовосстановлению. Только с учётом условий местопроизрастания можно вести речь о биологических принципах в проблеме лесовосстановления.

Вопрос о том, что предпочтительнее - лесные культуры или естественное возобновление, часто решается однозначно в пользу лесных культур, даже несмотря на отсутствие необходимости их создания в конкретный период и на определенной территории.

Лесные культуры - дорогостоящее мероприятие. Они экономически оправданы только на тех участках, где содействие естественному возобновлению и естественное заращивание не даёт должного результата и где затраты на создание лесных культур окупятся за счёт интенсивной эксплуатации лесного фонда. В современных условиях важнее не формальное увеличение объёмов искусственного лесовосстановления, а улучшение качества и сохранности создаваемых лесных культур.

Учитывая значительные масштабы и слабую транспортную освоенность лесного фонда, отсутствие развитой лесосеменной базы и питомнического хозяйства, высокую обеспеченность спелых насаждений хвойным подростом и достаточно благоприятные условия для появления и выживания самосева хвойных пород, следует ориентироваться в первую очередь на естественное лесовосстановление труднодоступных таежных лесов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Желонкина Е.Э., Бойценюк Л.И. Анализ экологического состояния и продуктивности лесов Березовского района Ханты-Мансийского округа (ХМАО) // Сборник «Современному АПК – эффективные технологии» // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой. - Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. - Т. 3. Лесное хозяйство, землеустройство и экология. – С. 78-82.

2. Желонкина Е.Э., Малышева А.В. Сохранение лесных территорий в условиях антропогенного воздействия, основная задача устойчивого развития. *International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences*. 2018. № 1. С. 4-8.

3. Морозов Г.Ф. Содержание и задачи общего лесоводства / Проф. Г.Ф. Морозов. - Санкт-Петербург: типо-лит. М.П. Фроловой, 1904. - [2], 35 с.

4. Смолоногов Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины [Текст] / Е.П. Смолоногов // Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – С. 56-91.

5. Сукачев В.Н. Избранные труды / В.Н. Сукачев // Основы лесной типологии и биогеоценологии. – Л.: Наука, 1972. – Т. 1. – 418 с.

## PERSPECTIVES OF NATURAL AND ARTIFICIAL FOREST REGENERATION IN REMOTE NORTHERN FOREST AREAS

Emelyanova T.A., emelyanovata@guz.ru

*State University of Land Management*

Zhelonkina E.E., pescypc-86@mail.ru

*State University of Land Management*

Fedotov I.S., ivanf.91s@mail.ru

*State University of Land Management*

**Keywords:** *forest resources, reforestation, bonitet class, forest types, northern forest areas, forest fires, ecosystems, forest-forming species.*

**Abstract:** *Northern territories of Russia have a great potential of forest lands. These are the northern ‘lungs’ of the planet, unique plant communities and animal biodiversity. However, at present forest territories are experiencing a colossal technogenic and anthropogenic load. Fires of natural and natural origin have a great impact on changes in forest ecosystems. The task of scientists and industrialists is to develop methods of rational use and restoration of forest ecosystems.*

## ПОЧВЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Золотарева С.Д., [sofiazolotareva@mail.ru](mailto:sofiazolotareva@mail.ru)

*Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина*

Герасимова Т.А., [gerasimova@spbftu.ru](mailto:gerasimova@spbftu.ru)

*Санкт-Петербургский Государственный Лесотехнический Университет им. С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** подзолистые почвы, дерново-подзолистые почвы, болотные почвы, торфяно-болотные почвы.

**Аннотация:** Северо-Запад России характеризуется разнообразными почвами, которые сформировались под влиянием климатических условий, растительности и геологических процессов. В этом регионе представлены различные типы почв: от подзолистых и дерново-подзолистых до болотных и торфяно-болотных.

Подзолистые почвы являются наиболее распространёнными на Северо-Западе России. Они формируются в условиях прохладного и влажного климата, где происходит интенсивное промывание почвы водой. В результате этого процесса вымываются растворимые соединения гумуса, железа, алюминия и соли кальция, магния калия и натрия, что приводит к образованию белёсого горизонта (подзола). Подзолистые почвы характерны для хвойных и бореальных лесов, где отсутствует вечная мерзлота.

Основные почвообразовательные процессы подзолистых почв включают в себя: лессивирование, оглеение и оторфоввание [1].

Подзолистые почвы обладают низким плодородием, что существенно снижает их применение в сельскохозяйственной сфере. Тем не менее, через проведение известкования и комплексной подкормки органическими или минеральными удобрениями становится возможным выращивание злаковых культур, картофеля, однолетних и многолетних трав.

Дерново-подзолистые почвы характеризуются наличием гумусового горизонта, который образуется в результате накопления органических веществ в верхнем слое почвы. Формируются под смешанными лесами с травянистым или мохово-травянистым наземным покровом.

Основные почвообразовательные процессы: подстилкообразование, гумусово-аккумулятивный процесс, кислотный гидролиз минералов и лессиваж.

Эти почвы более плодородны, чем подзолистые, и используются для выращивания зерновых, пропашных культур, однолетних и многолетних трав.

Болотные почвы распространены в низменных районах Северо-Запада России, где условия увлажнения и гидрологический режим способствуют накоплению торфа и образованию болот. Торф является хорошим

органическим удобрением, но его использование требует специальных технологий и оборудования. Формирование болотных почв происходит под влиянием болотного процесса почвообразования, при избыточном увлажнении атмосферными и застойными грунтовыми водами.

Основной почвообразовательный процесс – торфообразование.

Верховые болота являются источником пищевого (ягод) и лекарственного сырья дикорастущих растений: голубики, клюквы, морошки, багульника и др. Кроме того, верховой торф активно применяется на производстве.

Торфяно-болотные почвы образуются в условиях избыточного увлажнения и недостатка кислорода в почве. Они характеризуются высоким содержанием органического вещества и низкой плотностью.

Основной почвообразовательный процесс – торфообразование.

Торфяно-болотные почвы используются для выращивания некоторых сельскохозяйственных культур, таких как картофель и овощи, а также для создания пастбищ и сенокосов, а низинный торф является источником сырья для изготовления органических удобрений.

Почвы Северо-Запада России разнообразны и имеют свои особенности. Они играют важную роль в сельском хозяйстве и других отраслях экономики региона. Для сохранения и улучшения качества почв необходимо проводить мероприятия по их охране, мелиорации и рациональному использованию[2,3].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

4. Почвоведение. Учебник для бакалавров. Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Юрайт-издат 2014
5. География почв с основами почвоведения. В.П.Белобров, И.В. Замотаев, С.В. Овечкин. Академия 2012
6. Национальный атлас почв Российской Федерации под общей редакцией члена-корреспондента РАН С.А. Шобы

#### SOILS OF THE NORTH-WEST OF RUSSIA

Zolotareva S.D., sofiazolotareva@mail.ru

*Leningrad State University named after A. S. Pushkin*

Gerasimova T.A., gerasimova@spbftu.ru

*St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov*

**Keywords:** podzolic soils, sod-podzolic soils, swamp soils, peat-bog soils.

**Abstract:** The North-West of Russia is characterized by a variety of soils that were formed under the influence of climatic conditions, vegetation and geological processes. Various types of soils are represented in this region: from podzolic and sod-podzolic to marsh and peat-marsh.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЛЮБАНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ САБЛИНСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ**

Ившин С.Д., ivchin90ivchin@mail.ru

Изотова Т.В., euonimus@mail.ru

Часовская В.В., vika0578@mail.ru

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»*

**Ключевые слова:** лесные культуры, эдафические условия, обработка почвы.

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние почвенных условий на состояние и сохранность лесных культур.

Лесовосстановление на сегодняшний день — одна из важнейших лесохозяйственных задач. Приоритет отдается, в первую очередь, облесению свежих вырубок путем создания лесных культур.

Приживаемость и сохранность лесных культур определяется при их инвентаризации в соответствии с «Техническими указаниями по проведению инвентаризации лесных культур...»[1]. Однако мало просто провести инвентаризацию и озвучить проценты тех или иных параметров. Важно выявить причины снижения качества лесных культур.

Исследования проводились в Любанском лесничестве Саблинского участкового лесничества Тосненского района Ленинградской области. Общая площадь Саблинского лесничества — 10900 га, 114 лесных кварталов. Лесорастительная зона — таёжная. Лесной район — Балтийско-Белозёрский. Земли расположены в зоне средней лесопатологической угрозы[2].

Объектами изучения стали две площади лесных культур, созданные с одинаковой подготовкой почвы (бороздами, посадка ручная, размещение в ряду 1.2 м, между рядами 4.8 м) и незначительным различием в числе посадочных мест.

Первый объект находится в квартале 53, выдел 24. Выдел имеет прямоугольную форму, вытянут в направлении север-юг. По южной границе квартала, к которой примыкает выдел 24, проходит лесная дорога с искусственно созданными мелиорационными канавами, вдоль которых ярко выражен самосев ели от кв. 65 выд. 3 и 4, который также граничит с этой лесной дорогой и имеет мощную стену леса хвойных пород с полнотой 0,8.

На выделе проводилась сплошная рубка спелого, смешанного насаждения с преобладанием хвойных пород (ель, сосна) на площади 5,5 га. Характеристика насаждения до рубки предоставлена в таксационном

описании (рис.1) 2005 года (не действующее л/у) и после рубки, по материалам действующего лесоустройства 2021 года[3] (рис.2).

На месте вырубки были созданы лесные культуры сосны на площади 5,5 га. Год создания лесных культур сосны — 2020. Посадочных мест 2,7 тыс. шт./га, состояние удовлетворительное. Рядом с выделом присутствует стена леса с преобладанием ели, редко встречается самосев ели

Второй объект находится в квартале 67, выдел 28. Выдел также имеет почти прямоугольную форму, вытянут в направлении север-юг, восточная граница несколько извилистая. По северной границе выдела проходит лесная тропа, с юга — квартальная просека.

24	4Е	-100	1	19	24	5	4	0.7	21.4	47	1		
5.5	2С	-100	—	18	24	—		ДЛ	—	24	1	—	—
2006	4Б	-	90	18	18	24	3	В4	118	47	2		

Подрост: 10Е 30 лет, высота 2.5 м, 2 тыс.шт/га.  
Подлесок: Ивк, средней густоты

Рис. 1. Характеристика насаждений выдела 24 (кв. 53 в Любанском лесничестве Саблинского участкового лесничества Госненского района Ленинградской области) до рубки

24	10С	-	2	1	1	2	60					Лесов.ух.
5.5			—	—	—	—	КС	—	—	—	—	Доп.лк
2022					1		С2					

Хар-ка прежнего лесоустройства: Вырубка.  
Выполнено: лесные культуры в 2020 году, порода Сосна, запроек., провед.обосн., оценка: удовлетворительно.  
Целевая порода Сосна.  
Характеристика культур: год создания 2020 подготовка почвы: бороздами, посадка руч., размещение в ряду 1.2 м, между рядами 4.8 м, посадочных мест 2.7 тыс.шт/га, состояние: удовлетворительное

Рис. 2. Характеристика насаждений выдела 24 (кв. 53 в Любанском лесничестве Саблинского участкового лесничества Госненского района Ленинградской области) после создания лесных культур сосны.

На выделе также проводилось сплошная рубка на площади 9,1 га. Характеристика насаждения до рубки предоставлена в таксационном описании (рис. 3) 2005 года (не действующее л/у) и после рубки, по материалам действующего лесоустройства 2022 года[3] (рис. 4).

Год создания лесных культур ели — 2022. Посадочных мест 2,5 тыс.шт./га. Состояние лесных культур хуже, приживаемость ниже в сравнении с другим участком. данный выдел также граничит со стеной леса с преобладанием ели, самосев выше в сравнении с другим участком.

Таким образом, мы видим, что на первом участке лесные культуры были созданы после вырубki спелого древостоя, а на втором после вырубki молодняка искусственного происхождения— лесных культур ели.

Подготовка почвы в обоих выделах проведена бороздами, посадочный материал высаживался вручную, с одинаковым размещением как в ряду, так и между рядами.

На первом участке лесные культуры сосны были созданы после насаждений с преобладанием ели, но и с участием сосны. На втором участке также изначально росли насаждения с преобладанием ели, но без участия сосны. Несмотря на это целевой породой была поставлена сосна, однако высадили все-таки ель. Встал закономерный вопрос: почему состояние лесных культур ели в «еловых» условиях хуже, чем состояние культур сосны в не самых благоприятных для нее таких же «еловых» условиях.

	Лесные культуры												
28	5E	-	26	1	8	6	2	2	0.8	9.3	18		
4	4B	-	20	—	10	8	—		ЦС	—	15	—	—
2006	10с	-	20	9	11	12	1		B2	37	4		
	+Олс	-	15										

ОЗУ: Участки лесов вокруг сельских населенных пунктов и садовых товариществ.  
 Подлесок: Р, Крл, средней густоты. Состояние л/к удовлетворительное.

Рис. 3. Характеристика насаждений выдела 28 (кв. 67 в Любанском лесничестве Саблинского участкового лесничества Тосненского района Ленинградской области) до рубки.

	Вырубка		
28	Б	2	ЛК РТК 4
9.1		КС	
2022		B2	

Вырубка 2020 г. тип вырубki: вейниковый, общее число пней 3 сот.шт/га.  
 Целевая порода Сосна

Рис. 4. Характеристика насаждений выдела 28 (кв. 67 в Любанском лесничестве Саблинского участкового лесничества Тосненского района Ленинградской области) после создания лесных культур ели.

Поскольку подготовка почвы одинаковая, возникло предположение, что на состояние лесных культур могли повлиять сами почвы. Для изучения морфологического строения почв мы закладывали почвенные разрезы, производили фотографирование и описание почвенного профиля по горизонтам. Результаты приведены в таблице 1.

Как видно из описания почвенных разрезов, есть различие в мощности гумусового горизонта. При этом более насыщенный цвет гумусового горизонта на первом участке может говорить о том, что

содержание гумуса здесь более высокое. Однако для окончательного утверждения необходим химический анализ почв. Кроме того, на первом участке гумусовый горизонт сразу подстилается подзолистым, но незначительной мощности (10 см), и переходит в иллювиальный до горизонта С. На втором же участке есть очень мощный переходный горизонт (30 см), после которого мощность собственно подзолистого горизонта составляет всего 5 см. В результате иллювиальный горизонт начинается на 30 см глубже, чем на первом участке. Горизонт С начинается примерно на той же глубине, что и на первом участке.

Также следует отметить, что есть различие по материнской породе: торф на первом участке и пески — на втором. Получается, что на втором участке у нас преобладает промывной режим за счет высокой водопроницаемости материнской породы. Поэтому и гумусовый горизонт получается чуть более размытым: его мощность увеличивается за счет вымывания гумуса в нижележащие слои почвы. Отсюда и столь мощный переходный горизонт.

Талица 1.

Описания почвенных разрезов в Любанском лесничестве Саблинского участкового лесничества Тосненского района Ленинградской области

Почвенный разрез № 1 л/к сосны Элемент мезорельефа: равнина ЖНП, тип леса: КС С2 Характер материнской и подстилающей породы: торф			Почвенный разрез № 2 л/к ели Элемент мезорельефа: равнина ЖНП, тип леса: КС В2 Характер материнской и подстилающей породы: пески		
Индекс	Мощность, см	Морфологическое описание горизонта	Индекс	Мощность, см	Морфологическое описание горизонта
A <sub>0</sub>	0-2	<i>Подстилка,</i> Цвет: бурый Степень разложения: среднеразложившаяся, травы (вейник)	A <sub>0</sub>	0-1	<i>Лесная подстилка,</i> Цвет: бурый Степень разложения: среднеразложившаяся, разложившийся мох (птилиум)
A <sub>1</sub>	2-5	<i>Гумусовый горизонт</i> Цвет: тёмно-бурый Структура: крупнокомковатый Сложение: рыхлое Мех. состав: суглинистый	A <sub>1</sub>	1-10	<i>Гумусовый горизонт</i> Цвет: серый Структура: крупнокомковатый Сложение: рыхлое Мех. состав: суглинистый

Почвенный разрез № 1 л/к сосны Элемент мезорельефа: равнина ЖНП, тип леса: КС С2 Характер материнской и подстилающей породы: торф			Почвенный разрез № 2 л/к ели Элемент мезорельефа: равнина ЖНП, тип леса: КС В2 Характер материнской и подстилающей породы: пески		
Индекс	Мощность, см	Морфологическое описание горизонта	Индекс	Мощность, см	Морфологическое описание горизонта
		Новообразования: корни  Переход: ясный			Новообразования: корни  Переход постепенный
			A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub>	10-40	<i>Переходный горизонт</i>  Цвет: светло-серый  Структура: комковато-призматичная  Сложение: плотноватый  Мех. состав: глинистый  Новообразования: корни  Переход постепенный
A <sub>2</sub>	5-15	<i>Подзолистый горизонт</i>  Цвет: серый  Структура: плитчато-призматический  Сложение: плотноватый  Мех. состав: глинистый  Новообразования: корни  Переход постепенный	A <sub>2</sub>	40-45	<i>Подзолистый горизонт</i>  Цвет: сизый (серо-коричневый)  Структура: крупнокомковатый  Сложение: плотноватое  Мех. состав: суглинистый  Новообразования: корни  Переход постепенный, железо

Почвенный разрез № 1 л/к сосны Элемент мезорельефа: равнина ЖНП, тип леса: КС С2 Характер материнской и подстилающей породы: торф			Почвенный разрез № 2 л/к ели Элемент мезорельефа: равнина ЖНП, тип леса: КС В2 Характер материнской и подстилающей породы: пески		
Индекс	Мощность, см	Морфологическое описание горизонта	Индекс	Мощность, см	Морфологическое описание горизонта
V <sub>fe</sub>	15-97	<i>Иллювиальный горизонт</i> Цвет: рыже-коричневый Структура: призматическое Сложение: плотное Мех. состав: глинистый Новообразования: корни Переход: постепенный	V <sub>fe</sub>	45-100	<i>Иллювиальный горизонт</i> Цвет: ржаво-коричневый Структура: призматическая, Сложение: плотноватое Мех. состав: глинистый Новообразования: феррум, корни Переход постепенный
C	>97	На маренном суглинке	C	>100	На маренном суглинке
Название почвы: мультгумусная сильно подзолистая железисто-иллювиальная, глинистая на моренном суглинке			Название почвы: мультгумусная слабоподзолистая железисто-иллювиальная суглинистая на моренном суглинке		

Это подтверждается и тем фактом, что на первом участке подстилка чуть толще. При этом состав подстилки из травяной органики потенциально более эффективно работает на плодородие гумусового горизонта по сравнению с плохо разлагающимся птилиумом, который еще и подкисляет почву.

Однако для более точного и окончательного определения влияния почвы на состояние лесных культур необходимо все-таки провести изучение агро-химических показателей почвы.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технические указания по проведению инвентаризации лесных культур, защитных лесных насаждений, питомников, площадей с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса и вводу молодняков в категорию ценных древесных насаждений. —

Всесоюзный научно-исследовательский информационный центр по лесным ресурсам Госкомлеса СССР. — Москва, 1990. — 80 с.

2. Лесохозяйственный регламент Любанского лесничества. — 2023 г.

3. Материалы лесоустройства Любавского лесничества 2021-2022 года. — Филиал ФБГУ «Рослесинфорг» «Севзаплеспроект».

**INFLUENCE OF SOILS ON THE CONDITION OF FOREST CROPS IN  
LUBANSKOYE LESNICHESTVO SABLINSKY DISTRICT  
LESNICHESTVO**

Ivshin S.D., ivchin90ivchin@mail.ru

Izotova T.V., euonimus@mail.ru

Chasovskaya V.V., vika0578@mail.ru

*FGBOU VO "S.M. Kirov St. Petersburg State Forest Technical University".*

**Key words:** forest crops, edaphic conditions, soil treatment.

**Annotation.** The article deals with the influence of soil conditions on the condition and safety of forest crops.

## ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ И ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОСТПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Лукач О.В., [olgalukachv@gmail.com](mailto:olgalukachv@gmail.com)

ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт–Петербургский государственный университет

Баккал И.Ю., [bakkal@binran.ru](mailto:bakkal@binran.ru)

ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

Горшков В.В., [vadim-v-gorshkov@yandex.ru](mailto:vadim-v-gorshkov@yandex.ru)

ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт–Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

**Ключевые слова:** структура ценопопуляции, *Pinussylvestris*, *Betularubescens*, лесная подстилка, постпирогенная сукцессия, северная тайга, Кольский полуостров.

**Аннотация:** в исследовании изучены структурные особенности возобновления ценопопуляций *Pinussylvestris* L. и *Betularubescens* Ehrh. на начальных этапах послепожарного восстановления. Рассмотрены характеристики формирования постпирогенного растительного покрова в условиях северотаежных сосновых лесов (Кольский полуостров).

Одной из важных проблем нашего времени являются критические нарушения природных экосистем и изучение их восстановления необходимая задача современности. Пожары являются основным фактором внешнего негативного воздействия на лесные [2]. Пирогенный фактор воздействует на экосистемы комплексно, затрагивая как растительный покров, так и верхние горизонты почв [1]. В таежных лесах в постпирогенных сукцессиях интенсивно возобновляются виды *Pinussylvestris* L. и *Betularubescens* Ehrh. [3]. Для изучения ценопопуляций рассмотрены закономерные взаимосвязи всех параметров особей, определяемых их ростом и развитием [4]. Цель работы состояла в исследовании особенностей начального формирования ценопопуляций березы пушистой и сосны обыкновенной в зависимости от типа сообщества и интенсивности пожара.

Исследование выполнено в западной части Мурманской области в ср. течении р. Ливы на двух пробных площадях с давностью пожара 8 (пп 1) и 18 (пп 2) лет, представляющих собой разреженные редколесья с суммой площадей сечений древесного яруса  $\sim 1-4 \text{ м}^2 \text{ га}^{-1}$ . На пп 1 интенсивность пожара соответствовала низовому среднему (высота нагара на стволах 0.5–1.5 м), на пп 2 – низовому интенсивному (высота нагара 1.5–3 м).

До пожара исследованные сообщества существенно различались. На основании прилегающей не поврежденной пожаром части сообщества пп 1 представляла собой елово-сосновый лес с суммой площадей сечений древесного яруса  $\sim 14 \text{ м}^2 \text{ га}^{-1}$ , толщиной подстилки 7 см. Пп 2 – сосняк лишайниковый, сумма площадей сечений  $11 \text{ м}^2 \text{ га}^{-1}$ , толщина подстилки – 2 см. Изучена виталитетная структура ценопопуляций березы пушистой (пп 1) и березы пушистой и сосны обыкновенной (пп 2). Толщина подстилки на каждой из пробных площадей оценена в серии регулярно расположенных прикопок. При обработке материала использован стандартный статистический анализ и линейный регрессионный анализ.

В процессе пожара в условиях елово-сосновых зеленомошных лесов подстилка обычно выгорает не полностью (как по толщине и по территории), но ее толщина снижается в 2–3 раза. Согласно литературным данным толщина подстилки в ненарушенных елово-сосновых лесах с давностью пожара 200–400 лет составляет 7–10 см [5]. На пп1 ее величина через 8 лет после пожара составляет  $3.3 \pm 1.1 \text{ см}$  (стандартное отклонение), медиана – 3 см. Значения варьируют от 1.5 до 5.5 см, причем сохранившаяся часть подстилки равномерно распределена по пробной площади – коэффициент вариации составляет 34%. В ненарушенных лишайниковых сосновых лесах с давностью пожара свыше 200 лет толщина подстилки варьирует от 2 до 4 см и в среднем составляет 2.7 см [6]. На пп2 подстилка выгорела практически полностью, ее толщина составляет в среднем  $1.0 \pm 1.4$ , медиана 0.1, варьирование от 0 до 5 см. Существенные различия в толщине подстилки, сохранившейся после пожара, объясняют преимущественно вегетативное – 98% (пп 1) и, напротив, преимущественно семенное – 93% (пп 2) возобновление березы в анализируемых условиях. Также значительная толщина подстилки негативно сказалась на количестве выживающих особей сосны, которые практически отсутствуют на пп 1.

Ценопопуляция березы вегетативного происхождения характеризуется преобладающим количеством отмирающих и сухих особей (65%). Значимая часть особей относится к категории сильно ослабленных (23%) и незначительная часть – к здоровым (<10%) (рис. 1.1). Для пп 2 характерно преобладание в категории ослабленных (37% и 35%) и сильно ослабленных (40% и 32%) особей березы семенного происхождения и сосны соответственно. Значительную часть добавляют здоровые особи (22%) (рис. 1: 3,4). Наибольший вклад в продуктивность на 1 пп вносят особи, относящиеся к категории сухих, т.е. допожарный компонент. На 2 пп с ценопопуляцией преимущественно семенного происхождения основной вклад вносят здоровые особи (57% береза, 54% сосна) (рис. 1: 4,6).

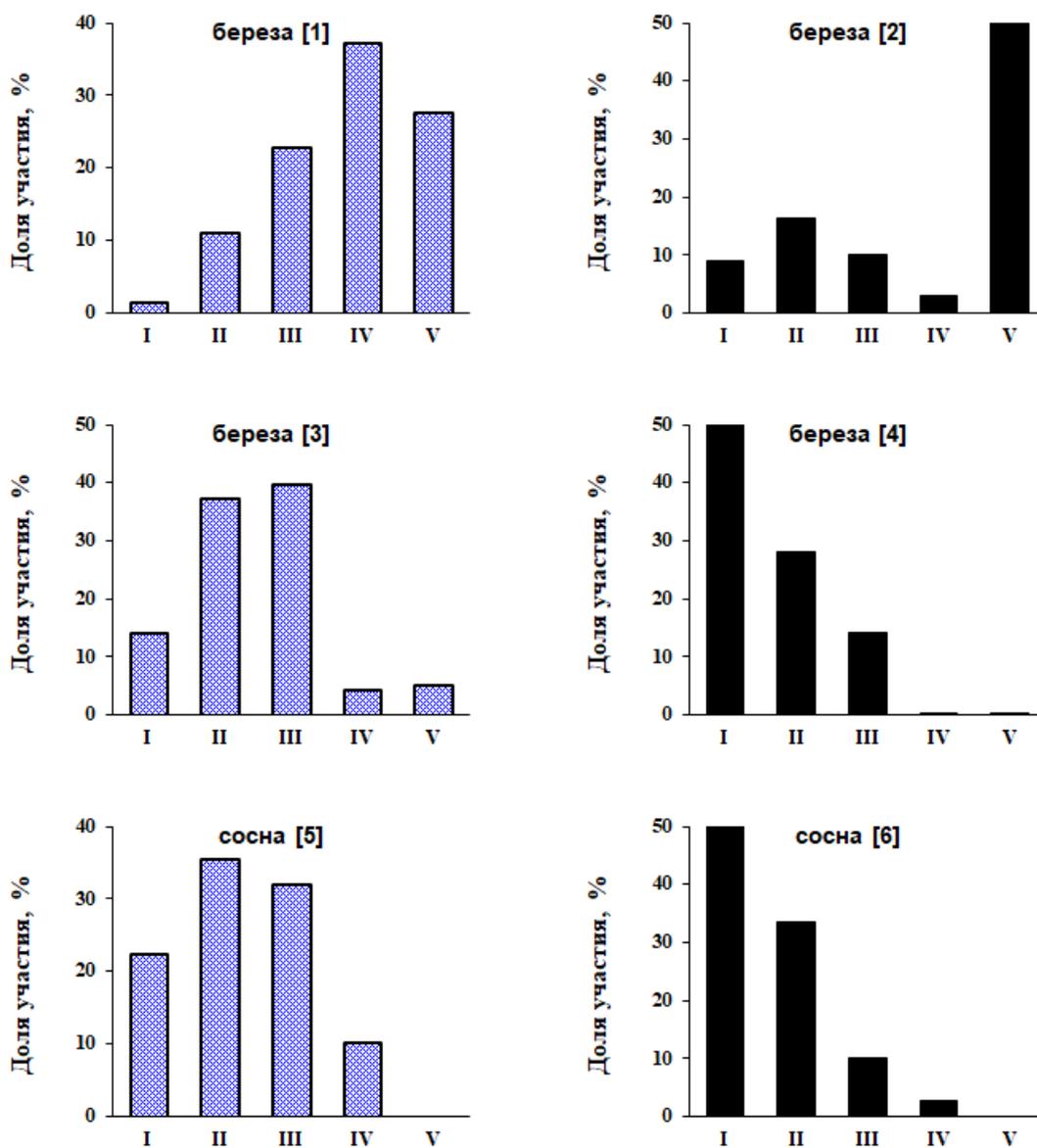


Рис. 1. Распределение по числу особей и вкладу по продуктивности березы пушистой (*Betula pubescens*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) по категориям жизненного состояния на ранних стадиях послепожарного восстановления (давность пожара 8 лет – 1,2 и 18 лет – 3–6). Римскими цифрами обозначены категории жизненного состояния особей: I – без признаков ослабления (здоровые), II – ослабленные, III – сильно ослабленные, IV – усыхающие, V – сухостой.

В условиях северотаежных лесов восстановление ценопопуляций березы и сосны на ранних стадиях характеризуется преобладанием угнетенных и сильно угнетенных особей. Это обусловлено изменением гидро-термического режима верхних горизонтов почв из-за гибели мохово-лишайникового яруса и существенного выгорания подстилки. Степень нарушения почвенного покрова в результате пожара оказывает

существенное влияние на процессы восстановительной динамики сообществ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков и др.; – СПб:НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
2. Горшков В.В., Ставрова Н.И., Баккал И.Ю. Динамика восстановления лесной подстилки в бореальных сосновых лесах после пожаров. Лесоведение. 2005 . №3. С. 35–47
3. Ставрова Н.И., Калимова И.Б., Горшков В.В., Дроздова И.В., Алексева-Попова Н.В., Баккал И.Ю. Долговременные послепожарные изменения характеристик почв в темнохвойных лесах европейского севера. Почвоведение. 2019. № 2. С. 246-256.
4. ФАО. 2021. Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 года - Основной отчет. Рим.
5. Цветков В. Ф. Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них. Архангельск: изд-во Арх. гос. тех. ун-та, 2002. 380 с.
6. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Под ред. Уранова А.А., Серебряковой Т.И. М.: Наука, 1976. 216 с.

#### RESTORATION OF TREE FORMING SPECIES AND FORMATION OF FOREST FLORA AT PRIMARY STAGES OF POST-FIRE SUCCESSION IN NORTHERN TAIGA PINE FORESTS (THE KOLA PENINSULA)

Lukach O.V., [olgalukachv@gmail.com](mailto:olgalukachv@gmail.com)

*Komarov Botanical Institute RAS, Saint Petersburg State University.*

Bakkal I.Ju., [bakkal@binran.ru](mailto:bakkal@binran.ru)

*Komarov Botanical Institute RAS, Saint Petersburg State University.*

Gorshkov V.V., [vadim-v-gorshkov@yandex.ru](mailto:vadim-v-gorshkov@yandex.ru)

*Komarov Botanical Institute RAS, Saint Petersburg State Forest Technical University.*

**Keywords:** structure of coenopopulations, *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, litter, post-fire succession, northern taiga, Kola Peninsula.

**Abstract:** The purpose of the study was to characterize structural particularities of coenopopulations of *Pinus sylvestris* L. and *Betula pubescens* Ehrh. at the primary stages of postfire restoration. The characteristic of forming litter during postfire succession of pine forests of northern taiga in the Kola Peninsula.

## ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНОВОГО СОДЕЖРАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВТОМОРФНЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Обатнин В.А., [vobatnin@mail.ru](mailto:vobatnin@mail.ru)

Санкт-Петербургский государственный университет

**Ключевые слова:** Тяжелые металлы, мышьяк, региональный фон.

**Аннотация:** Описываются подходы к заложению почвенных разрезов, отбору и анализу фоновых почвенных проб, ландшафтному делению территории для определения фонового содержания тяжелых металлов и мышьяка по отдельным типам автоморфных и полугидроморфных суглинистых почв Ленинградской области.

Сведения о фоновом содержании тяжелых металлов (далее – ТМ) и мышьяка в почвах необходимы при исследовании загрязнения почв, в том числе при проведении инженерно-экологических изысканий (далее – ИЭИ) и почвенно-экологического мониторинга. Для почв Ленинградской области (далее – ЛО) используются фоновые концентрации химических элементов, рассчитанные А.В. Горьким и В.В. Решетовым [4], без деления полученной выборки в зависимости от типов почв, их гранулометрического состава или ландшафтных особенностей территории, что не вполне корректно. Также известна работа Н.Н. Матинян и др. по расчету фонового содержания ТМ и мышьяка в пахотных почвах Северо-Запада [2]. Однако данные значения не вполне правильно применять при оценке загрязнения естественных типов почв из-за формирования агрогенных геохимических аномалий на пашне. Сведения о содержании ТМ в почвах Северо-Запада представлены в монографии Ф.Я. Сапрыкина [3], однако в данной работе понятие «региональный фон» приравнено к понятию «среднее содержание», т.е. при расчете учитываются все почвенные пробы вне зависимости от близости точек отбора к источникам загрязнения, что также не вполне корректно. Работа автора направлена на совершенствование методических подходов к определению фонового содержания ТМ и мышьяка в отдельных типах почв ЛО с учетом ландшафтной неоднородности региона, а также с учетом требований, предъявляемых к размещению фоновых площадок.

По причине многообразия почв и значительной площади ЛО [1,5], было решено ограничиться исследованием автоморфных и полугидроморфных суглинистых почв, суммарно занимающих около 20 тысяч км<sup>2</sup> территории региона. Согласно почвенной карте ЛО масштаба 1:1 500 000, основными типами таких почв являются подзолистые, дерново-подзолистые, дерново-подзолистые глееватые, дерново-элювиально-метаморфические, карболитоземы, а также их антропогенно-

преобразованные аналоги (агроземы на пашнях и залежах, турбированные почвы на вырубках) [5]. Согласно картам четвертичных отложений масштаба 1:200 000 [6], основными типами почвообразующих пород на исследуемой территории являются озерно-ледниковые и моренные суглинки (последние могут быть карбонатными и бескарбонатными).

Для выбора мест заложения фоновых площадок предварительно проводилась оцифровка почвенной карты и карт четвертичных отложений региона в программе QGIS. Поскольку на мелкомасштабной почвенной карте границы почвенных ареалов нанесены не слишком точно, проводилась их корректировка на основе границ ареалов четвертичных отложений разного генезиса и механического состава. Например, в качестве границы между дерново-подзолистыми почвами и дерново-подзолами принималась граница между моренными суглинками и флювиогляциальными песками на карте четвертичных отложений более крупного масштаба. При оцифровке почвенных ареалов, стыкующихся с участками болот, пашни, залежей, вырубок, поймами рек, техногенно-преобразованными территориями, границы проводились на основе космоснимков и топографических карт масштаба 1:25 000.

В соответствии с п. 5.11.13 СП 502.1325800.2021 [10], фоновые площадки закладывались не ближе 500 метров от автомобильных и железных дорог, населенных пунктов и других источников загрязнения. В ряде случаев на расстоянии 100–200 метров от площадки располагались техногенные объекты, не являющиеся в настоящее время источниками загрязнения (окопы времен Великой Отечественной войны, заросшие дороги в лесу). Для заложения фоновых площадок вне санитарно-защитных зон и других зон с ограничениями хозяйственной деятельности, использовались данные публичной кадастровой карты. Для минимизации фактора антропогенного преобразования почв, площадки размещались вне участков пашни, залежей и вырубок. Все заложенные на данный момент площадки располагаются внутри массивов хвойных или хвойно-мелколиственных лесов с высотой верхнего древесного яруса более 20 метров. Поскольку к объектам исследования не относятся гидроморфные почвы, фоновые площадки размещались на удалении от участков болот и водных объектов и на участках рельефа, расположенных выше уреза воды ближайшего водотока хотя бы на 2–3 метра.

В настоящий момент проведена работа на семи фоновых площадках, в рамках работы планируется довести количество площадок до нескольких десятков, распределенных по ареалам разных типов почв и разных типов почвообразующих пород. На каждой из заложенных фоновых площадок проводилось комплексное описание ландшафта с заложением и описанием почвенного разреза. Из каждого выделенного генетического горизонта, начиная с органогенного, отбиралась одна проба массой более одного килограмма, физико-химический анализ этих проб позволит оценить изменения в содержании химических элементов в почвах с глубиной.

Для обеспечения объема выборки проб в поверхностном слое почв на каждой площадке закладывалось по пять прикопок. Четыре из них размещались по разные стороны от разреза, в углах квадрата со стороной около 10 метров; пятая прикопка размещалась рядом с разрезом. Из каждой прикопки отбиралось по две точечные пробы массой 300–400 грамм, из которых исключалась неразложившаяся часть подстилки. Первая проба отбиралась до нижней границы гумусового (или перегнойного) горизонта, вторая – до фиксированной глубины 20 см. Такое решение связано с отсутствием единого подхода к глубине отбора почвенных проб на химическое загрязнение. ГОСТ 17.4.4.02-2017 [7] регламентирует отбор проб с глубины 0–20 см, в соответствии с данным документом обычно проводится отбор почвенных проб на химическое загрязнение при выполнении ИЭИ. При этом для многих почв ЛО мощность гумусового горизонта значительно меньше 20 см [1]. Планируется сравнить фоновое содержание химических элементов в пробах почв, отобранных до глубины верхнего генетического горизонта и отобранных с глубины 0–20 см, подтвердить искажение среднего содержания элементов в верхнем почвенном горизонте при отборе почвенных проб на фиксированную глубину. Кроме того, результаты анализа почвенных проб, отобранных на фиксированную глубину и включающих как гумусовый, так и, например, элювиальный или нижележащий горизонт, можно будет использовать для оценки загрязнения турбированных с поверхности почв (например, почв на вырубках).

В рамках лабораторного анализа в пробах, отобранных из почвенных разрезов, предполагается определение гранулометрического состава, органического вещества, водородного показателя водной и солевой вытяжки, валовое содержание свинца, цинка, меди, никеля, кадмия, ртути и мышьяка. Определение именно валовой формы элементов связано с практикой выполнения ИЭИ. Перечень химических элементов указан в п. 5.25.2 СП 502.1325800.2021 [10]. В пробах из прикопок, помимо определения валовой формы указанных элементов, будет определяться органическое вещество, т.к. в пробах, отобранных на фиксированную глубину 0–20 см, ожидается занижение данного показателя по сравнению с пробами, отобранными до нижней границы гумусового горизонта.

В рамках исследования планируется решить проблему противоречий между методиками определения валового содержания химических элементов в почвах. Разложение почвенной пробы концентрированной азотной кислотой и концентрированной перекисью водорода, согласно методическим указаниям [8], позволяет определить содержание валовой формы элементов в почвах, а согласно методике М-МВИ-80-2008 [9] – только кислоторастворимой формы. Планируется сравнить содержание тяжелых металлов и мышьяка в фоновых пробах почв, определенное при помощи данного экстрагента, с их валовым содержанием в тех же пробах, установленным путем полного кислотного разложения пробы

с применением нескольких сильных кислот. Данное сравнение позволит доказать или опровергнуть возможность применения концентрированной азотной кислоты и концентрированной перекиси водорода для определения валового содержания химических элементов в почвах.

После завершения лабораторных исследований предполагается расчет средних фоновых концентраций ТМ и мышьяка по отдельным выборкам, учитывающим тип почв и почвообразующих пород (региональный фон). На основе оцифрованных материалов почвенной карты, карты четвертичных отложений, топографических карт и космоснимков будет создана ландшафтная карта исследуемой территории на уровне урочищ, с указанием границ допустимого использования фоновых концентраций из каждой выборки. Также будут указаны границы допустимого использования данных по отдельным фоновым площадкам (локальный фон), эти данные будут особенно ценны при проведении ИЭИ на небольшой территории в окрестностях какой-либо из заложенных фоновых площадок.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А., Матинян Н.Н., Сухачева Е.Ю. Красная книга Почв Ленинградской области. – СПб.: Аэроплан, 2007. – 320 с.
2. Матинян Н.Н., Рейманн К., Бахматова К.А., Русаков А.В. Фоновое содержание тяжелых металлов и мышьяка в пахотных почвах Северо-Запада России (по материалам международного геохимического атласа) // Вестник СПбГУ. Серия 3. Биология. 2007. № 3. С. 123–134.
3. Сапрыкин Ф.Я. Геохимия почв и охрана природы. Геохимия, повышение плодородия и охрана почв. – Л.: Недра, 1984. – 231 с.
4. Сорокин Н.Д., Королева Е.Б., Лосева Е.В., Осинцева Н.В. Пособие по вопросам изучения загрязненных земель и их санации. – СПб., 2012. – 119 с.
5. Атлас Ленинградской области / гл. ред. Д. А. Субетто. – СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. – 112 с.
6. Геологическая карта СССР, масштаб 1:200 000, первое поколение, карта четвертичных отложений, гидрогеологическая карта, листы О-35-V, О-35-VI, О-35-XI, О-35-XII, О-36-I, О-36-II, О-36-III, О-36-VI, О-36-VIII.
7. ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства (издание 2-е, переработанное и дополненное). М., 1992. – 62 с.
9. М-МВИ-80-2008 «Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии».

10. СП 502.1325800.2021 «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ».

**APPROACHES TO IMPROVING THE METHODOLOGY OF DETERMINING THE CHEMICAL ELEMENTS BACKGROUND CONTENT IN AUTOMORPHIC LOAM SOILS OF THE LENINGRAD REGION**

Obatnin V.A., [vobatnin@mail.ru](mailto:vobatnin@mail.ru)

*Saint Petersburg State University*

**Key words:** Heavy metals, arsenic, regional background concentrations.

**Abstract:** The author describes approaches to laying of soil profiles, selection and analysis of background soil samples, and landscape division of the territory to determine the background content of heavy metals and arsenic in certain types of automorphic and semi-hydromorphic loamy soils in the Leningrad Region.

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ В 50-ТИ ЛЕТНИХ СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЫ И ЕЛИ

Раупова Д.Э., diana.raupova@bk.ru,

Данилов Д.А., stown200@mail.ru,

Яковлев А.А., artem95692@gmail.com,

Суворов С.А., sergey\_suvorov1999@mail.ru

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** почва, агротехнические воздействия, смешанные культуры сосны и ели, органическое вещество, кислотность почвы, почвенная структура.

**Аннотация:** В статье рассматриваются агрохимические показатели почвы в смешанных культурах сосны и ели в Гатчинском лесничестве. Анализ данных показывает значительные различия в химическом составе почвы в разных горизонтах и составах насаждений.

*Введение.* Лесная экосистема играет важную роль в поддержании и сохранении биоразнообразия [7]. Двучленные наносы характеризуются наличием двух слоев с различными физико-химическими свойствами, что может существенно влиять на рост и развитие лесных культур.

*Цель* данного исследования состояла в определении агрохимических показателей почвы в смешанных культурах сосны и ели.

*Объекты исследования.* Исследования проводились 50-ти летних смешанных культурах сосны и ели в Гатчинском лесничестве Ленинградской области. Почвы сформированы на двучленных отложениях – супесчано-суглинистый нанос, перестилаемый красноцветным мореным суглинком. Первичная густота посадки 6 тыс.шт. на га (3 тыс.шт. на га сосны и 3 тыс.шт. на га ели) с шириной между рядами 4,0 м и в ряду 0,5 м, схема смешения порядная. Посадка проводилась по пластиамсозданных дисковой лесной бороной по сдвоенным рядам 2-х летними саженцами сосны и 4-х летними саженцами ели. На объектах применялась система гербицидных обработок от нежелательной травяной и древесно-кустарниковой растительности с целью ускорения малого круговорота веществ путём уборки конкурентной растительности различными гербицидами (химическая обработка гербицидами не проводилась на ПП6 и ПП14К).

*Методы исследования.* На пробных площадях (площадью 0,25 га каждая) проведен сплошной переучёт деревьев с замерами диаметров на высоте груди и высот деревьев таксационными методами [1, 8]. Были собраны образцы почвы для определения их химического состава и структуры, которые могут влиять на рост и продуктивность деревьев [3]. Для агрохимической характеристики исследуемых образцов

использовались методики анализа гумуса по Тюрину [2]. и актуальной кислотности почвы. Общий азот в почве определялся по методу Кьельдаля [5]. Подвижный фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) определялся по методу А.Т. Кирсанова [4].

*Результаты и обсуждения.* Средние таксационные показатели диаметра и высоты выше у соснового элемента леса на всех опытных объектах (см. табл. 1). Наибольший общий запас на объекте с составом 5Е2С2Б1Ос – 513 м<sup>3</sup>/га, а у хвойного яруса с преобладанием сосны 9С1Е – 458 м<sup>3</sup>/га. В пробной площади (ПП6) без химического ухода часть запаса отложилась в лиственном ярусе.

Таблица 1

**Таксационные характеристики смешанных культур сосны и ели по элементам леса в возрасте 50 лет**

№ПП	Состав	Порода	N, шт./га	D <sub>ср</sub> , см	H <sub>ср</sub> , м	G, м <sup>2</sup> /га	M <sub>эл.леса</sub> , м <sup>3</sup> /га	M <sub>общ</sub> , м <sup>3</sup> /га
ПП1	5Е5С+Б	С	424	21,7	20,4	15,7	153,2	354
		Е	1056	16,8	16,8	23,3	190,5	
ПП2	7Е2С1Ос	С	172	23,7	25,9	7,5	87,5	362
		Е	1532	14,3	15,9	23,8	243,4	
		Ос	104	13,6	16,2	1,5	30,9	
ПП3	5Е5С+Б	С	256	25,0	20,2	12,6	121,9	259
		Е	920	13,4	18,2	12,6	136,7	
ПП4	6Е4С	С	284	24,7	29,1	13,7	199,7	456
		Е	728	18,7	23,2	20,2	255,8	
ПП5	9Е1С	С	104	26,7	24,0	5,8	63,9	458
		Е	980	20,8	21,7	33,0	393,7	
ПП6	5Е2С2Б1Ос	С	133	29,0	23,6	8,8	98,0	513
		Е	893	19,6	19,9	26,4	281,5	
		Б	278	19,6	21,5	8,3	90,9	
		Ос	96	23,1	22,6	4,0	42,7	
ПП14(У)	6С4Е	С	664	26,0	22,8	38,0	267,0	452
		Е	732	23,9	20,3	32,8	185,0	
ПП14(К)	5С5Е	С	488	26,5	23,8	27,4	199,9	385
		Е	560	26,0	22,0	29,6	185,3	

Показатели агрохимической характеристики почв представлены в таблице 2. Почвы на данных объектах от бедных до хорошо обеспеченных гумусом – 0,49 - 4,88%С<sub>орг</sub>. Наибольшее содержание гумуса содержится в почве насаждения с преобладанием ели на ПП5 (см. табл.2).

Реакция раствора почвенной среды (по КСl) характеризуется от сильнокислой рН 3,52 до кислой рН 6,8. Наиболее нейтральные по показателю рН 5,49 - 6,80 почвы наблюдаются на ПП6, что вероятно связано с большим количеством лиственных пород. На всех участках наблюдается среднее и высокое обеспечение подвижными формами

фосфора почв (118-287 мг/кг). На всех участках наблюдается от низкого 33,45 мг/кг до повышенного 300 мг/кг обеспечения подвижными формами калия почв. На опытных объектах наблюдается высокая степень минерализации органического вещества в корнеобитаемом горизонте, что влияет на обеспеченность доступным растениям азотом. Только на участке ПП5 с составом 9Е1С соотношение С:N является самым высоким и составляет 15,4, что, однако, свидетельствует о более высокой степени минерализации почвенного органического вещества, чем в наиболее продуктивных лесных сообществах региона исследования, где она составляет С:N 17-20 [6]. В насаждении с составом 5Е2С2Б1Ос соотношение С:N низкое, что свидетельствует о быстром разложении и минерализации органического вещества.

Таблица 2

Агрохимический анализ почв смешанных культур сосны и ели

Горизонт	Гумус	рН		N <sub>общ</sub> , %	С:N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Калий общий мг/кг
		H <sub>2</sub> O	KCl				
ПП1 5Е5С+Б							
A2	0,49	4,97	4,26	0,24	1,30	281,97	179,58
ПП2 7Е2С1Ос							
A2	0,58	5,26	4,38	0,13	2,65	287,86	300,00
ПП3 5Е5С+Б							
A1	2,08	5,32	4,66	0,19	6,34	>400	33,45
A2	0,98	5,28	4,56	0,1	5,67	270,19	270,19
ПП4 6Е4С							
A1	3,45	4,75	3,86	0,35	5,82	183,44	183,44
A2	1,07	5,19	4,45	0,18	3,24	244,48	105,11
ПП5 9Е1С							
A1	4,88	4,90	3,74	0,18	15,41	<60	150,00
A2	1,54	5,89	4,42	0,10	8,89	141,15	48,85
ПП6 5Е2С2Б1Ос							
A1	3,01	6,09	5,49	0,57	2,98	128,22	61,42
A2	0,58	7,24	6,80	0,33	1,02	>400	91,55
ПП14У 6С4Е							
A1	4,19	4,43	3,66	0,46	6,17	118,62	118,62
ПП14К 5С5Е							
A1	4,34	4,27	3,52	0,46	5,41	249,21	74,44

Полученные результаты агрохимических показателей почв на объектах исследования в смешанных культурах сосны и ели показывают, что они достаточно обеспечены элементами минерального питания для продуцирования запаса высокопроизводительных насаждений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ветров Л.С., Вавилов С.В., Никифорчин И.В. Таксация леса: [метод. указ. По учебной практике]. СПб.: СПбГЛТУ, 2014. 58 с.

2. ГОСТ 26213-2021 // Почвы. Методы определения органического вещества. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2021-стр. 11.
3. ГОСТ Р 58595-2019 // Почвы. Отбор проб. - М.: Стандартинформ, 2019. - стр.8.
4. ГОСТР 54650-2011 // ПОЧВЫ. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. - М.: Стандартинформ, 2013. - стр. 11.
5. ГОСТР 58596-2019 // ПОЧВЫ. Методы определения общего азота. - М.: Стандартинформ, 2019. - стр. 11.
6. Оценка состояния лесных и постагрогенных почв Ленинградской области и перспективы интенсивного лесовыращивания на этих территориях / Д. А. Данилов, А. В. Жигунов, Б. Н. Рябинин, А. А. Вайман // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2018. – № 223. – С. 47-63.
7. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие / Ю. В. Новиков. - Москва: Гранд: Агентство "Фаир", 1998. - 316 с.: ил.; 22 см.
8. Прищепов В.А. Опыт таксации с использованием высотомеров *trupulse*lasertechnology, Suunto и Haglof // 71-я науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов: сб. науч. работ. Минск, 20–25 апреля 2020 г. Минск: БГТУ, 2020. С. 36–39.

## **AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS IN 50-YEAR MIXED PINE AND SPRUCE PLANTATIONS**

Raupova D.E. [diana.raupova@bk.ru](mailto:diana.raupova@bk.ru),

Danilov D.A., [stovn200@mail.ru](mailto:stovn200@mail.ru),

Yakovlev A.A., [artem95692@gmail.com](mailto:artem95692@gmail.com),

Suvorov S.A., [sergey\\_suvorov1999@mail.ru](mailto:sergey_suvorov1999@mail.ru)

*St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov*

**Key words:** soil, agrotechnical impacts, mixed crops of pine and spruce, organic matter, soil acidity, soil structure.

**Abstract:** The article deals with agrochemical indicators of soil in mixed crops of pine and spruce in Gatchina forestry. The data analysis shows significant differences in soil chemical composition in different horizons and composition of plantations.

## АГРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ ГМЗ «ГАТЧИНСКИЙ ДВОРЦОВЫЙ ПАРК»

Мерзук С. А., [samiamerzuk@gmail.com](mailto:samiamerzuk@gmail.com)

Герасимова Т. А., [gerasimova@spbftu.ru](mailto:gerasimova@spbftu.ru)

Шкуренок Е. Д., [shkurenkov@spbftu.ru](mailto:shkurenkov@spbftu.ru)

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова*

**Ключевые слова:** агрохимический анализ, водно-физический анализ почв, Гатчинский дворцовый парк, опенок осенний, рН почвы, органическое вещество, экосистема, ландшафтное почвоведение.

**Аннотация:** В статье представлен агрохимический анализ верхних горизонтов почв Гатчинского дворцового парка с целью оценки влияния химического состава почвы на развитие очагов опенка осеннего. Исследование проведено в двух группах: в местах, где активно развивается гриб, и в участках, где его нет. Анализ почвенных проб включал определение уровней рН, содержания макро- и микроэлементов, а также органического вещества. Полученные данные позволили выявить отсутствие зависимости развития опенка осеннего с агрохимическими характеристиками почвы.

**Введение.** Гатчинский дворцовый парк, как уникальный историко-культурный объект, представляет собой сложную экосистему, подверженную влиянию различных природных и антропогенных факторов. Состояние зеленых насаждений парка, в значительной степени, определяется свойствами почвы. В последние годы отмечается усиление негативных процессов, таких как распространение фитопатогенных грибов, что негативно сказывается на здоровье и долговечности деревьев. Одним из наиболее распространенных и вредоносных патогенов является опенок осенний (*Armillaria mellea*). [1]

Цель данного исследования заключается в изучении взаимосвязи между агрохимическими характеристиками почв Гатчинского дворцового парка и интенсивностью развития очагов опенка осеннего. Предполагается, что различия в химическом составе почвы могут оказывать существенное влияние на развитие и распространение этого гриба-паразита.

**Описание объекта.** Исследование проводилось на территории Гатчинского дворцового парка, который является важным элементом историко-ландшафтного комплекса Гатчины. Площадь парка составляет 146,6 га, и он является одним из старейших парков региона, с большинством деревьев возрастом более 100 лет. Гатчинский дворцовый парк был основан в XVIII веке и включает в себя различные типы ландшафтов, среди которых встречаются как естественные, так и

искусственно созданные участки. В парке активно развивается экосистема, однако его состояние требует постоянного ухода, так как на отдельных участках наблюдается нарушение устойчивости зеленых насаждений, что особенно заметно в местах массового отдыха населения. Очаги ослабления и гибели деревьев в парке значительно ухудшают его эстетический вид, а также создают угрозу для безопасности посетителей.

Эти характеристики являются важными для изучения, так как они могут влиять на распространение грибных патогенов, таких как опенок осенний (*Armillaria mellea*), в парковой экосистеме. Особое внимание уделено участкам, где на деревьях активно развиваются грибы-паразиты (участки № 2, 3 и 5). Учет почвенных условий имеет ключевое значение для разработки эффективных мероприятий по поддержанию здоровья и устойчивости зеленых насаждений парка. [1]

**Методика и результаты.** В ходе исследования на территории ГМЗ «Гатчинский Дворцовый Парк» был проведён отбор почвенных образцов верхнего горизонта на пяти точках. В последствии взятые пробы были проанализированы по следующим показателям: степень кислотности почвы по показателю актуальной кислотности, степень кислотности почвы по показателю обменной кислотности, степень обеспеченности почв подвижным азотом, степень обеспеченности гумусом, степень обеспеченности почв подвижным калием, гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований и степень насыщенности почв основаниями.

Для агрохимической характеристики почв Гатчинского дворцового парка были использованы традиционные методы почвенного анализа. Содержание гумуса определяли по Тюрину, рН – потенциометрически. Мобильные формы основных питательных элементов – азота, фосфора и калия – оценивали по классическим методикам Грандвалля-Ляжу, Кирсанова и Пейве. Для характеристики кислотно-щелочных свойств почв применяли методику Каппена. Полученные данные позволили оценить плодородие почв парка и разработать рекомендации по их рациональному использованию. [2] Результаты агрохимического анализа представлены в таблице (Табл.1).

Таблица 1

Результаты исследования физико-химических свойств почвы ГМЗ «ГАТЧИНСКИЙ ДВОРЦОВЫЙ ПАРК»

№ ПП	Гумус, %	Калий, мг-экв на 100г почвы	Нитраты, мг-экв на 100г почвы	ГК, %	Сумма, %	V, %	рН	
							H <sub>2</sub> O	KCl
1	6,9	4,5	1,8	0,2	23,3	99,1	7,9	7,3
2	13,6	3,6	1,7	0,4	21,8	98,2	7,8	7,54
3	7,7	3,6	1,6	0,1	21,4	99,5	7,9	7,85
4	11,8	3,6	1,2	0,3	22,3	98,7	8	7,21
5	13,6	3,6	5,7	1,8	21,1	92,1	8	7,34

Резюмируя данные полученные при анализе можно охарактеризовать почвы как: На участках 2, 4 и 5 содержание гумуса очень высокое, на участках 1 и 3 – повышенное. Количество подвижного калия на всех обследованных участках очень низкое. По обеспеченности почв нитратами только на участке 5 наблюдается низкое содержание азота, на всех остальных – очень низкое. Все участки относятся к насыщенным основаниями, что говорит о высоком плодородии. Реакция среды водной вытяжки рН во всех случаях характеризуется как слабощелочная.

**Вывод.** Все почвы участков однородны или очень близки по своему химическому составу. Таким образом, можно сделать вывод, что такой фактор, как химические свойства почв не влияют на распространение и развитие опёнка осеннего.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полякова, А. Ю. Агрохимические свойства почв Дворцового парка Гатчины / А. Ю. Полякова // Агрофизика. – 2019. – № 2. – С. 32-37. – DOI 10.25695/AGRPH.2019.02.05.

2. Почвоведение: методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 250201 «Лесное хозяйство» и 250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство»: методические указания / А. И. Тимофеев, С. Н. Савицкая, М. Б. Субота, В. В. Часовская. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2008. — 42 с.

#### **AGROCHEMICAL ANALYSIS OF SOILS OF GMZ “GATCHINA PALACE PARK”.**

Merzuk S. A., samiamerzuk@gmail.com

Gerasimova T. A., gerasimova@spbftu.ru

Shkurenkov E. D., shkurenkov@spbftu.ru

S. M. Kirov St. Petersburg State Forest Technical University

**Key words:** agrochemical analysis, water-physical analysis of soils, Gatchina palace park, fall openok, soil pH, organic matter, ecosystem, landscape soil science.

**Abstract:** The article presents agrochemical analysis of the upper horizons of soils of Gatchina Palace Park in order to assess the influence of soil chemical composition on the development of the autumn laurel. The study was carried out in two groups: in places where the fungus is actively developing and in areas where it is absent. Analysis of soil samples included determination of pH levels, content of macro- and microelements, and organic matter. The data obtained revealed that there was no correlation between the development of Autumn lawn fungus and soil agrochemical characteristics.

## **ПОДБУРЫ И ДЕРНОВО-ПОДБУРЫ ВНУТРИБОЛОТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОСТРОВОВ ПОЛИСТОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

ЮринА.С., sander.juur@gmail.com

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова*

Галанина О.В., o.galanina@spbu.ru

*Санкт-Петербургский государственный университет,*

*ФГБУ "Государственный природный заповедник "Полистовский"*

**Ключевые слова:** внутриволотные минеральные острова, география почв, альфегумусовые почвы.

**Аннотация:** В рамках инвентаризации растительного и почвенного покрова внутриволотных минеральных островов Полистовского заповедника были описаны новые для заповедника типы почв – подбуры и дерново-подбуры. В статье описаны условия их почвообразования и характер распространения на исследованной территории.

Полистовский заповедник, расположенный на востоке Псковской области (Бежаницкий и Локнянский р-ны) – ООПТ федерального значения, под охраной которой находится часть Полистово-Ловатской верховой болотной системы. Общая площадь заповедника составляет 37 837 га, из которых примерно 85 % занимают болотные ландшафты [8]. Для них характерно распространение внутриволотных минеральных островов – изолированных участков минерального грунта, со всех сторон окруженных болотным массивом.

Полевые исследования на данной территории проводились нами в рамках научно-исследовательских работ «Инвентаризация внутриволотных островов Полистовского заповедника» (2017-2021 гг.) и «Исследование биоразнообразия агарикоидных грибов и грибообразных организмов растительных сообществ внутриволотных островов и минерального берега Полистовского заповедника» (2022-2023 гг.). В ходе работ на внутриволотных островах закладывались геоботанические площадки и почвенные разрезы и прикопки. Диагностика почв производилась в соответствии с Классификацией почв России 2004 года [2].

За период проведения работ нами был обследован 51 островов в пределах участка болотного массива площадью около 170 км<sup>2</sup>. Всего было диагностировано 16 типов почв из 8 отделов. Исследованные острова характеризуются довольно высоким уровнем разнообразия почвенного покрова, что, вероятно, связано с разнообразием условий почвообразования, в первую очередь, с контрастным распределением почвообразующих пород. Большую роль в дифференциации почвенного покрова островов играет также степень их заболачивания [7]. Самыми

часто встречаемыми типами почв являются характерные для региона подзолистые и дерново-подзолистые почвы. Помимо них встречаются также подзолы, дерново-подзолы, подзолы глеевые, подзолы-элювоземы, торфяно-подзолы глеевые, торфяно-глееземы, глееземы, ржавоземы, псаммоземы, элювиально-метаморфические, серогумусовые и дерново-буро-подзолистые почвы. Однако вторыми по встречаемости (на 10 обследованных островах) оказались подбуры и дерново-подбуры.

Ранее в «Классификации и диагностике почв СССР» подбуры и дерново-подбуры не выделялись [3]. В литературе, посвящённой почвенному покрову таежной зоны Европейской части СССР, они иногда рассматривались как скрыто-подзолистые почвы, но также имели ряд других названий (крипто-подзолистые, иллювиально-железистые, гумусово-железистые и др.) [2, 4]. В материалах почвенной экспедиции ЛОВИУА, собранных в Бежаницком районе в 1932 г., описаны малораспространенные «слабо подзолистые песчаные почвы», которые встречаются небольшими площадями под лесами, отличительная особенность которых заключается в том, что их подпахотный горизонт имеет сплошную желтовато-бурю окраску и оподзоленность в нем почти не выражена [5]. В литературе также описаны легкие почвы на богатых песках и супесях некоторых камовых массивов Псковской области, которые характеризуются слабодифференцированным профилем без признаков или со слабыми признаками подзолистого процесса [6]. Можно предположить, что описанные почвы с большой степенью вероятности также относились к ныне выделяемым подбурам.

В нашем случае, подбуры и дерново-подбуры были описаны на высоких сухих не заболоченных островах, на которых почвообразующими породами выступают супеси и не отсортированные валунные пески [1]. Однако растительный покров данных островов различается.

Подбуры были встречены нами в разных частях болотного массива на 4 островах. Для всех них характерен заметно выпуклый рельеф, возвышающий их на несколько метров над поверхностью болотного массива, и овально-округлая форма. По сравнению с остальными островами болотного массива, они являются довольно крупными: их длина составляет 100–180 м, ширина – 35–60 м. Три обследованных острова из 4-х расположены на довольно большом отдалении от окраины болотного массива (в 3–6 км) и встречаются одиночно. Почвообразующими породами выступают водно-ледниковые супеси. Среди изученных подбуров были диагностированы типичный, контактноосветлённый, псевдофибровый и грубогумусированный подтипы.

На острове Криман (57°15'17.9, 30°38'07.9) был диагностирован подбур грубогумусовый контактноосветлённый на водно-ледниковых супесях, подстилаемых суглинками. Растительное сообщество острова представлено молодым травяным (*Lathyrus vernus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Convallaria majalis*) дубняком с примесью

мелколиственных пород (березы, осины) и подростом из липы. В нижней части склона оно сменяется орляково-вейниково-зеленомошным дубово-березово-сосняком, и горизонт О уже не имеет признаков наличия грубогумусированного материала.

Псевдофибровый подтип подбура был описан на острове Хвощевик (57°17'05.2, 30°35'59.9). Он определяется наличием буроватых уплотненных и сцементированных оксидами железа тонких псевдофибров[2]. Растительное сообщество острова представлено березово-сосняком кустарничково (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*)-зеленомошным.

Грубогумусированные подтипы подбура были также обнаружены на о. Денежный-3 (57°14'22.7, 30°27'58.1) под тростниково-вейниковым березняком с ландышем (*Convallaria majalis*) и таежными кустарничками (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*) и на острове Горостица (57°06'56.0, 30°26'27.0) под елово-мелколиственным редкотравным сообществом. У подбура на последнем упомянутом острове наблюдалась хорошо выраженная дифференциация альфегумусовой толшина два отдельных горизонта – ВН (7–18(20) см) и ВФ (18(20)–60(72) см), отличающихся по цвету, плотности и степени сцементированности. В остальных случаях среди диагностированных почв преобладает иллювиально-железистая модификация горизонта ВНФ. Горизонт О у всех описанных подбуров характеризуется кислой реакцией со значениями рН водной вытяжки 4,95–5,64.

Дерново-подбуры были описаны нами на 6 высоких островах в северной части заповедника вблизи Ратчинской возвышенности. В целом, условия почвообразования для данного типа почв здесь весьма однородны. Растительные сообщества островов представлены мелколиственными (березовыми и осиновыми) травяными лесами, в напочвенном покрове которых доминируют ландыш майский (*Convallaria majalis*), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), костяника (*Rubus saxatilis*), вейник (*Calamagrostis* sp.). Дерновый серогумусовый горизонт АУ имеет небольшую мощность порядка 7–8, максимум 12 см. Значения рН в нем варьируется от 4,3 до 6,4; на острове Темный (57°13'59.9, 30°34'08.9) оно составляет 3,6, вероятно, из-за опада ели, формирующей заметную примесь в древостое. Содержание углерода в горизонте АУ в среднем составляет 1,4–2,6%, но на островах Липовая Горка (57°13'23.9, 30°31'33.5) и Доманец-1 (57°11'12.1, 30°32'50.3) оно достигает 4,8% и 8,7% соответственно. На упомянутых островах в напочвенном растительном покрове наблюдается значительное возрастание доли ландыша (*Convallaria majalis*), что можно считать индикаторным признаком почвенного плодородия.

Дерново-подбур на острове Темный был описан нами как контактноосветленный на водно-ледниковых супесях, подстилаемых суглинками. Также были описаны типичные дерново-подбуры на островах Денежный-2 (57°14'22.6, 30°28'04.7) и Денежный-4 (57°14'24.4 30°27'45.6).

На острове «Ольха-Дуб» (57°13'21.7, 30°29'18.1) были диагностированы типичный и глееватый подтипы дерново-подбура. Растительный покров верхней части острова представлен чернично-костяничным черноольхово-березовым сообществом с елью, под которым формируется типичный дерново-подбур. В нижней части склона, при приближении к болоту, ель исчезает из состава древостоя, а сообщество сменяется березово-черноольховым злаково-травяным. Признаки оглеения начинают проявляться здесь с глубины 42 см в горизонте С. Описываемое явление связано с прогрессирующим заболачиванием внутриболотных островов [7].

Нам видится перспективным в ходе дальнейших исследований также обнаружить и изучить подбуры и дерново-подбуры за пределами внутриболотных островов в данном регионе.

*Благодарим за сотрудничество ресурсный Центр СПбГУ «МАСВ».*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Богдановская-Гиенэф И.Д.* Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа на примере Полистовско-Ловатского болотного массива. Л., 1969. –190 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Рос. акад.с.-х. наук и др.; [Л.Л. Шишов и др. Отв. ред. акад. РАН, проф. Г.В. Добровольский.2-е изд., доп. и испр.]. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
3. Классификация и диагностика почв СССР / Почвенный институт им. В. В. Докучаева ; [сост. В. В. Егоров и др.]. – Москва: Колос, 1977.
4. Подзолистые почвы Северо-Запада европейской части СССР. М.: 1979.
5. *Пшеницына Е.М.* Почвы Бежаницкого района, Ленинградской области (по материалам почвенной экспедиции ЛОВИУА, собранным в 1932 г. под руков. П. А. Двинских) –Л.: Изд. ВАСХНИЛ, 1934. – 25 с.
6. *Хантулов А.А., Гагарина Е.И., Матинян Н.Н., Счастливая Л.С.* Бурные лесные и буро-псевдоподзолистые почвы Ленинградской, Псковской и Новгородской областей. – В кн.: Буроземообразование и псевдоподзоливание в почвах Русской равнины. – Москва,1974.С. 84–117.
7. *Юрин А.С.* Почвенное картирование внутриболотных островов Полистовскогозаповедника // «Материалы по изучению русских почв. Вып. 14 (41)»: Сб. науч. докл./ Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2024. – С. 82–86.
8. *Яблоков М.С., Шемякина О.А., Черевичко А.В.* Государственный природный заповедник «Полистовский»– крупнейшая охраняемая территория Псковской области // Псковский регионологический журнал. 2006. № 3. С. 72–80.

**PODBURS AND SOD-PODBURS OF BOG MINERAL ISLETS OF  
POLISTOVSKY NATURE RESERVE**

Yurin A.S., sander.juur@gmail.com

*Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov*

Galanina O.V., o.galanina@spbu.ru

*Saint Petersburg State University, State Nature Reserve "Polistovsky"*

**Keywords:** mire mineral islets, soil geography, Al-Fe-humus soils.

**Abstract:** During the inventory of plant and soil cover of bog mineral islets of Polistovsky nature reserve new types of soil were observed – Podburs and Sod-Podburs. Conditions of formation and distribution of these soils on this territory are described in this paper.

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО КОМПЛЕКСА НА СТАЦИОНАРНЫХ ОПЫТНЫХ ОБЪЕКТАХ В ЛЕСНЫХ И АНТРОПОБИОГЕОЦЕНОЗАХ.

## ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ СЛЕДОВ ВОЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗЕМЛЯХ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ

Кузин П.И., kuzik78@mail.ru

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический  
университет им. С.М. Кирова*

Андреев В.Т., vava1967@mail.ru

Редкова Н.А., redkovana@mail.ru

*Военная академия связи им. С.М. Будённого*

**Ключевые слова:** экологические проблемы, загрязнение почвы, окружающая среда, экологическая функция, земли обороны и безопасности.

**Аннотация:** в статье раскрыты проблемы утилизации и ликвидации следов военной деятельности в мирное и военное, что негативно влияет на экологическую функцию земли. Загрязнение почв взрывчатыми веществами и составными компонентами топлив на землях обороны безопасности (военных полигонах), а также в зонах конфликтов является актуальной проблемой.

**Введение.** Наиболее существенные изменения геохимических условий на объектах военной деятельности и загрязняемых ими территориях в мирное время происходят при испытании ракетно-космической техники [1]. Токсичный компонент ракетного топлива – диметилгидразин (гептил) – относится к 1 классу опасности. Он токсичен при любых путях поступления в организм – через желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, кожу и слизистую. Гептил в 6 раз более токсичен, чем синильная кислота, в случае его выброса последствия трагичны. В живых организмах метаболиты более канцерогенны, чем сам гептил.

Потенциальная опасность гептила при попадании в объекты окружающей среды определяется его высокой летучестью, неограниченной растворимостью в воде, способностью к миграции, накоплению, высокой стабильностью в глубоких слоях почвы и растениях, образованием при разложении еще более опасного вещества – нитрозодиметиламина [2].

Согласно последним проведенным исследованиям, через месяц после старта в приповерхностном слое почвы гептила нет. В грунтах остаются некоторые продукты его превращений, причем их концентрации составляют доли процентов от исходной. Гептил быстро испаряется из депонирующих сред, а оставшийся в небольшом количестве

трансформируется до метана, азота, аммиака, сложных органических соединений [2].

Проведенные на космодроме Плесецк исследования биологической активности почв и растительного материала показали, что характер воздействия гептила определяется его количеством, поступившем в почву [2]. Экологическая обстановка до сих пор осложнена отсутствием эффективных методов обезвреживания одного из самых токсичных видов ракетного топлива и продолжением запусков. Многолетняя эксплуатация аэродромов и космодромов в результате утечек больших и малых объемов нефтеуглеводородного топлива привела к скоплению подземных керосиновых линз. По данным Министерства обороны РФ, площадь земель, загрязненных нефтепродуктами по вине военных, составляет более 670 га. [3].

Обширные территории и природные комплексы (в первую очередь почвы и подземные воды) загрязнены высокотоксичными веществами различного происхождения, уровень которых остается экологически опасным на протяжении десятков лет, что не позволяет их хозяйственное использование без дорогостоящих восстановительных работ и экологической реабилитации. Почвенный покров загрязнен выше допустимых уровней нефтепродуктами, тяжелыми металлами, высокотоксичными химическими веществами и радионуклидами. Тысячи тонн нефтепродуктов «плавают» на поверхности подземных вод, уничтожая важнейшие источники водоснабжения. Сотни тонн тяжелых металлов, взрывчатых и отравляющих веществ разного происхождения накапливаются на геофизических барьерах, растворяются в водах подземных горизонтов, убивая все живое. Масштабы загрязнения подземных вод настолько велики, что точечные источники загрязнения сливаются между собой и составляют потоковые (площадные) загрязнения, угрожающие питьевому водоснабжению крупных городов.

На территориях бывших военных баз до сих пор находятся многочисленные подземные захоронения противотанковых мин, снарядов, авиабомб. Особую опасность для окружающей среды представляют загрязнения грунтов и подземных вод радиоизотопами и тяжелыми металлами. Через десятки лет на территориях бывших военных баз в почвах на разной глубине определяют тяжелые металлы с концентрациями, многократно превышающими предельно допустимые (свинец до – 61 ПДК; кадмий – до 700 ПДК; цинк – до 12 ПДК, медь – до 2 ПДК, марганец – до 3 ПДК). Металлы постепенно фильтруются к грунтовым водам, и на глубине более 1 м их концентрации многократно превышают содержание в приповерхностном слое почв [4]. Бетонобойные бомбы оснащаются сердечниками на низко обогащенном уране, что увеличивает их пробивную способность, но вызывает радиоактивное заражение почвы.

На полигонах для утилизации оружия при прямом сжигании

боеприпасов на открытом воздухе или подрывах в окружающую среду попадает большое количество токсичных окислов, цианидов, солей тяжелых металлов, диоксинов. Массовое уничтожение списанных боеприпасов, особенно средств инициирования (взрывателей), содержащих свинец, ртуть, на открытых площадках неизбежно приводит к загрязнению атмосферного воздуха.

Почвы военных полигонов во всем мире загрязнены взрывчатыми веществами и продуктами их трансформации в результате производственных операций, военных конфликтов, военных учебных мероприятий на стрельбищах и полигонах, открытого горения/открытой детонации устаревших боеприпасов. Загрязнение почв взрывчатыми веществами относится к серьезной и мало изученной в нашей стране экологической проблеме. Взрывчатые вещества являются ксенобиотическими загрязнителями (при попадании в биосферу представляют токсическую опасность для экосистем). Основные загрязнители – тротил, гексоген и октоген, а также нитроглицерин, нитрогуанидин, нитроцеллюлоза, нитротолуолы и перхлораты.

В Российской Федерации проводятся исследования, направленные в первую очередь на ликвидацию последствий на локальных объектах военной деятельности. В 2019 г. Службами военных округов заключено 53 государственных контракта, при реализации которых утилизировано более 600 тыс. отработанных ртутьсодержащих ламп и 8,3 т отходов 2-го класса опасности, проведена очистка более 4 га земель, загрязненных нефтепродуктами и твердыми коммунальными отходами, передано на утилизацию 10 т нефтесодержащей жидкости, разработаны технические проекты на очистку загрязненных нефтепродуктами земель в Восточном военном округе.

В 2021 г. передано на утилизацию более 80 тыс. ртутьсодержащих ламп, 6,5 тонн отработанной серной кислоты, 36 м<sup>3</sup> нефтешлама и 10 тонн нефтесодержащих отходов [5]. К 2021 г. в РФ было утилизировано 21500 единиц ракетно-артиллерийского вооружения, около 7 млн. единиц стрелкового оружия, более 150 млн. штук боеприпасов, 140 тыс. ракет общевойскового назначения. Ситуация в застарелых арсеналах становится все более критической, об этом открыто говорят и ведущие научные специалисты, и представители промышленности. Не скрывают истинного положения дел и военные. На содержание боезапаса Вооруженные силы тратят 2 млрд. рублей в год. Для того, чтобы хоть немного разгрузить опасные хранилища, Министерство обороны распорядилось уничтожать способом подрывов те боеприпасы, которые хранить стало рискованно. Такой способ ведет к неминуемому загрязнению объектов окружающей среды и нанесению огромного ущерба природе и всему живому. Предотвратить перенос токсичных соединений атмосферным воздухом на десятки километров от мест взрывов с последующим загрязнением ими почв и вод невозможно. Практика уничтожения боеприпасов путем

подрыва и сжигания не только опасна, но и экономически убыточна, так как все элементы боеприпасов могут и должны быть утилизированы.

**Заключение.** Наибольшую проблему при утилизации представляют боеприпасы повышенной мощности, снаряженные гексоген-содержащими неплавкими взрывчатыми веществами. Большое разнообразие типов и видов таких боеприпасов, как по габаритно-конструктивному признаку, так по используемым для их снаряжения материалам, предопределяет сложность задачи их утилизации. К так называемым специальным боеприпасам относятся около 60 % запасов, подлежащих утилизации. Арсеналами Минобороны России их утилизация невозможна (в виду высокой опасности проведения работ вблизи хранилищ). Такие работы возможны только на специализированных предприятиях оборонной промышленности. Проблема ликвидации и утилизации продуктов военной деятельности на землях обороны и безопасности, и пути её решения по настоящее время остается актуальной.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Харькина М.А. 2004. Экологические последствия военных действий. Энергия: экономика, техника, экология, 7: 56-59.

2. Хусаинова Р.З., Чуйков Ю.С. 2013. Проблемы экологической безопасности и безопасности персонала и населения при утилизации непригодных к использованию боеприпасов. Обзор. Астраханский вестник экологического образования, 2 (24): 156-169.

3. Кудельский А.В., Стародубова А.П., Феденя В.М., Бурак В.М. 2000. Экология территории бывших военных баз. Литосфера, 7: 153-166.

4. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Жигалин А.Д., Барабошкина Т.А. 2019. Техногенная трансформация экологических функций абиотических сфер Земли под влиянием военной деятельности. Вестник Московского университета. Серия 4: Геология, 1: 3-13.

5. Смурыгин А.В., Бакин Э.Н., Асеев В.А. 2021. Особенности экологического обеспечения в Вооруженных Силах Российской Федерации. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы, 1 (10): 393-395.

#### **PROBLEMS OF DISPOSAL AND LIQUIDATION OF TRACES OF MILITARY ACTIVITIES ON DEFENSE AND SECURITY LANDS**

Kuzin P.I., kuzik78@mail.ru

*St. Petersburg State Forestry Technical University*

Andreev V.T., vava1967@mail.ru

*S.M. Budyonny Military Academy of Communications. S.M. Budyonny*

Redkova N.A., redkovana@mail.ru

*S.M. Budyonny Military Academy of Communications. S.M. Budyonny*

**Keywords:** environmental problems, soil pollution, environment, ecological function, defense and security land.

**Abstract:** the article reveals the problems of utilization and elimination of traces of military activity in peacetime and military, which negatively affects the ecological function of the land. Soil contamination with explosives and fuel constituents on the lands of security defense (military ranges), as well as in conflict zones is an urgent problem.

## **ВЛИЯНИЕ ВОЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЗЕМЕЛЬ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ**

Кузин П.И., kuzik78@mail.ru

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова*

Андреев В.Т., vava1967@mail.ru

Редкова Н.А., redkovana@mail.ru

*Военная академия связи им. С.М. Будённого*

**Ключевые слова:** экологические проблемы, окружающая среда, военно-промышленный комплекс, загрязнение почвы, земли обороны и безопасности.

**Аннотация:** в статье проведен анализ проблемы воздействия человека в мирное и военное время на верхние слои земли, обладающих плодородием. Высокая степень воздействия связана с тем, что на поверхности территорий земель Министерства обороны РФ действует активность человека, осуществляющего военную деятельность широкомасштабного характера.

**Введение.** Важными экологическими проблемами воздействия человека на литосферную оболочку в мирное и военное время являются: истощение природных ресурсов, изменение поверхности литосферы, уплотнение почвы, снижение в ней содержания гумусовых веществ, эрозия, опустынивание, засоление, заболачивание, химическое и физическое загрязнение почв (и, как следствие, подземных вод). В мирное время военную деятельность можно рассматривать как сочетание промышленной, коммунальной и научной деятельности. Но даже в этом случае ущерб окружающей среде от военно-промышленного комплекса, военных баз, аэродромов, полигонов различного назначения сопоставим с воздействием на окружающую среду крупной промышленной отрасли (например, металлургической). В период активных боевых действий военная деятельность приобретает иные, свойственные только ей, черты.

**Проблема.** Под ресурсной экологической функцией понимается роль минеральных, органических, органоминеральных ресурсов литосферы, а также ее геологического пространства для жизни и деятельности в качестве биоценоза, так и человеческого сообщества как социальной структуры. Военная деятельность существенным образом затрагивает ресурсы геологического пространства. Площадь территорий, принадлежащих военным ведомствам и не используемых для других целей в силу секретности и опасности объектов, по разным данным оценивается в 750 тыс.–1,5 млн. квадратных километров. Под военные базы и формирования заняты значительные территории от общей площади различных стран (например, до 16, 75% в Белоруссии) [1]. В Западной

Европе в военных целях используют от 1 до 3 % территории, еще значительная часть ощущает на себе косвенное или временное воздействие со стороны вооруженных сил [2]. Во многих случаях это лесные массивы, плодородные земли и пастбища, изъятие которых из сферы промышленного и сельскохозяйственного производства отрицательно сказывается на общем экономическом потенциале государства и жизненном уровне населения. Для расширения политического и экономического влияния ведущие страны мира размещают военные базы далеко за пределами своих границ. Так, китайские военные базы размещены в 4 странах мира, индийские – в 6, турецкие – в 10, российские и французские – в 13, британские – в 16, американские военные присутствуют в 51 стране мира. Кроме того, существуют сотни подземных военных баз, разбросанных по всему миру.

По данным Министерства обороны РФ на сентябрь 2016 г. Вооруженные силы России имели в своем распоряжении 135 военных полигона, а на январь 2022 г. численность общевоинских полигонов возросла до 150 [3].

На местности полигон чаще всего представляет собой многоугольник – ограниченную территорию (земельный и/или водный участок) и воздушное пространство над ней. Небольшие военные полигоны занимают площадь от нескольких десятков до нескольких сотен км<sup>2</sup>. Личный состав войсковых, флотских и авиационных подразделений, прибывающих на полигон для учений или испытаний, размещается во временных палаточных лагерях. Крупные полигоны, помимо участка площадью до нескольких тысяч квадратных километров, имеют стационарные военные городки с жилыми зданиями и административно-хозяйственными постройками. Их нередко размещают в регионах с суровыми климатическими и почвенно-растительными условиями (тундра, полупустыня, пустыня) для минимизации ущерба при выведении из хозяйственного оборота больших земельных площадей.

Площади лесных территорий, которые периодически подвергаются влиянию военной деятельности, с каждым годом становятся еще обширнее. К ним относятся в первую очередь районы падения отработавших ступеней ракет, полигоны для маневров, учебных выходов на местность. Наличие в России и мире мощной наземной космической инфраструктуры и ее развитие усугубляют проблемы обеспечения экологической безопасности огромных районов. Эти проблемы имеют глобальное значение в контексте безопасности всей военно-космической деятельности.

В России для обеспечения запусков и испытаний ракет, работы техники государственной авиации используются более 200 земельных участков общей площадью около 20 млн. га [4]. Существующие ракетно-космические системы характеризуются низким коэффициентом полезного действия (до 3 %). Они реализованы по многоступенчатой схеме:

включают от 2 до бступеней и множество других отделяемых элементов, каждый из которых отбрасывается после исполнения своей функции в процессе выведения в космос полезной нагрузки космического аппарата. Эти обстоятельства лежат в основе основных экологических проблем в районах падения, которые расположены вдоль трасс полетов запускаемых систем. С какой бы точки Земли(с суши, водной поверхности или из атмосферы) не производился запуск космического объекта, экологическая опасность от падения его отделяющихся частей существует и будет существовать, даже при полетах перспективных аэрокосмических самолетов (в случае их аварии).

Наименее опасны с точки зрения воздействия на окружающую среду представляются районы падения головных обтекателей. Их общая площадь на территории России составляет 5259000 га, то есть примерно 25 % от всей площади районов падений. Значительное загрязнение окружающей среды происходит в результате отделения вторых ступеней ракет типа «Союз» и «Молния», когда падают два крупных фрагмента. Суммарная площадь этих районов составляет 4662000 га (23 % от площади районов падения). Падение первых ступеней ракет «Зенит» и «Энергия» также сопровождалось засорением фрагментами, суммарная площадь районов их падения составляет 1428800 га. Примерно на половине территорий, загрязняемых в результате запусков ракет, основное вредное воздействие вызвано механическим мусором [4].

Экологическую опасность представляет ракетное топливо НДМГ (не симметричный диметилгидразин), которым заправляют тяжелые российские ракеты-носители типа «Протон», стоящие на боевом дежурстве межконтинентальные ракеты типа 15А18, 15А35, а также конверсионные ракеты-носители «Рокот», «Стрела», «Днепр». При падении на землю первые ступени ракет самопроизвольно взрываются, что вызывает рассеяние в атмосферу и разлив высокотоксичных компонентов. Общая площадь таких районов оценивается в 1 млн. га.

К лидерам разрушения земной поверхности и ландшафтов относят сухопутные войска. Масштабные изменения рельефа происходят при проведении боевых учений на местности. Инженерная подготовка учебных театров военных действий требует возведения многочисленных фортификационных сооружений, протяженных траншей, окопов, ходов сообщения и противотанковых рвов. При этом перемещаются огромные массы грунтов, что создает искусственно расчлененный «военизированный» антропогенный рельеф.

**Заключение.** Большинство военных полигонов в Российской Федерации было построено в середине прошлого века. С ростом технической оснащенности армии потребность вооруженных сил в земельных угодьях постоянного и временного использования продолжает расти. Так, в период Великой отечественной войны мотопехотному батальону (600 человек) требовалось для маневров 16 квадратных

километров, то сейчас это в 20 раз больше. Если учесть, что современные военные учения проводятся на очень больших территориях, то площадь с измененным рельефом может достигать тысяч квадратных километров.

Такие масштабные территории для испытания современного оружия и боеприпасов даже при проведении рекультивации земель обороны и безопасности долгое время еще будут характеризоваться пониженным качеством земель.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рубин В.М., Ильюкова И.И. и др. 2013. Гигиеническое обоснование нормативов ПДК нефтепродуктов в почвах Республики Беларусь. Гигиена и санитария, 92(2): 99–101.
2. Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии. 2015. Под ред. И.И. Косиновой. Воронеж, ВГУ, 576 с.
3. Кудельский А.В., Стародубова А.П., Феденя В.М., Бурак В.М. 2000. Экология территории бывших военных баз. Литосфера, 7: 153-166.
4. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Жигалин А.Д., Барабошкина Т.А. 2019. Техногенная трансформация экологических функций абиотических сфер Земли под влиянием военной деятельности. Вестник Московского университета. Серия 4: Геология, 1: 3-13.

#### IMPACT OF MILITARY ACTIVITIES ON THE ECOLOGICAL FUNCTIONS OF DEFENSE AND SECURITY LANDS

Kuzin P.I., kuzik78@mail.ru

*St. Petersburg State Forestry Technical University*

Andreev V.T., vava1967@mail.ru

*S.M. Budyonny Military Academy of Communications. S.M. Budyonny*

Redkova N.A., redkovana@mail.ru

*S.M. Budyonny Military Academy of Communications. S.M. Budyonny*

**Key words:** environmental problems, environment, military-industrial complex, soil pollution, defense and security lands.

**Abstract:** the article analyzes the problem of human impact in peacetime and wartime on the upper layers of the earth with fertility. The high degree of impact is associated with the fact that on the surface of the of the territories of the lands of the Ministry of Defense of the Russian Federation there is the activity of a person carrying out military activities of a large-scale nature.

## **ПОЧВЕННЫЙ ГРИБ ALTERNARIA SP. КАК ПРИЧИНА ПОЛЕГАНИЯ ВСХОДОВ В ПИТОМНИКАХ**

Антонь В.В., [vika.may17@mail.ru](mailto:vika.may17@mail.ru)

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова*

**Ключевые слова:** *Alternaria sp.*, альтернариоз, полегание всходов и сеянцев, черная плесень семян, очаг.

**Аннотация:** в данной статье рассматривается вопрос о вреде, приносимым грибами рода *Alternaria sp.*, а именно полегание всходов и сеянцев в питомниках (альтернариоз).

Есть ряд почвенных грибов, которые приводят к полеганию сеянцев в питомниках в возрасте 3–4 недель. Наиболее вредоносным является гриб рода *Fusarium sp.*, а также грибы рода *Alternaria sp.*, *Pithium sp.*

В данной статье рассмотрим гриб *Alternaria sp.*, который вызывает болезнь – альтернариоз. На лесных древесных породах грибы рода *Alternaria* вызывают черную плесень семян, полегание всходов и сеянцев, а также синеву заготовленной древесины.

*Alternaria sp.* относится к однолетним грибам, т.е. цикл развития у них завершается в течение одного календарного года. Вызывает, в первую очередь, полегание всходов и сеянцев. Болезнь характеризуется загниванием семян и проростков в почве, поражением молодых корешков, полеганием и отмиранием недревесневших сеянцев. Болезнь поражает преимущественно посевы хвойных пород (сосны, ели, лиственницы), в меньшей степени от нее страдают всходы клена, липы, вяза, тополя и других лиственных пород.

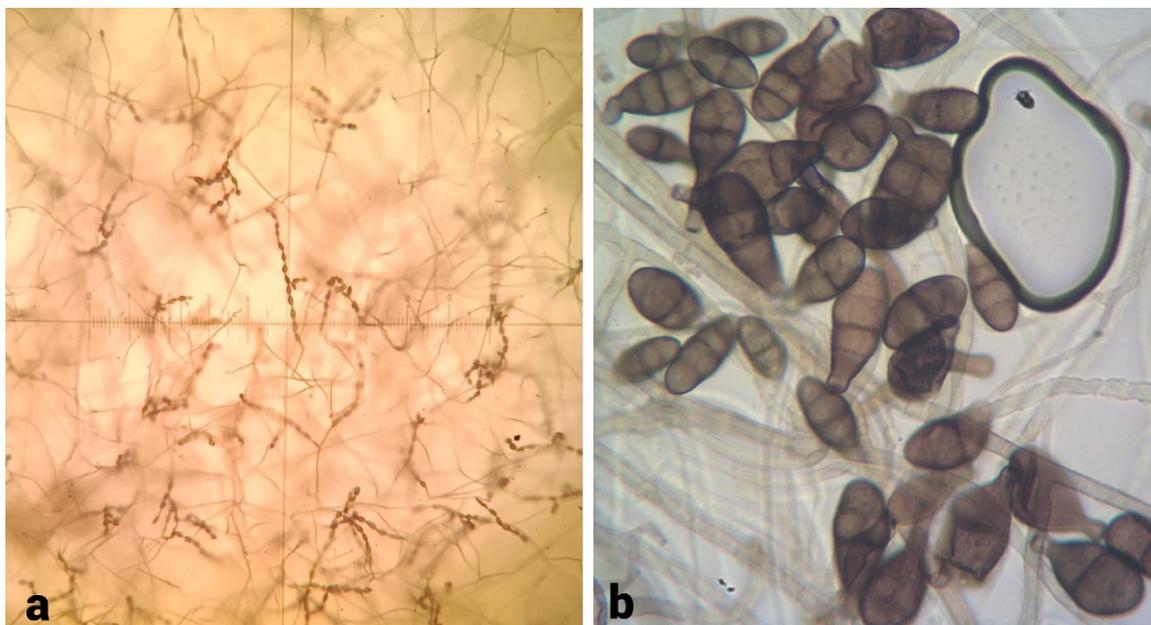
Основным источником инфекции, вызывающей полегание сеянцев, являются зараженная почва (возбудители могут обитать в ней сапротрофно на органических остатках), значительно реже – семена, загрязненные спорами патогенов, и покровный материал, применяемый для укрытия посевов [1].

Заболевание может протекать в двух фазах: довсходовой и послевсходовой.

Довсходовая (скрытая) фаза развивается в первые дни прорастания семян после посева. Под действием токсических веществ возбудителей болезни, обитающих преимущественно на органических остатках, семя загнивает, молодой проросток отмирает, не успевая выйти на поверхность почвы. Основным внешним признаком довсходовой фазы являются редкие всходы в посевном отделении.

Послевсходовая фаза развития проявляется на сеянцах 5–20 дней. У них загнивают периферические части центрального корешка и основание стебелька. Стебелек у корневой шейки утончается, в этом месте образуется

бурая кольцевая перетяжка, он теряет упругость, ложится на землю и отмирает. Больные сеянцы легко выдергиваются из почвы вместе с осевым цилиндром корешка. Гриб образует серовато коричневую грибницу, на которой развиваются одиночные или собранные в пучки конидиеносцы, несущие на концах лимоновидные конидии, разделенные продольными и поперечными перегородками на клетки (рис.1).



**Рисунок 1.** *Alternaria* sp. а – цепочки конидий, увеличение x10 (фото В.В. Антонь);  
б- конидиоспоры, увеличение x60 (фото Д.А. Шабунина)

При благоприятных погодных условиях для развития патогенов очаги поражения быстро увеличиваются, приводя к значительному отпаду сеянцев.

Интенсивность развития болезни зависит от многих факторов: погодных условий весеннего периода, степени зараженности почвы патогенными грибами, времени и глубины посева семян, состояния сеянцев. Развитию болезни благоприятствуют дождливая и прохладная погода в мае-июне, глубокая заделка семян, наличие корки на поверхности почвы, загущенность посевов.

Для защиты сеянцев от альтернариоза применяют комплекс агротехнических мероприятий, биологические и химические методы.

Агротехнические мероприятия предусматривают строгое соблюдение правил выращивания посадочного материала древесных пород, например:

- Не рекомендуется закладывать питомники там, где в последние годы выращивались картофель, кукуруза и овощные культуры. Почва на таких участках в сильной степени заражена возбудителями полегания сеянцев.

- Хвойные породы следует высевать на участках, находившихся под черным паром, поскольку выращивание сеянцев на одном месте в течение

нескольких лет также способствует накоплению инфекции в почве и распространению болезни.

Химические и биологические методы защиты используют для предпосевного протравливания семян, локализации и подавления очагов отмирания сеянцев в начале развития заболевания. Протравливают семена фунгицидами, представленными в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, например фундазолом[2].

Из биологических средств хороший эффект дают нативные биопрепараты в виде водных вытяжек из плодовых тел трутовых грибов (настоящего, ложного осинового трутовика, чаги). Обработка почвы фунгицидами проводится только при сильной зараженности ее возбудителями полегания и часто является экономически нецелесообразной [3].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ганнибал Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие., 2011
2. [ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАТАЛОГ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ», РАЗРЕШЕННЫХ К ПРИМЕНЕНИЮ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ по состоянию на 5 сентября 2023 г. | Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности\[Электронный ресурс\]//URL: <https://msh.krasnodar.ru/activity/napravleniya-deyatelnosti/rastnievodstvo/gosudarstvennyy-katalog-pestitsidov-i-agrokhimikatov-razreshennykh-k-primeneniyu-na-territorii-rossii/302572>\(дата обращения 03.12.2024\)](https://msh.krasnodar.ru/activity/napravleniya-deyatelnosti/rastnievodstvo/gosudarstvennyy-katalog-pestitsidov-i-agrokhimikatov-razreshennykh-k-primeneniyu-na-territorii-rossii/302572)
3. Федоров Н. И. Лесная фитопатология: учебник. Минск: БГТУ, 2004. 462 с.

#### THE SOIL FUNGUS ALTERNARIA SP. AS THE REASON FOR THE LODGING OF SEEDLINGS IN NURSERIES

Anton V.V., vika.may17@mail.ru

*St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S. M. Kirov*

**Keywords:** *Alternaria* sp., alternariasis, lodging of seedlings and seedlings, black mold of seeds, hearth.

**Abstract:** this article discusses the harm caused by fungi of the genus *Alternaria* sp., namely, lodging of seedlings and seedlings in nurseries (alternariasis).

## ДИНАМИКА РОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS) НА ДРЕНИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Павлов А.А., [sasha-pa2002@mail.ru](mailto:sasha-pa2002@mail.ru)

Шурыгин С.Г., [serges3000@yandex.ru](mailto:serges3000@yandex.ru)

Шурыгина М.С., [mariya32003@gmail.com](mailto:mariya32003@gmail.com)

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** Сосна обыкновенная, осушение лесных земель, лесоводство, радиальный прирост, гидромелиорация, лесничество, дренажные работы, вегетационный период, грунтовые воды.

**Аннотация:** В статье рассматривается изучение роста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) на осушенных территориях Жерновского участкового лесничества. Исследование направлено на оценку качества проведенных осушительных работ и состояния осушительной сети. Территория лесничества относится к среднетаежному лесохозяйственному округу с переходным климатом от континентального к морскому. Основная порода – сосна, почвы преимущественно подзолисто-болотные. Исследование проводилось на трех участках с различными расстояниями между осушителями. Анализ включал таксацию насаждений, измерение уровней грунтовых вод и радиального прироста деревьев. Результаты показали, что оптимальный уровень осушения в вегетационный период (май-сентябрь) составляет 40-60 см. Уменьшение расстояния между дренажными каналами до 110 м способствовало увеличению глубины грунтовых вод и стабилизации радиального прироста сосновых древостоев. Ремонт дренажной системы в 1965 году также положительно повлиял на рост древостоев.

Исследование динамики роста сосны обыкновенной было проведено на осушенных землях в Ленинградской области, в Жерновском участковом лесничестве. Ранее аналогичные исследования проводились в Мурманской области [3]. Эти исследования позволяют оценить качество проведенных осушительных работ и состояние осушительной сети. Территория лесничества относится к среднетаежному лесохозяйственному округу, где преобладает сосна. Вегетационный период начинается в апреле, а средняя дата перехода суточной температуры через 0°C приходится на 4 апреля. Снег окончательно сходит в середине апреля. Начало вегетации, когда среднесуточная температура переходит через +5°C, обычно приходится на вторую декаду апреля. В лесничестве преобладают подзолисто-болотные почвы (60%), также встречаются подзолистые (20%), дерново-глеевые (5%), болотные (3%), пойменные (2%) и дерново-подзолистые (10%). Для исследования были выбраны три опытных участка, на которых было

заложено 11 пробных площадей, отличающихся разными расстояниями между осушителями. В частности, на 3 участке расстояние между осушителями составляло 240 метров, на 2– 110 метров, а на 1– 140 метров. Торф на участках был верховой и переходный с зольностью 5-6%, подстилаемый супесью и суглинками [2, 5]. Глубина торфа варьировалась от 0,2 до 0,5 метра. На первом участке произрастали сосновые древостои I-II класса бонитета, на втором– II бонитета, а на третьем – III-IV класса бонитета.

На этих участках было заложено от 3 до 5 постоянных пробных площадей прямоугольной формы. Для изучения водного режима осушенных почв на этих опытных участках были заложены скважины глубиной 1 метр с помощью тарелочного бура. На первом участке было устроено 7 скважин, на втором участке – также 7 скважин, на третьем участке – устроено 9 скважин. Уровни грунтовых вод измерялись с помощью измерительной рулетки.

На участках проводилось изучение водного режима почв, определялось количество жидких и твердых осадков, а также исследовались примеси в снежном покрове [4]. На объектах проводились и воднобалансовые исследования [6]. Для изучения роста древостоев на каждом опытном участке было отобрано по 11 деревьев. Измерялись диаметры на высоте груди и у корневой шейки, а также были отобраны керны сосны возрастным буром Пресслера. Радиальный прирост определялся на приборе МИР-12 с точностью измерения 0,01 мм.

Уровень грунтовых вод значительно влияет на плодородие почв в зоне избыточного увлажнения. Высокий уровень грунтовых вод приводит к подтоплению корневой системы, что негативно сказывается на росте и развитии древостоя [1]. Для оптимального роста леса на дренированных землях в вегетационный период (май-сентябрь) нужно поддерживать уровень грунтовых вод на глубине 40-60 см от поверхности почвы. Весной уровень грунтовых вод на торфяных почвах должен быть снижен на 20-30 см. Однако минимальные глубины грунтовых вод могут приводить к затоплению корней деревьев, что при длительном воздействии (более 4-5 суток) летом приводит к их повреждению.

Рост леса происходит в период с мая по сентябрь, поэтому особое внимание уделяется динамике почвенно-грунтовых вод в этот период. Из таблицы 1 видно, что на первом и втором участках уровень грунтовых вод большую часть вегетационного периода находился на глубине 40-50 см, освобождая от гравитационной воды весь корнеобитаемый слой почвы. На третьем участке глубина грунтовых вод была в пределах 1-14 см. Весь период вегетации корни сосны были подтоплены грунтовыми водами, а иногда и затоплены. Этот фактор приводил к снижению прироста древостоев на третьем участке.

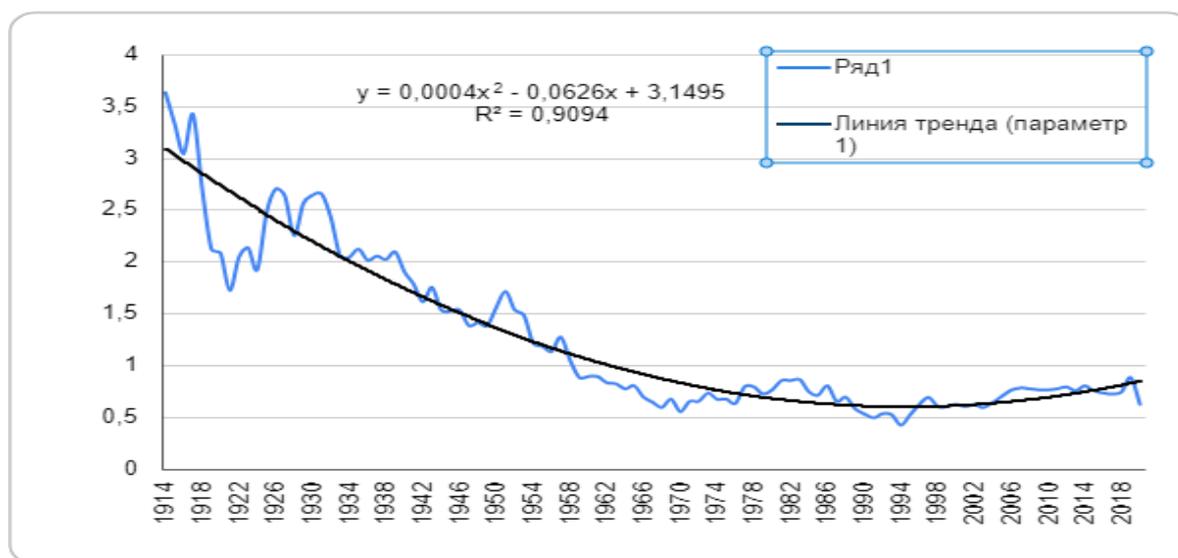
На основе данных о радиальном приросте были построены кривые роста древостоев с использованием полиномиальной регрессии, и

рассчитаны соответствующие уравнения (рисунки 1, 2, 3). Эти кривые наиболее точно отражают изменения в радиальном приросте древесины, вызванные внешними и внутренними факторами. Они достоверно соотносятся с фактическими данными и объясняют 82-92% изменчивости радиального прироста сосновых деревьев при уровне значимости 5%.

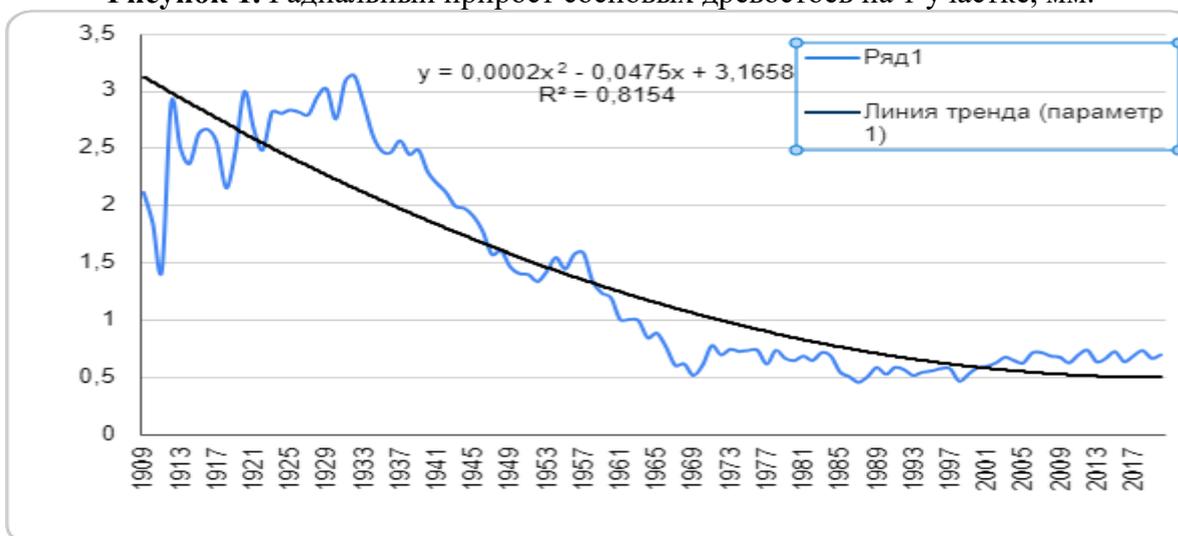
Таблица 1

**Глубина залегания грунтовых вод на средних пробных площадях (ПП), см.**

Средняя глубина грунтовых вод	май	июнь	июль	август	сентябрь
1 участок (ПП-2)	17,5	18,3	54,5	51,5	44
2 участок (ПП-5)	23,5	21,3	42,5	45,5	39
3 участок (ПП-8)	1	1,3	14,3	6	5



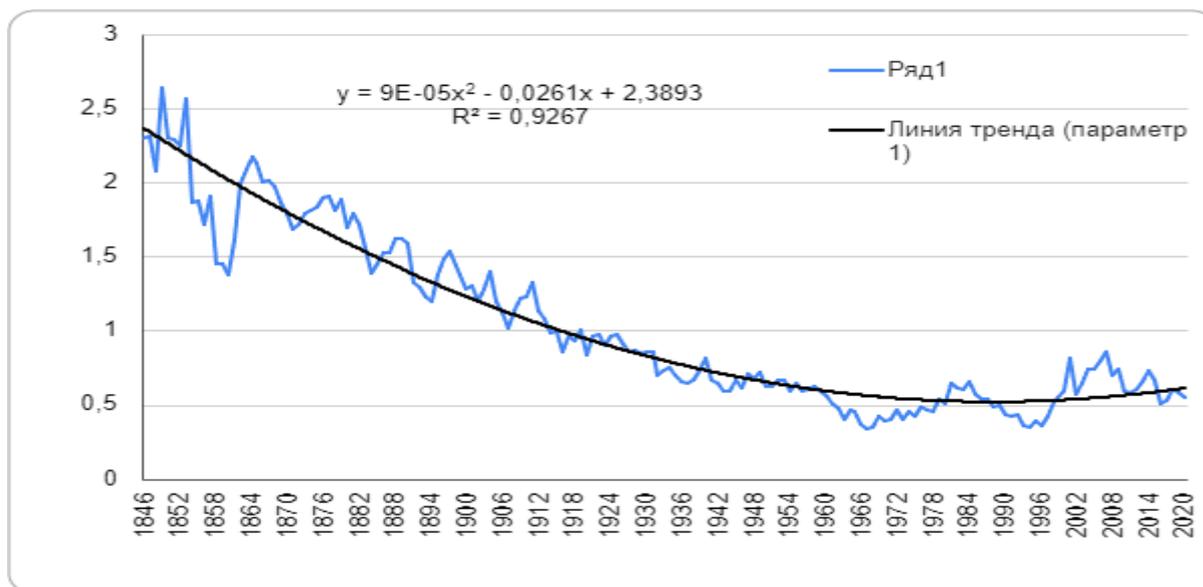
**Рисунок 1.** Радиальный прирост сосновых древостоев на 1 участке, мм.



**Рисунок 2.** Радиальный прирост сосновых древостоев на 2 участке, мм.

На первом участке ремонт и реконструкция осушительной системы, проведенные в 1965 году, предотвратили снижение радиального прироста в сосновых насаждениях и обеспечили стабильность роста. На втором участке, после осушения земель в 1905 году, наблюдалось значительное

увеличение радиального прироста, но с 1935 года началось его снижение из-за недостаточной эффективности осушительной системы. После ремонта сети в 1965 году рост древостоя стабилизировался.



**Рисунок 3.** Радиальный прирост сосновых древостоев на 3 участке, мм.

На третьем участке ремонт осушительной сети не оказал значительного влияния на радиальный прирост из-за большого расстояния между каналами и возраста древостоя. Однако для старых осушенных сосновых древостоев ремонт сети помог стабилизировать или даже увеличить их радиальный прирост.

Исследования показали, что на землях, осушенных в прошлом веке в Охтинской даче, сформировались продуктивные древостои с запасами более 400 м<sup>3</sup>/га. В первые годы после осушения древостои демонстрировали высокий радиальный прирост – от 2,3 до 3,6 мм в год, но затем он снизился к началу третьего десятилетия. После ремонта осушительной сети радиальный прирост стабилизировался в пределах 0,4–0,9 мм в год. Построенные кривые роста объясняют более 91% изменчивости радиального прироста и позволяют прогнозировать рост древостоев в будущем.

Осушительные мероприятия в Жерновском участковом лесничестве остановили процесс заболачивания земель, что привело к осадке торфа на 20-30 см и его минерализации. В результате осушения бонитет на участках 1 и 2 улучшился до уровня I - II, а на третьем участке – до III. Для обеспечения благоприятного роста леса на осушенных территориях необходимо поддерживать оптимальный уровень грунтовых вод на протяжении всего вегетационного периода.

Исследования выявили, что на участках 1 и 2 глубина грунтовых вод превышала 30 см, что близко к оптимальному уровню. На участке 3 глубина грунтовых вод составляла всего 5 см, что вызывало подтопление корней и снижение прироста древостоя. Сокращение расстояния между

дренажными каналами с 240 м до 110 м увеличило глубину грунтовых вод в вегетационный период с 5 см до 30 см и расширило амплитуду колебаний глубины воды с 10 см до 36 см. Исследования роста сосновых древостоев позволили создать кривые, объясняющие 82 - 92 % изменчивости радиального прироста. Ремонт дренажной системы в 1965 году способствовал увеличению радиального прироста сосновых древостоев.

Для успешного выращивания высокопродуктивных древостоев на избыточно увлажненных участках вблизи Санкт-Петербурга необходимо планировать более плотную сеть дренажных каналов с расстоянием между ними не более 100 - 110 м.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабилов Б.В. Экология сосновых лесов на осушенных болотах. – СПб.: Наука, 2004. – 166с.
2. Владимирова Ю.А., Шурыгин С.Г. Водный режим осушенных лесных почв // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве. Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых. 2019. С. 221-223.
3. Павлов А.А., Шурыгина М.С., Шурыгин С.Г. Радиальный прирост сосновых древостоев на берегу Белого моря // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции 24-26 мая 2023 г. / Под.ред. А.А. Добровольского. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2023. – С 320-322. ISBN 978-5-9239-1411-5.
4. Шурыгин С.Г., Денисенко Г.Д. Содержание примесей в снежном покрове городских лесов Санкт-Петербурга// Леса России: политика, промышленность, наука, образование /материалы третьей международной научно-технической конференции. Том 2 / Под.ред. В.М.Гедьо. – СПб: СПбГЛТУ, 2018. – С.66-68.
5. Шурыгин С.Г., Владимирова Ю.А., Денисенко Г.Д. Влияние осушения на рост сосновых древостоев на торфяных почвах // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы V научно-технической конференции, С.-Петербург, 2020.– СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020.– С. 91-93.
6. Шурыгин С.Г., Денисенко Г.Д., Шурыгина М.С. Водный баланс осушенных земель // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск.: БГИТУ, 2022. № 61, с. 142-146.

### **DYNAMICS OF THE GROWTH OF SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS) IN THE DRAINED TERRITORIES OF THE LENINGRAD REGION**

Pavlov A.A., [sasha-pa2002@mail.ru](mailto:sasha-pa2002@mail.ru)

Shurygin S.G., [serges3000@yandex.ru](mailto:serges3000@yandex.ru)

Shurygina M.S., [mariya32003@gmail.com](mailto:mariya32003@gmail.com)

*(St.Petersburg Forest Technical University under name of S.M. Kirov)*

**Keywords:** Scots pine, forest land drainage, forestry, radial growth, hydromelioration, forestry unit, drainage works, vegetation period, groundwater.

**Annotation:** The article examines the study of the growth of Scots pine (*Pinussylvestris*) on drained territories of the Zhernovskoye forestry unit. The research aims to assess the quality of the drainage work performed and the condition of the drainage network. The forestry unit's territory belongs to the mid-taiga forest management district with a transitional climate from continental to maritime. The primary species is pine, with predominantly podzolic-boggy soils. The study was conducted on three sites with varying distances between drainage channels. The analysis included forest inventory, measurement of groundwater levels, and radial growth of trees. The results showed that the optimal drainage level during the vegetation period (May-September) is 40-60 cm. Reducing the distance between drainage channels to 110 m contributed to an increase in groundwater depth and stabilization of the radial growth of pine stands. The repair of the drainage system in 1965 also had a positive impact on the growth of the stands.

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГИС, ДДЗ И БПЛА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ**

Пахучий В.В., [pakhutchy@rambler.ru](mailto:pakhutchy@rambler.ru)

Пахучая Л.М., [pakhutchy@rambler.ru](mailto:pakhutchy@rambler.ru)

Надуткин Н.А., [nikita.nadutckin@yandex.ru](mailto:nikita.nadutckin@yandex.ru)

*Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВО «СПбГЛТУ им. С.М.Кирова»*

**Ключевые слова:** Республика Коми, гидролесомелиорация, инвентаризация, мониторинг, ГИС, ДДЗ, БПЛА.

**Аннотация:** Рассмотрена возможность комплексного использования для целей инвентаризации и мониторинга объектов лесосушения геоинформационных систем, данных дистанционного зондирования и беспилотных летательных аппаратов.

Лесные площади Республики Коми характеризуются высокой заболоченностью, составляющей около 40%. Лесоосушительные работы здесь начали проводить с 1969 года. В настоящее время площадь осушаемых лесных земель и болот составляет около 100 тыс. га.

С 1983 г. работы по строительству новых и ремонту старых лесоосушительных систем не проводятся по ряду объективных и субъективных причин. Из-за отсутствия эксплуатационных мероприятий отдельные элементы мелиоративных систем в Ухтинском, Железнодорожном, Корткеросском и Сыктывкарском лесничествах Республики Коми за более чем полувековой период вышли из строя. На многие объекты лесосушения утрачена проектная документация. Это свидетельствует о том, что при возобновлении работ по гидромелиорации лесных земель в лесничествах может потребоваться инвентаризация лесоосушительных систем на объектах гидромелиорации.

Ранее данный вопрос рассматривался в связи с возможностью комплексного использования для этих целей лесоустроительных материалов, ГИС (геоинформационных систем) и ДДЗ (данных дистанционного зондирования) [2, 3]. Было показано, что сочетание ГИС и ДДЗ позволяет идентифицировать площадные и линейные объекты, определять их размеры, площадь и протяженность, а также дешифрировать отдельные таксационные показатели насаждений и характеристики продуктивности, такие как NDVI – нормализованный разностный индекс растительности.

В настоящее время дискутируется вопрос о возможности использования в качестве метода для решения задач, связанных с инвентаризацией и мониторингом лесов, в т.ч. на избыточно увлажненных и осушаемых лесных землях, беспилотных летательных аппаратов. В

данной работе приведены результаты использования БПЛА при обследовании осушительной системы объекта гидроресомелиорации, являющегося частью мелиоративно-лесоболотного стационара Республики Коми [1], расположенного на водоразделе р. Вычегды и р. Кия-ю.

Стационар расположен в Корткеросском районе Республики Коми. Осушение данного участка выполнено в 1976 г. Расстояние между осушителями составляет около 130 м, глубина каналов в настоящее время 0,5-1,2 м. Водоприемником является р. Кия-ю.

Ниже приводится краткая характеристика использованного базового комплекта БПЛА. Он включает квадрокоптер DJI Air 3 (стоимость 154 тыс. руб.), пульт RC-N2, интеллектуальную аккумуляторную батарею, защиту камеры и подвеса, два запасные пропеллера с пониженным уровнем шума, набор кабелей USB-C, Type-C, Lightning и сопроводительную документацию.

Некоторые характеристики устройства. Время полёта – до 46 минут. Это на 48% больше по сравнению с предыдущим поколением. Всенаправленное обнаружение препятствий и сенсорная система обеспечивает всестороннюю осведомлённость об окружающей среде, позволяя дрону обнаруживать препятствия во всех направлениях. Передача HD-видео O4: система обеспечивает максимальную дальность передачи 20 км с повышенной стабильностью, а также прямую трансляцию с максимальным качеством 1080p/60fps. Внутренняя память – 8 Гб.

Ёмкость аккумулятора – 4241 мА·ч. Максимальная высота полета квадрокоптера – 6000 метров над уровнем моря. Максимальная горизонтальная скорость – 21 метр в секунду. Максимальная дистанция полёта в штиль – 32 километра. Данные характеристики зависят от ограничений региона, в котором эксплуатируется данный аппарат. В каждом регионе установлены местные меры предосторожности, такие как, максимальная скорость, максимальная высота и т.д. Допустимая удаленность дрона от пульта управления также зависит от местности, рельефа, характеристики насаждений.

На объекте исследования минимальная высота полета была ограничена 40 метрами. На удалении более 620 метров сигнал слабел и пропадал. В то же время, на открытой местности в стандартной комплектации дальность полёта составляет 1500 м.

Максимальная разрешенная высота полета по сопроводительной документации составляла 100 м. Этого было достаточно для обзорной съёмки осушительной сети и насаждений.

Комплекс дронов закупался на средства ПАО «Сбер», как материальная помощь Сыктывкарскому лесному институту, с целью реализации социального проекта «Время летать». Регистрация DJI AIR 3 производилась в Санкт-Петербургском Региональном Центре ЕС ОВД. После согласования в Институт были высланы номерные знаки

(идентификаторы). Идентификаторы наклеиваются на корпус с трех сторон.

Программа, время, район, высота, длительность полёта согласовываются на цифровой платформе «БСВ Небосвод». Дополнительные согласования осуществляются за 3-5 дней до самого полёта. На территории Корткеросского лесничества, где происходил полет, было достаточно только разрешения администрации Корткеросского района, т.к. объект был удален от с. Корткерос, и дрон не создавал помех в воздушном пространстве другим летательным средствам.

18 октября 2024 г. был выполнен облет стационара по трассам осушителей и собирателей. Получены обзорные виды территории осушения и площадей, прилегающих к магистральному каналу и водоприемнику – р. Кия-ю. Установлено зарастание каналов травянистой, кустарниковой и древесной растительностью, в большей степени на участках со смешанными насаждениями черничного влажного и черничного свежего типа леса. На участках с сосняками сфагнового типа леса в каналах определяется открытая водная поверхность. Отмечено зарастание сфагновыми мхами и гидрофильной растительностью пожарного водоема. Уточнена площадь осушаемой территории на водораздельной части мелиоративно-болотного стационара - 24,18 га.

Опыт использования БПЛА показал, что дополнительно к информации, получаемой на основе ГИС и ДДЗ, при использовании БПЛА возможна оперативная и менее трудозатратная оценка зарастания каналов регулирующей и проводящей сети моховой, травянистой, кустарниковой и древесной растительностью, уточнение протяженности конкретных каналов, мониторинг состояния противопожарных водоемов, фиксация мест перекрытия каналов упавшими деревьями.

Достоинством БПЛА в данной комплектации является: высокая скорость исследования и точность результатов, возможность анализа информации в режиме реального времени. Материалы съемки конкретных участков или каналов могут быть использована для мониторинга их состояния.

Недостатком БПЛА является: необходимость получения специального разрешения на полеты, зависимость результатов полета от навыков оператора и вида программного обеспечения, ограниченная дальность действия, связанная со спецификой энергообеспечения БПЛА, а также ограничения в выполнении, например, таксационных измерений из-за отсутствия лазерного дальномера и включения автоматической блокировки устройства при обнаружении им препятствий, в т.ч., в виде стволов и ветвей деревьев, на расстоянии менее 0,5 м.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маслов Б.С., Константинов В.К., Бабилов Б.В., Ахти Э. Мелиоративно-болотные стационары России.- Научный центр Ванта. – 2006. – С.105-107.

2. Пахучий В.В., Шевелев Д.А. Использование лесоустроительных материалов и спутниковых технологий при гидролесомелиоративных исследованиях. – Успехи современного естествознания. – 2016. - №5. – С.69-73.

3. Пахучий В.В., Пахучая Л.М., Шевелев Д.А. Развитие методов ГИС и дистанционных технологий для целей гидролесомелиоративных исследований. – Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2015. - № 41. – С. 65-68.

## **ABOUT USING OF GIS, RSD AND UAV FOR THE PURPOSE OF INVENTORY AND MONITORING OF FOREST DRAINAGE OBJECTS**

Pahuchij V.V., [pakhutchy@rambler.ru](mailto:pakhutchy@rambler.ru)

Pahuchaja L.M., [pakhutchy@rambler.ru](mailto:pakhutchy@rambler.ru)

Nadutkin N.A., [nikita.nadutckin@yandex.ru](mailto:nikita.nadutckin@yandex.ru)

*Syktvykar Forestry Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "SPbGLTU named after S.M.Kirov"*

**Keywords:** Komi Republic, forest drainage, inventory, monitoring, GIS, RSD, UAV.

**Abstract:** The possibility of integrated use of geographic information systems, remote sensing data and unmanned aerial vehicles for the purpose of inventory and monitoring of forest drainage objects is considered.

## МЕЛИОРАТИВНЫЕ РАБОТЫ В ОХТИНСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Шурыгин С.Г., [serges3000@yandex.ru](mailto:serges3000@yandex.ru)

Шурыгина М.С., [mariya32003@gmail.com](mailto:mariya32003@gmail.com)

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С.М. Кирова*

**Ключевые слова:** осушение лесных земель, гидромелиорация, дренажные работы, вегетационный период, грунтовые воды, почва.

**Аннотация:** В данной работе рассматриваются, первые в России, проведенные осушительные работы в Охтинской даче города Санкт-Петербурга. Определена интенсивность осушения. Осушение этой территории способствовало улучшению условий местопроизрастания и повышению продуктивности древостоев.

Осушение лесных земель проводится с целью улучшения почвенных условий благодаря регулированию водно-воздушного режима почв, что улучшает условия роста лесных насаждений.

Первые осушительные работы Охтинской дачи Императорского Лесного Института проводились в 40 годах XIX века Северной экспедицией И.К. Августиновича, ею были канализованы и расчищены ручьи в даче, называвшейся тогда “Охтинским болотом”. В течение 1878-1879 годов были канализованы две естественные речки Жерновка и Караула (“главнейшие магистрали”) и прокопано 30,8 км каналов. Далее в период с 1880 - 1910 гг. также проводились осушительные работы и ремонт старых каналов. Проект осушения в целом Охтинской дачи был окончательно разработан Д.П. Товстолесом [1] в 1909 году, которому предшествовала нивелировка поверхности более чем на 75% площади дачи. Первые большие почвенные исследования на даче были проведены С. Целлариусом в 1908 – 1910 годах [2].

На осушенных землях Охтинского учебно–опытного лесхоза в 2000 году был заложен стационар «Охтинский», для изучения водного режима осушенных почв и роста леса [3]. Стационар включает 11 постоянных пробных площадей, на которых устроены скважины для наблюдения за уровнями грунтовых вод. Ежегодно весной, перед снеготаянием проводятся снегомерные съемки в различных древостоях и определяли количество твердых веществ в снеге [5]. Рядом в 5 км устроен метеопост, для исследования выпавших осадков и температуры воздуха.

Почвы на объектах исследований торфяно-перегнойные поверхностно- или грунтовоглееватые суглинистые на разрушенной ленточной глине. Д.П. Товстолесь [1] еще в 1910 году отмечал, что равнинность местности и тяжелый суглинистый грунт, в связи с влажностью и низкой температурой северного климата, создали благоприятные условия для накопления влаги на поверхности, результатом чего явился процесс заболачивания почв Охтинской дачи. Осушение этих земель привело к остановке торфонакопления и осадке торфа на 10 – 20 сантиметров. Плотность почвы верхних горизонтов почвы Т и А<sub>1</sub> соответственно равна 0,1551 г/см<sup>3</sup> и 0,6256 г/см<sup>3</sup>, что в 10 - 6 раз меньше плотности нижних горизонтов В и С. Следовательно, в этих условия сток воды в каналы осушительной сети затруднен и осуществляется преимущественно по верхнему 20 сантиметровому слою почвы. Это снижает эффективность действия осушительных систем, поэтому уровни грунтовых вод, особенно после сильных дождей, находятся в верхнем 20 сантиметровом слое почвы, подтапливают корни деревьев, что в свою очередь отрицательно влияет на рост древостоев.

Во время Великой Отечественной войны большая часть каналов была деформирована, пересечена рвами, окопами, частично засыпана. В 1941 г. на территории лесхоза был прокопан противотанковый ров протяженностью 2,5 км, шириной по дну 4 – 5 м, при глубине 2 – 3 м. Ров был прокопан без учета возможности его дальнейшего хозяйственного использования и вызвал заболачивание отдельных участков в результате подпора поверхностных вод кавальером, не имеющим сточных воронок. После реконструкции, противотанковый ров стал выполнять роль магистрального канала, который осушил значительную часть территории Жерновского участкового лесничества.

Одновременно с прокопкой рва в восточной части лесхоза был выкопан, в целях осушения смежной с лесхозом площади, сбросной канал, протяженностью 1 км, шириной по верху 8 м и глубиной 2 м. Канал, пройдя по просекам кв. кв. 19/20, 27/28, 34/35 и 35, оказал положительное влияние на осушение прилегающих к нему площадей.

После войны часть окопов переделали в осушители, которые имеют ломаный вид. В период 1960–1990 годов силами сотрудников Охтинского учебно–опытного лесхоза и студентов Лесотехнической академии проводились ремонты существующих каналов, с целью предотвращения вторичного заболачивания территории. Ежегодно ремонтировали более 1 км осушительных каналов. Значительные работы по ремонту проводились

в 1964–1965 годах. Исследования роста заболоченных сосновых древостоев показали увеличение радиального прироста после 1965 года.

Степень насыщенности каналами территории лесхоза (в его границах до 1991 г.) характеризовалась средней величиной 42 м/га, что соответствует среднему расстоянию между каналами в 200 м.

В отдельных случаях (кв. кв. 1, 2, 16, 17, 28) каналы расположены неудачно, вдоль склона и плохо перехватывают воды. Ширина существующих каналов по дну почти повсеместно превышает необходимый минимум, ширина же по верху у значительной части каналов не обеспечит при их углублении достаточной устойчивости откосов и потребует увеличения.

В условиях избыточного содержания минеральных грунтов при проектировании были приняты следующие технические нормативы осушительных работ:

- расстояния между каналами: в парковых кварталах (1, 2, 3, 10, 14) – 100 м, кв. 57 и 60 – 100 м, на остальной территории – 150 м.

- средние расчетные глубины каналов: гидрологические собиратели – 0,8 м; транспортирующие каналы – 0,9 м; магистральные каналы – 1,0 м.

- средний расчетный коэффициент заложения откосов для всех категорий каналов 1,5.

Строительство кольцевой автодороги (КАД) было начато в 1998 г. Один из участков на пересечении восточного полукольца КАД с Колтушским шоссе был проложен через территорию Жерновского участкового лесничества. Строительство кольцевой автодороги с технологическими нарушениями (насыпь КАД послужила дамбой на пути фильтрации почвенно-грунтовых вод) привело к нарушению водно-воздушных условий почв, что и снизило прирост сосновых древостоев [4]. А в некоторых случаях, в непосредственной близости от кольцевой автодороги, привело к полной гибели древостоя.

В период 2000 –2020 годов на учебных практиках по гидротехнической мелиорации силами студентов СПбГЛТУ, проводился уход за существующей осушительной сетью каналов, с целью её поддержания в рабочем состоянии. Ежегодно уход за осушителями проводится на расстоянии до 1 км.

В настоящее время общая протяженность функционирующих каналов на всей территории составляет 74 км. Осушение этих земель способствовало улучшению условий местопроизрастания и повышению продуктивности древостоев. На правильно осушенных участках

произрастают сосновые древостои V класса возраста II–III класса бонитета с полнотой около 1,0 и запасами 400 – 430 м<sup>3</sup>/га.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Товстолес Д.П. Объяснительная записка к проекту осушки Охтинской дачи Императорского лесного института.// Известия (труды) Императорского лесного института. – Вып. XX, 1910 г., С. 43-93;
2. Целлариус С. Описание почвенных и грунтовых разрезов в Охтинской даче.// Известия (труды) Императорского лесного института. – Вып. XX, 1910 г., С. 97-158.
3. Владимирова Ю.А., Шурыгин С.Г. Водный режим осушенных лесных почв// Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы IIIмеждународ. научн.-практ. конф молодых ученых, 06-08 ноября 2019 г.– СПб. Изд-во Полиграф экспресс, 2019. С. 221-223.
4. Полякова В.В., Шурыгин С.Г. Влияние кольцевой автодороги на рост сосновых древостоев в Жерновском участковом лесничестве// Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 225. С. 76–89. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.225.76-89.
5. Шурыгин С.Г., Денисенко Г.Д. Содержание примесей в снежном покрове городских лесов Санкт-Петербурга // В сборнике: Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы третьей международной научно-технической конференции. Том 2./ Под редакцией В.М. Гедьо. СПб.: СПбГЛТУ, 2018. С.66-68.

#### MELIORATIVE WORKS IN THE OKHTINSKAYA FOREST DACH OF ST. PETERSBURG

ShuryginS.G.[serges3000@yandex.ru](mailto:serges3000@yandex.ru)

ShuryginaM.S.[mariya32003@gmail.com](mailto:mariya32003@gmail.com)

(*St.Petersburg Forest Technical University under name of S.M. Kirov*)

**Keywords:** drainage of forest lands, hydromelioration, drainage works, vegetation period, groundwater, soil.

**Annotation:** This paper examines the first drainage works in Russia conducted in the Okhtinskaya dacha of the city of St. Petersburg. The intensity of drainage is determined. Drainage of this territory contributed to the improvement of growing conditions and increase in productivity of forest stands.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТОРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ .....	3
СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ Галаев А.С., Галаев А.С., Смирнова К.Ю., Навалихин С.В., .....	3
СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ОБЪЕКТАХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КИНГИСЕППСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ Галстян Н.В. ....	6
ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПОСТСЕЛИТЕЛЬНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ Гольева А.А. ....	10
ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТОВ В ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ Дурова А.С., Мухаметзянова Л.А. ....	13
ФОРМИРОВАНИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ Иванов Е.А. ....	17
ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА Данилов Д.А., Непримерова С.В., Зайцев Д.А., Иванов А.А., Яковлев А.А., Януш С.Ю. ....	21
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ Данилов Д.А., Зайцев Д.А., Иванов А.А., Яковлев А.А., Януш С.Ю. ....	27
ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ Казикова А.А., Шепелева О.П. ....	34
ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ГОРОДСКИХ И АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ Капелькина Л.П., Горбунова Е.А. ....	40
ЗАМЕДЛЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ Коломейцева Д. Н. ....	45
РОЛЬ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ПАРКОВ В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ Кононова А.О., Шкуренков Е.Д. ....	49
ТЕМПЕРАТУРА ВЕРХНИХ СЛОЁВ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ДИНАМИКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОЧВЕННОЙ ЭМИССИИ CO <sub>2</sub> В ПОСЛЕПОЖАРНОМ СОСНЯКЕ БРУСНИЧНО-ЛИШАЙНИКОВОМ Кудрявцев Р. В. ....	53
НАДЕЖНОСТЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МОДЕЛЯМИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ Лемешко Н.А. ....	57
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО СОРТА «ЛЕНИНГРАДСКИЙ 809» Манакова Ю.С. ....	63
АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ПОЧВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ) Рогозина А.Е., Степанов И.А. ....	68
ОСОБЕННОСТИ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ИЖОРСКОГО ПЛАТО Рыбакова К.В, Рыбакова Д.Д., Суворов С.А. ....	72
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ СЕНОКОСНЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ УГОДИЙ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЗАРАСТАНИЯ Сидорова В.А., Бахмет О.Н., Ткаченко Ю.Н., Юркевич М.Г. ....	76
ИССЛЕДОВАНИЕ УРБАНОЗЁМОВ И ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ .....	80
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ВОРОНЕЖА Астанин С.С., Свистова И.Д., Стекольников К.Е. ....	80

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ КАК МЕТОД ОЧИСТКИ ПОЧВЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ Воропаева Е.В., Аллаи Н.А., Облакова Е.И. ....	85
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ Воропаева Е.В., Бойцова К.А., Гвоздюк М.Д. ....	90
ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКОВ ПРИШКОЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МАОУ СОШ №53 И МАОУ СОШ №60 Г. ЕКАТЕРИНБУРГА Жолобова В.А., Сенькова Л.А., Абрамова Л.П. ....	96
ВЛИЯНИЕ НЕГАТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРОДА НА СВОЙСТВА ПОЧВ Михайлов А.Г., Степанов И.А. ....	101
ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПОГЛОТИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ГОРОДСКИХ ПОЧВ Ю. В. Симонова ....	105
МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ САДОВ И ПАРКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА Субота М.Б., Часовская В.В., Шепелева О.П., Харичева А.Г. ....	110
ЭДАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ....	114
ЗАВИСИМОСТЬ СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ ОТ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА ПРИМЕРЕ 59 КВАРТАЛА ЖЕРНОВСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА Балковский Р.А., Яковлев А.А. ....	114
ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ОПАДА СТАРОВОЗРАСТНЫХ УЧАСТКОВ ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ Голядкина И.В., Одноралов Г.А., Тихонова Е.Н., Лесных А.В. ....	118
ПЕРСПЕКТИВЫ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТРУДНОДОСТУПНЫХ СЕВЕРНЫХ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Емельянова Т.А., Желонкина Е.Э., Федотов И.С. ....	122
ПОЧВЫ СЕВЕРОЗАПАДА РОССИИ Золотарева С.Д., Герасимова Т.А., ....	126
ВЛИЯНИЕ ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЛЮБАНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ САБЛИНСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ Ившин С.Д., Изотова Т.В., Часовская В.В. ....	128
ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ И ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОСТПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА Лукач О.В., Баккал И.Ю., Горшков В.В. ....	135
ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНОВОГО СОДЕЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВТОМОРФНЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ Обатнин В.А. ....	139
АГРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ В 50-ТИ ЛЕТНИХ СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЫ И ЕЛИ Раупова Д.Э., Данилов Д.А., Яковлев А.А., Суворов С.А. ....	144
АГРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ ГМЗ «ГАТЧИНСКИЙ ДВОРЦОВЫЙ ПАРК» Мерзук С. А., Герасимова Т. А., Шкуренок Е.Д. ....	148
ПОДБУРЫ И ДЕРНОВО-ПОДБУРЫ ВНУТРИБОЛОТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОСТРОВОВ ПОЛИСТОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА Юрина С., Галанина О.В. ....	151
ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО КОМПЛЕКСА НА СТАЦИОНАРНЫХ ОПЫТНЫХ ОБЪЕКТАХ В ЛЕСНЫХ И АНТРОПОБИОГЕОЦЕНОЗАХ. ....	156
ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ СЛЕДОВ ВОЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗЕМЛЯХ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ Кузин П.И., Андреев В.Т., Редкова Н.А. ....	156
ВЛИЯНИЕ ВОЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЗЕМЕЛЬ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ Кузин П.И., Андреев В.Т., Редкова Н.А. ....	161
ПОЧВЕННЫЙ ГРИБ ALTERNARIA SP. КАК ПРИЧИНА ПОЛЕГАНИЯ ВСХОДОВ В ПИТОМНИКАХ Антонь В.В. ....	165
ДИНАМИКА РОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS) НА ДРЕНИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ Павлов А.А., Шурыгин С.Г., Шурыгина М.С. ....	168

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГИС, ДДЗ И БПЛА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ Пахучий В.В., Пахучая Л.М., Надуткин Н.А. ....	174
МЕЛИОРАТИВНЫЕ РАБОТЫ В ОХТИНСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА Шурыгин С.Г., Шурыгина М.С. ....	178