

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра «Землеустройство и кадастры»

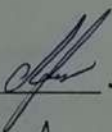
Направление подготовки 21.04.02 – Землеустройство и кадастры.
Программа «Земельные ресурсы Республики Татарстан и приёмы
рационального их использования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

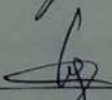
на тему: «ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА
СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ
ЗУЕВСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ»

Выполнил (а) - магистрант
Семенов Алексей Витальевич

Научный руководитель -
к.т.н., доцент

 Логинов Н.А.

Допущена к защите -
зав. выпускающей кафедры, доцент

 Сулейманов С.Р.

Научный руководитель магистерской
программы, профессор -

 Сафинуллин Ф.Н.

Казань – 2020

ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЗАДАНИЕ ПО ПОДГОТОВКЕ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

(Направление подготовки 21.04.02 – Землеустройство и кадастры)

1. Фамилия, имя и отчество магистра Семенов Алексей Витальевич
2. Тема диссертации Влияние антропогенного влияния на свойства дерново-подзолистых суглинистых почв Зуевского района Кировской области
(утверждена приказом по КазГАУ № 336 от «15» сентября 2020г.)
3. Срок сдачи магистром завершенной работы до 20. 11. 2020 г.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов (краткое содержание отдельных глав) и календарные сроки их выполнения:

4.1. Изучить научную, нормативную и патентную литературу по проблеме исследования; основных подходов к обоснованию актуальности темы диссертационного исследования на основе изучения диссертационных работ по профилю подготовки.

Срок выполнения – до 1.03. 2020 г.

4.2. Изучить литературу (монографии, научные статьи) по теме исследования.

Срок выполнения – март 2020 г.

4.3. Составить план проведения полевых исследований и сформировать план обзора литературы. Выбрать и обосновать исследуемые показатели.

Срок выполнения – 20.04.2020 г.

4.4. Собрать сведения об условиях почвообразования (климатических, гидрологических, рельеф и прочих) района исследований, выявить наиболее существенные из них.

Срок выполнения - 20.04.- 10.05. 2020 г.

4.5. Заложить почвенные разрезы на стационарных площадках, провести необходимые исследования по изменению основных свойств почв (морфологических, физических, водно-физических и агрохимических) в результате длительного природного и антропогенного воздействия.

Срок выполнения с 20.05. по 30.08 2020 г.

4.6. Оформление разделов диссертации: «Обзор литературы»; «Условия почвообразования»; «Объект и методы исследования».

Срок выполнения – до 14.09.2020 г.

4.6. Проведение лабораторных исследований по изучению гранулометрического состава, плотности сложения, агрохимических показателей объектов исследований. Написание третьей главы магистерской диссертации. Предоставление на рецензию научному руководителю.

Срок выполнения – октябрь 2020 г.

4.7. Написание четвертой главы и предоставление на рецензию научному руководителю.

Срок выполнения – 30 октября 2020 г.

4.8. Окончательное оформление выпускной квалификационной работы, форматирование и редактирование. Проверка работы в системе «Антиплагиат».

Срок выполнения – 15 ноября 2020 г.

5. Дата выдачи задания 05.02.2020 г.

Утверждаю:

Зав. кафедрой _____ (дата, подпись)

Научный руководитель _____ 5.02.2020
(дата, подпись)

Задание принял к исполнению _____ 05.02.2020
(дата, подпись студента)

ОТЗЫВ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ СЕМЕНОВА АЛЕКСЕЯ ВИТАЛЬЕВИЧА «ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ ЗУЕВСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ»

На основе изучения специальной литературы и практического опыта в ООО «Гипрозем» г. Кирова Кировской области была выбрана тема выпускной квалификационной работы «Влияние антропогенного воздействия на свойства дерново-подзолистых суглинистых почв Зуевского района Кировской области» и составлена программа ее выполнения.

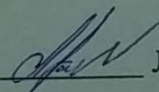
В период исследования студент Семенов А.В. изучил современную нормативную и методическую литературу по влиянию антропогенного воздействия на свойства дерново-подзолистых суглинистых почв; самостоятельно проанализировал полученные данные; логично и грамотно изложил их в выпускной квалификационной работе.

При выполнении выпускной работы Семенов А.В. зарекомендовал себя с положительной стороны, показал хорошее умение и навыки пользования, методической и нормативно-справочной литературой.

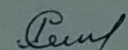
ВКР выполнена в установленные сроки, изложено в логической последовательности и достаточно грамотно.

Считаю, что выпускная квалификационная работа магистранта Семенова Алексея Витальевича на тему: «Влияние антропогенного воздействия на свойства дерново-подзолистых суглинистых почв Зуевского района Кировской области» может быть допущена к защите. Автор полностью освоил программу магистратуры по направлению подготовки 21.04.02 – Землеустройство и кадастры и заслуживает присвоения квалификации «магистр».

Научный руководитель
к.т.н., доцент

 Логинов Н.А.

Ознакомлен с содержанием отзыва

 / Семенов А.В.
подпись Ф.И.О

24.11.2020

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника Семенова Алексея Витальевича

Направление 21.04.02 – Землеустройство и кадастры

Профиль Земельные ресурсы Республики Татарстан и приемы рационального их использования

Тема ВКР Влияние антропогенного воздействия на свойства дерново-подзолистых суглинистых почв Зуевского района Кировской области

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 99 страниц, в т.ч. пояснительная записка 99 стр.; включает: таблиц 6, рисунков и графиков 28, фотографий - штук, список использованной литературы состоит из 64 наименований; графический материал состоит из - листов.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР. Ни один род нашей деятельности нельзя представить без почв. Только в одном случае она выступает как орудие и средство производства, в другом – пространственным базисом, но при этом нам везде нужен качественный почвенный покров, который будет отвечать определенным критериям. В настоящее время на почву оказывают огромное воздействие как антропогенные, так и природные факторы. Проведение работ по мониторингу состояния почвенного плодородия возможно только при четко установленных показателях и критериях оценки. Данная проблема разрешима только при подборе и установлении наиболее информативных критериев, которые разрабатываются на основе свойств почв. Именно поэтому актуальность работы не вызывает никаких сомнений.

2. Глубина, полнота и обоснованность решения задачи. При выполнении ВКР проработан большой объем научной литературы, в том числе 3 источника на иностранном языке. Работа выполнена на основе полевых исследований и имеет прикладное значение для проведения почвенного мониторинга пахотных почв в условиях Кировской области.

3. Качество оформления текстовых документов Структура работы соответствует требованиям, представлены все необходимые разделы. В работе раскрывается актуальность темы, ставятся цель и задачи, указана научная новизна и практическая значимость работы. Описаны объект, методика и условия проведения исследований, приведены результаты исследований и сделаны соответствующие выводы. Все разделы написаны грамотно, легко читаются.

4. Качество оформления графического материала В работе графические материалы отсутствуют.

5. Положительные стороны ВКР (новизна разработки, применение информационных технологий, практическая значимость и т.д.) Впервые в условиях Чепецко - Кильмезского водораздела, расположенного на территории Кировской области изучено влияние природных и антропогенных факторов на изменение свойств дерново-подзолистых суглинистых почв. Практическая значимость работы состоит в том, что полученные в процессе работы данные позволят более грамотно разрабатывать системы обработки почвы и систему удобрений, а в более широком масштабе и выявить показатели, которые со временем можно будет использовать при проведении мониторинговых исследований состояния почвенного покрова.

6. Компетентностная оценка ВКР

Компетенции

Компетенция	Оценка компетенции*
ОК-1 Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	отлично
ОК-2 Готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность	отлично

за принятые решения	
ОК-3 Готовностью к саморазвитию и самореализации, использованию творческого потенциала	отлично
ОПК-1 Готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности	отлично
ОПК-2 Готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	отлично
ПК-6 Способностью разрабатывать и осуществлять технико-экономическое обоснование планов, проектов и схем использования земельных ресурсов и территориального планирования	хорошо
ПК-7 Способностью формулировать и разрабатывать технические задания и использовать средства автоматизации при планировании использования земельных ресурсов и недвижимости	хорошо
ПК-8 Способностью применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений, анализа эколого-экономической эффективности при проектировании и реализации проектов	отлично
ПК-9 Способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя современные информационные технологии и критически ее осмысливать	отлично
ПК -10 Способностью использовать программно-вычислительные комплексы, геодезические и фотограмметрические приборы и оборудование. проводить их сертификацию и техническое обслуживание	хорошо
ПК-11 Способностью решать землеустроительные и экономические задачи современными методами и средствами	хорошо
ПК-12 Способностью использовать современные достижения науки и передовых информационных технологий в научно-исследовательских работах	отлично
ПК-13 Способностью ставить задачи и выбирать методы исследования. интерпретирования и представлять результаты научных исследований в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	отлично
ПК -14 Способностью самостоятельно выполнять научно-исследовательские разработки с использованием современного оборудования, приборов и методов исследования в землеустройстве и кадастрах, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	отлично
Средняя компетентностная оценка ВКР	отлично

* Уровни оценки компетенции:

«Отлично» – студент освоил компетенции на высоком уровне. Он может применять (использовать) их в нестандартных производственных ситуациях и ситуациях повышенной сложности. Обладает отличными знаниями по всем аспектам компетенций. Имеет стратегические инициативы по применению компетенций в производственных и учебных целях.

«Хорошо» – студент полностью освоил компетенции, эффективно применяет их при решении большинства стандартных производственных и (или) учебных задач, а также в некоторых нестандартных ситуациях. Обладает хорошими знаниями по большинству аспектов компетенций.

«Удовлетворительно» – студент освоил компетенции. Он эффективно применяет при решении стандартных производственных и (или) учебных задач. Обладает хорошими знаниями по многим важным аспектам компетенций.

7. Замечания по ВКР Существенных замечаний нет. Из несущественных можно выделить отсутствие географической привязки заложенных стационарных площадок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рецензируемая выпускная квалификационная работа отвечает (не отвечает) предъявляемым требованиям и заслуживает оценки отлично, а ее автор Семенов Алексей Витальевич достоин (не достоин) присвоения квалификации магистр по направлению подготовки 21.04.02 - Землеустройство и кадастры.

Рецензент:

Кадастровый инженер / Веткин В.В. /
учёная степень, ученое звание подпись Ф.И.О



« 19 » 11 2020 г.

С рецензией ознакомлен*

Семенов А.В. / Семенов А.В. /
подпись Ф.И.О

« 20 » 11 2020 г.

*Ознакомление обучающегося с рецензией обеспечивается не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы

ANNOTATION

master's thesis of Semenov Aleksey Vitalievich

on the topic: "The influence of anthropogenic impact on the properties of sod-podzolic loamy soils in the Zuevsky district of the Kirov region"

The main text of the master's thesis is presented on 98 pages of computer text and consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, a list of references, applications, contains 6 tables, 28 figures. The bibliographic list includes 64 references.

The introduction reveals the relevance of the work, sets the goal and objectives, indicates the scientific novelty and practical significance of the work.

The section "Literature review" describes the influence of various anthropogenic and natural factors on changes in the basic properties of the studied soils. Ways to restore soil fertility are considered.

The second chapter provides a description of the Zuevsky district of the Kirov region. The influence of natural and anthropogenic factors on the formation of the region's soil cover and the nature of its use are considered.

The next chapter describes the object, methodology and conditions for conducting research to study the effect of various processes on soil properties.

The third chapter presents the results of studies on changes in the basic properties of soils as a result of their intensive 20-year use.

The fourth chapter presents scientifically based recommendations for the restoration of soil fertility of the studied objects.

In the conclusion of the work, the corresponding conclusions are drawn.

АННОТАЦИЯ

**магистерской диссертации Семенова Алексея Витальевича
на тему: «Влияние антропогенного воздействия на свойства дерново-
подзолистых суглинистых почв Зуевского района Кировской области»**

Основной текст магистерской диссертации изложен на 98 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, приложений, содержит 6 таблиц, 28 рисунков. Библиографический список включает 64 наименования.

Во введении раскрывается актуальность работы, ставятся цель и задачи, указана научная новизна и практическая значимость работы.

В разделе «Обзор литературы» описано влияние различных антропогенных и природных факторов на изменение основных свойств изучаемых почв. Рассмотрены пути восстановления почвенного плодородия.

Во второй главе дается характеристика Зуевского района Кировской области. Рассматриваются влияние природных и антропогенных факторов на становление почвенного покрова района и характер его использования.

В следующей главе описаны объект, методика и условия проведения исследований по изучению влияния различных процессов на свойства почв.

В третьей главе приведены результаты исследований по изменению основных свойств почв в результате их интенсивного 20-ти летнего использования.

В четвертой главе представлены научно-обоснованные рекомендации по восстановлению почвенного плодородия исследуемых объектов.

В заключении работы сделаны соответствующие выводы.

Введение

Самое ценное, что создала природа в процессе своего эволюционного развития, является почва.

Почва, наряду с водными источниками и атмосферой создают идеальные условия для существования всего живого на планете Земля. Земля, как средство производства и как пространственный базис необходима для любой сферы деятельности, а особенно для сельского хозяйства.

Наиболее пристальное внимание на понимание сущности почвы, ее генезиса и условий использования в сельскохозяйственной практике необходимо земледельцу. Это следует брать во внимание, для применения различных технологий и модернизации существующей практики получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур (Смоленцева Е.Н., 2009).

Наиболее распространенными почвами на территории Кировской области являются дерново-подзолистые почвы различного происхождения и гранулометрического состава, поэтому они и явились объектом исследований.

Основными типами почв, которые есть в распоряжении земледельца Нечерноземной полосы России, являются дерново-подзолистые. Климатические условия региона накладывают свой отпечаток на их свойства, а именно, повышенная влажность, низкое обеспечение элементами питания и ресурсами тепла, и как следствие этому растительность не богатая зольными элементами питания. При этом неумелое использование имеющихся ресурсов человеком снижает и без того низкое плодородие почв. Неумелое пользование сводится в первую очередь к нехватке знаний о свойствах почвы, желание получить быструю максимальную выгоду от почвы любыми способами и т.п. может спровоцировать развитие различных процессов, пагубно сказывающихся на плодородии.

Усиление воздействия антропогенного фактора на окружающую среду и, в том числе, на почвенный покров, все чаще приводит к многочисленным проявлениям неблагоприятных изменений, выражающихся в форме

деградации почв и почвенного покрова. Известные случаи показывают, насколько велика ее опасность для почвенного покрова как отдельных территорий, так и всей биосферы в целом.

Негативные процессы, с точки зрения хозяйственного использования и экологического состояния почв и почвенного покрова, развиваются под влиянием как природных факторов, так и антропогенного воздействия.

На протяжении достаточно длительного периода времени почвы в нашей стране использовались нерационально, не создавая никаких предпосылок к восстановлению почвенного плодородия. Если проследить историю, то всегда наблюдался определенный перекося в какую-то одну сторону, то в стране принимают постановление о всеобщем известковании почв, то о фосфоритовании, то вообще о массовой мелиорации почв. При этом за основу не брали то, а нужно ли это мероприятие почве, нужно ли ей известкование, осушение или фосфоритование. Одним словом, в стране не было индивидуального подхода к почвенному плодородию, а существовал принцип массового применения и внедрения постановлений партии и правительства (Лукманов А. А., 2013).

В настоящее время, когда агропромышленный комплекс на подъеме (по крайней мере, нас в этом стараются убедить) почва, а именно ее свойства, играют не последнюю роль. Для того чтобы рационально использовать различные виды агротехник и применения удобрений, земледельцу необходимо досконально изучить имеющиеся в распоряжении почвы. Для упрощения данной задачи необходимо установить и проследить динамику изменения свойств почв, установить факторы, которые положительно влияют на повышение плодородия, а какие носят отрицательный характер (Егоров В.Г., 2007).

Выявление свойств дерново-подзолистых почв, которые менее отзывчивы и, наоборот, на влияние различных факторов почвообразования, в условиях конкретного региона позволит расширить возможности использования почв и снизит негативное воздействие на нее. С этих позиций

актуальность темы не вызывает никаких сомнений и носит вполне обоснованный научный характер.

Преобладающими почвами, слагающие почвенный покров Кировской области, являются подзолистые, различного генезиса.

Нестабильная экономика, которая существовала в нашей стране на протяжении продолжительного периода времени не могла сказаться и на агропромышленный комплекс страны. И это в первую очередь прослеживается в резком снижении применения химической мелиорации. Полностью исчезла такая организация как «Сельхозхимия», которая выполняла весь комплекс работ по внесению различных видов удобрений. И как следствие, по истечению десятилетий почвенный покров максимально истощился и имеет плачевные показатели.

Целью нашей работы явилось проведение мониторинга почвенного покрова в условиях Зуевского района Кировской области.

Исходя из поставленной цели вытекают следующие задачи:

1. Установление изменений в морфологических, агрохимических и физических свойствах дерново-подзолистых почв под влиянием различных факторов;
2. Изучить и определить источник снижения почвенного плодородия;
3. Выявить показатели, для возможного их использования в агроэкологическом мониторинге.
4. Дать рекомендации по повышению почвенного плодородия имеющимися ресурсами.

Для проведения исследований перед нами стояла задача выбрать стационарные площадки. Для этого идеально подошли земли, расположенные на территории Государственного сортоиспытательного участка, расположенного в Зуевском районе Кировской области. Наш выбор основывался на том, что, во-первых, территория данного участка располагается на интересующих нас дерново-подзолистых почвах тяжелого

гранулометрического состава, а, во-вторых, у нас имелась первичная информация о свойствах почв. Эта информация была получена В 2004 году сотрудниками кафедры мелиорации и геодезии Вятской государственной сельскохозяйственной академии Копысовым И.Я., Тюлькиным А.В. и Семеновым А.В. в рамках проводимых исследований по мониторингу пахотных почв.

Данные стационарные площадки были восстановлены (на целинной и пахотной почве), а также, для изучения антропогенного фактора количество площадок увеличили до 4-х, за счет пашни одного из прилегающего хозяйства СПК племзавод «Соколовка» и почвы этого же хозяйства, подверженной эрозии.

Полученные в 2019-20 г.г. результаты позволили обновить сведения по изменению морфологических свойств, содержанию основных элементов питания, гумуса, изменению агрофизических свойств исследуемой почвы. Дальнейшее сравнение данных позволит установить влияние хозяйственной деятельности на почвенный покров.

Научная новизна заключается в том, что в условиях конкретного физико-географического района, а если быть точнее, то района Чепецко-Кильмезского междуречья, было прослежено влияние природных факторов деятельности человека на свойства дерново-подзолистых суглинистых почв, которые напрямую влияют на показатели плодородия.

Практическая значимость работы. Полученные в процессе работы данные позволяют более грамотно разрабатывать системы обработки почвы и систему удобрений, а в более широком масштабе и выявить показатели, которые со временем можно будет использовать при проведении мониторинговых исследований состояния почвенного покрова.

Обзор литературы

Изучая структуру ландшафта можно выделить один из основополагающих элементов, а именно почву. Причем, все составляющие ландшафта, располагаясь на почвенном покрове по – одиночке оказывают определенное воздействие на него, а объединенное воздействие характеризует такое явление как плодородие. Доскональное изучение и понимание влияний всех явлений и элементов ландшафта, могут открыть нам глаза на неизученный до конца почвенный покров (Копысов И.Я., 2002г).

Под влиянием солнечной энергии при непосредственном участии поверхностных и подземных вод, всех живых организмов, населяющих нашу Землю происходит постепенное разрушение горных пород, что в итоге приобретает формы почвообразовательного процесса. В формировании подзолистых почв принимает участие процесс, получивший название «подзолистый» (Роде А.А., 1955).

Деградация физических свойств почв

Повышение интенсивности влияния различных процессов и антропогенных в наибольшей степени, неминуемо сказывается и на проявлении разрушительных воздействий на почву. Неуправляемая сила разрушений может безвозвратно уничтожить большую часть плодородного слоя Земли. Ухудшение качества почв от деятельности человека становится заметным по-разному. При несущественном негативном факторе, последствия будут выражаться к снижению плодородия. При глобальном разрушении – полное утрачивание плодородия. Здесь в полной мере можно вспомнить фразу, которая имела популярность в начале прошлого столетия когда «...из искры разгорится пламя», так и сейчас полная утрата плодородия пахотных (да и целинных) земель может начаться с простого снижения доз вносимых удобрений. Вот поэтому и следует изучить, а затем найти и разработать

действенные пути сохранения почвенного плодородия. Первоочередной задачей перед земледельцем состоит стабилизация и сохранение плодородия, а уже только после этого можно начинать работу и по повышению плодородия. Для этого необходимо «знать врага в лицо», т.е. понимать сущность процесса деградации.

Деградационные почвенные процессы – процессы, ухудшающие свойства почв и ограничивающие их плодородие. Их подразделяют на природные, природно-антропогенные и собственно-антропогенные (Мальцев М.И., 2005).

Первые связаны с природными факторами, лимитирующими плодородие почв. К ним относят: природное переувлажнение, кислотность, засоление и др. Если перечисленные выше свойства и процессы возникают или усиливаются в результате антропогенного воздействия, их следует относить к природно-антропогенным, а почвы рассматривать как антропогенные (Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Лимантова Е.М., 2000).

Важнейшими факторами деградации физических свойств почв являются процессы дезагрегации почвенной массы в результате уменьшения содержания органического вещества и ухудшения его качества и накладывающего на эти процессы уплотняющего воздействия сельскохозяйственной техники (Ашихмин В.П., 1981).

Ежегодно содержание гумуса в пахотных почвах разных типов уменьшается на 0,01-0,05%, или 0,3-0,9 т/га. При уменьшении содержания гумуса в дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности до уровня, типичного для ее разновидности суглинистого гранулометрического состава резко уменьшается содержание гуминовых кислот, фульвокислот и детрита (Жарников В.Б., Ларионов Ю.С., 2018).

С деградацией структурного состояния почв при их сельскохозяйственном использовании в результате уменьшения содержания органического вещества и изменения его качества связано уплотнение почв.

Многие земледельцы замечали, что многократное прохождение сельскохозяйственной техники по полю зачастую приводит к ухудшению и их физических свойств. При проведении сезонных работ технике по полю приходится проходить большое количество раз (в самых экстремальных случаях почва подвергается восьмикратному воздействию). Уплотняющее воздействие на почву оказывает и мелиоративная техника при строительстве оросительных и осушительных систем (Бондарев А.Г., 1994).

Объяснение этому найти очень просто, все дело в том, что своими движателями техника уплотняет почву и если верхний слой можно разрыхлить обработкой (вспашка, культивация), то нижележащие горизонты этим не улучшить. Появляется своеобразный водоупор, который сдерживает протекание основных процессов, которые происходят в почве. Для лучшего понимания, почву можно сравнить с организмом человека. Когда организм здоров, то все процессы протекают хорошо, но стоит только закупориться какому-то сосудику и эти процессы уже пойдут по - другому. Вот и водоупор сродни закупорке, когда нарушаются процессы водо-, тепло -, воздухообмена и пр., а в конечном итоге увеличение себестоимости производимой продукции.

Процесс разрушения гумуса и процессы уплотнения идут взаимосвязано. Если почва сильно уплотнится, это неминуемо приведет и к разрушению и гумусовых соединений. Вместе они напоминают двухголовую гидру, нельзя ее убить не срубив обе головы. Так и здесь, нельзя устранить процесс дегумификации не решив проблему переуплотнения (Бондарев А.Г., Кузнецова И.В., 1999).

Оценка современного вклада удобрений в агрогеохимический цикл
азота, фосфора и калия.

Основную роль в интенсификации земледелия сыграли минеральные удобрения, с помощью которых стало возможным компенсировать расход

питательных элементов почвы, отчуждаемых с урожаем, создать оптимальные для планируемого урожая уровни и соотношения макро- и микроэлементов, оптимизировать процессы круговорота минеральных элементов в системе почва-микроорганизмы-растения, повышать адаптационный потенциал растений к неконтролируемым факторам окружающей среды (Гамзиков Г.П.,1990).

Результаты исследования показали, что:

- минеральные удобрения в современных объемах их применения являются мощным антропогенным фактором, воздействующим на природные биогеохимические циклы биофильных элементов;
- положительный баланс азота и фосфора в агроэкосистемах, созданных систематическим применением минеральных удобрений, одна из основных предпосылок избыточного накопления нитратов в водоисточниках и растительной продукции (Глазунова Н.М.,1988).

Современное состояние химизации земледелия в России нельзя назвать ни интенсивным, ни устойчивым. Оно, скорее, кризисное.

Во первых, на протяжении многих лет производство зерна в РФ ни разу не превысило уровня 1992 года, когда было получено 103 млн. тонн.

Во вторых, продуктивность зерновых культур в РФ в течении 1992-2019 г.г. в большей мере зависело от погодных условий.

В третьих, урожай сельскохозяйственных культур в РФ формируется за счет естественного плодородия почвы и запаса питательных веществ, созданных предшествующей удобрению культуры.

Остроту азотного дефицита можно частично снизить за счет расширения посева бобовых, используя их, в т. ч., в качестве зеленого удобрения, а также внесение в почву побочной продукции зерновых и технических культур. Однако с помощью растительных остатков нельзя улучшить обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия. Последнее обстоятельство является важнейшим доказательством безальтернативности минеральных удобрений.

При длительном совместном применении органических и минеральных удобрений в дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах содержание гумуса увеличивается на 0,003-0,01 и 0,016-0,048%, фосфора - на 3,7-5,5 и 7,8-12,4 мг/кг в год соответственно. Накопление калия характерно для дерново-подзолистой суглинистой почвы и составляет 5,7-11,3 мг/кг в год.

Сохранение, поддержание и воспроизводство плодородия пахотных почв является задачей исключительной важности. Известно, что длительное использование дерново-подзолистых почв без пополнения органического вещества и элементов питания существенно снижает их плодородие. В тоже время длительное применение органических и минеральных удобрений стабилизирует уровень плодородия или увеличивает его по сравнению с исходным (Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Лимантова Е.М., 2000).

Влияние известкования на физико-химические показатели дерново- подзолистых почв

Периодическое известкование дерново-подзолистых почв улучшает основные агрохимические показатели ее плодородия: pH, ЕКО, буферность, количество Ca^{2+} и Mg^{2+} в сумме поглощенных оснований, содержание гумуса, фосфатов и гуматов Са. Все эти показатели тесно взаимосвязаны и в значительной мере определяют физико-химические показатели и биологическую активность почвы.

Одностороннее увлечение высокими дозами минеральных, особенно физиологически кислых удобрений приводит к ухудшению физико-химических показателей почвы, ее плодородие, к снижению продуктивности агроценоза. С другой стороны, оптимальное сочетание тех же доз минеральных удобрений с периодическим известкованием в севообороте в системе с другими приемами агротехники не только поддерживает, но и увеличивает плодородие и продуктивность дерново-подзолистой почвы. Не

случайно кальций заслуженно называют "стражем плодородия". Исследования показывают, что при наложении очередного поддерживающего известкования заметно увеличивается эффективность приема. Без известкования минеральные удобрения слабо влияют на повышение содержание гумуса в почве (Минеев В.Г., Гомонова Н.Ф., 2001).

Антропогенное воздействие на факторы почвообразования

Одним из ведущих факторов в почвообразовании за последние 300 лет становится антропогенный. Он может оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на почвы. К сожалению, пока приходится констатировать в основном негативное влияние человека на почвенный покров. Острота антропогенного воздействия на факторы почвообразования на территории региона различна. Она зависит от природных особенностей территории, уровня ее хозяйственного освоения, интенсивности антропогенного воздействия и устойчивости к нему природных комплексов. Уплотнение почв тяжелой техникой, нарушение закона необходимости возврата в почву питательных веществ, отчуждаемых с урожаем, техногенные загрязнения и др. активизируют деградационные процессы в почвах. Косвенное влияние осуществляется через попутное воздействие на другие факторы почвообразования. Например, вследствие бессистемной вырубки лесов, особенно на водоразделах и крутых склонах, возникает водная эрозия почв (Копысов И.Я., 2000).

Отрицательное воздействие переувлажнения почв

Наличие в почвенном профиле соединений Fe_2O объясняется продолжительным застоем поверхностных и почвенно-грунтовых вод. Как известно, растения достаточно плохо поглощают связанный закисным железом соединения фосфора. В условиях переувлажнения не могут жить

большинство микроорганизмов, тем самым снижается и количество поступающего с почву азота. Ну и куда же растению без кислорода, который вытесняется водой. Все это в сумме формируют негативные физические условия почвы.

Заболоченные подзолистые почвы повсюду составляют очень сложные сочетания с почвами нормального увлажнения. Эти почвы разнообразны по степени выраженности подзолистого, дернового, глеевого процессов и заторфованности. Нижние части склонов, выровненные понижения с оглеёнными дерново-подзолистыми почвами часто страдают от переувлажнения.

Переувлажненные почвы малопригодны для возделывания сельскохозяйственных культур. При не отрегулированном водном режиме, особенно во влажные годы, все агротехнические мероприятия на этих почвах малоэффективны (Абашев В.Д., 2001).

Деградация хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв

Дерново-подзолистые почвы составляют основу пахотного фонда Нечерноземной зоны России. Большинство из них характеризуются низким и средним уровнем плодородия. Хорошо окультуренные почвы занимают только 15% площади всех пахотных земель; их исключительная роль как «стратегического резерва» страны особенно отчетливо проявилась в годы экономического кризиса, когда они стали почти единственной основой для устойчивого функционирования земледельческой отрасли. Вероятно, на почвах с очень высоким содержанием подвижного фосфора и калия можно временно отказаться от применения соответствующих типов и перейти на моноазотную систему удобрения. Однако отказ от применения удобрений, как и использование моноазотной системы уже в настоящее время способствует скрытой деградации этих почв, что неизбежно приведет к снижению урожайности возделываемых на них культур. Большую работу в

изучении этого вопроса провел академик РАСХН В.Н. Ефимов. Данные по изменению агрохимических свойств за 13-летний период получены в стационарном полевом опыте, проведенном в 1987-1999г.г. Полевой опыт выполнен на базе зернопропашного севооборота. В полевом опыте изучались варианты: контроль (без удобрений); №120, №120 P₆₀K₆₀.

Многочисленные опытные результаты, полученные в различных ландшафтных условиях подтверждают давно назревшую догадку, что при интенсивном характере ведения сельского хозяйства происходит ухудшение свойств почв и снижение почвенного плодородия. Сравнивая влияние минеральных удобрений то на их фоне плодородие хоть и снижается, но не такими темпами как без них (Ефимов В.Н., Иванов А.И., 2001).

Особенности свойств почв сельскохозяйственных угодий Кировской области

Почвы сельскохозяйственных угодий Кировской области очень разнообразны по генезису, физико-химическим, агрохимическим свойствам. Почвообразующие породы представлены ледниковыми валунными и безвалунными суглинками, водноледниковыми песками и супесями, древнеаллювиальными песчаными отложениями, элювием (продукт выветривания) дочетверичных (пермского периода) осадочных пород (глин, мергелей, известняков, песчаников), двучленными отложениями.

Все перечисленные почвообразующие породы отличаются гранулометрическим, минералогическим, валовым химическим составом. Свойства почвообразующих пород, их гранулометрический состав, физико-химические свойства наследуются верхним гумусовым горизонтом почвы. Но вместе с тем наблюдаются и определенные отклонения в свойствах гумусового горизонта, в зависимости от почвообразования и мероприятий по окультуриванию почвы (органические и минеральные удобрения, известкование, влияние обработки и возделываемых культур).

Наиболее распространенными на пахотных угодьях являются дерново-подзолистые почвы различного гранулометрического состава (Гущин А.И., 1998).

Научные и практические основы окультуривания дерново-подзолистых почв в условиях Северо-востока РФ

Проблема интенсификации сельскохозяйственного производства может быть успешно решена только на основе рационального использования всех земельных ресурсов, сохранения и повышения плодородия пахотных земель, использования эффективных методов окультуривания.

Обоснование принципов рационального подхода при разработке и совершенствовании систем земледелия на легких почвах в зоне Северо-востока Европейской части страны невозможно без комплекса агротехнических мероприятий, приемами и системами основной обработки, сочетанию их с одновременным внесением минеральных и органических удобрений отводится ведущая роль.

Природа и человечество дало понять, что только правильная обработка почвы в тандеме с удобрениями дадут желаемый результат в повышении плодородия почв и устранению негативных последствий от деграционных процессов. Биологизация (насыщение севооборотов многолетними травами) земледелия благотворно сказывается на физических свойствах почвы. Сельскохозяйственные культуры достаточно хорошо себя чувствуют при плотности пахотного и подпахотного слоя в пределах $1,35-1,45 \text{ г/см}^3$ (Платунов А.А., 1997).

В своем природном состоянии дерново-подзолистые почвы обладают низким плодородием. Оно лимитируется у них комплексом неблагоприятных физических и агрохимических свойств. Для повышения плодородия пахотных дерново-подзолистых почв необходимо осуществление следующих мероприятий:

- создание глубокого (25-30 см), рыхлого (с плотностью $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$)

пахотного слоя с содержанием гумуса 2,0-3,0%, со слабокислой или близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 5,5-6,0).

Это достигается постепенным увеличением глубины вспашки при обязательном внесении повышенных доз органических удобрений и известкованием;

- внесение органических удобрений не реже одного раза за ротацию севооборота дозами, обеспечивающими бездефицитный баланс гумуса;
- известкование для нейтрализации повышенной кислотности;
- применение минеральных удобрений с учетом содержания усвояемых форм элементов питания в почве;
- периодически глубокое рыхление (особенно при суглинистом и глинистом гранулометрическом составе почвы);
- регулирование водного режима, при избыточном увлажнении рекомендуется осушение.

При окультуривании дерново-подзолистых почв необходимо учитывать особенности строения их почвенного профиля. Гумусовый горизонт данных почв имеет обычно небольшую мощность (20-22 см). Под ним залегает подзолистый горизонт или переходный подзолисто-иллювиальный. Их мощность до 20 см и более. Эти горизонты очень бедны гумусом, имеют высокую кислотность и очень низкое содержание подвижных форм элементов питания растений. Физические свойства этих подпахотных горизонтов тоже неблагоприятны для растений. Поэтому урожай полевых культур на дерново-подзолистых почвах полностью зависит от пахотного слоя. При увеличении мощности пахотного слоя необходимо проявлять осторожность, чтобы не вывернуть на поверхность подпахотные горизонты с неблагоприятными агрохимическими показателями.

Пропахивание подзолистого горизонта без внесения высоких доз органических удобрений может быть причиной ухудшения агрохимических показателей пахотного слоя и снижения урожайности (Гущин А.И. 1998).

Бонитировка почв и экономическая оценка земель

Оценка качества почв по основным показателям легло в основу понятия «бонитировка». Баллы бонитета (а именно балы легли в основу), позволяют наглядно отразить существующую картину по плодородии. Ведь что такое балл? Это ведь по своей сути цифра, а ничего так не объясняет как сухой язык цифр, когда все коротко и по делу. Больше цифра, а значит выше и балл бонитета, значит свойства почвы лучше, и наоборот. Бонитет почвы является показателем ее качества, продуктивности, добротности.

В.В. Докучаев и Н.М. Сибирцев считали, что перед тем, как проводить бонитировку необходимо познать сущность свойств, осознать их значимость в частности и почвы в целом. Только после своеобразного познания можно приступать к работе по проведению бонитировки.

При разработке зональных бонитировочных шкал учитывают как природные свойства почв (мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, реакция почвенного раствора, механический состав и т.д.), так и многолетние данные урожайности ведущих зерновых сельскохозяйственных культур.

Предметом качественной оценки земель является не только собственно почва, но и технологические условия территории (рельеф, площадь и форма обрабатываемого контура и др.). Таким образом, понятие качественной оценки земель шире понятия бонитировки почв. Качественная оценка земель показывает степень пригодности не только почв, но и всего комплекса природных условий определенной территории для сельскохозяйственного производства и ее сравнительную продуктивность. Главной задачей качественной оценки земель является сравнительная оценка степени благоприятности почв и условий территорий для возделывания основных сельскохозяйственных культур. При качественной оценке земель обобщающим критерием используют урожайность сельскохозяйственных

культур при определенном уровне интенсивности земледелия (Щеткова Е.А., 2010) .

Экономическая оценка выступает в качестве последнего, завершающего этапа всесторонней оценки земли, которая показывает экономическую эффективность земли как средства производства в сельском хозяйстве. В качестве критериев при экономической оценке земель берут стоимость валовой продукции в единых ценах, разностный (дифференциальный) доход, окупаемость затрат, чистый доход и др. (Копысов И.Я., Тюлин В.В., 1994).

Глава 2. Условия почвообразования

Географическое положение

Кировская область занимает довольно обширную территорию на северо-востоке Русской равнины. Ее площадь составляет 120,8 тысяч квадратных километров. Область имеет следующие географические координаты: $56^{\circ}03'$ и $61^{\circ}04'$ северной широты (с.ш.) и $41^{\circ}17'$ и $53^{\circ}56'$ восточной долготы (в.д.). значительное удаление области от морей также оказывает определенное воздействие на окружающую среду и процессы почвообразования.

Область имеет протяженную границу. Так чтобы пересечь ее с севера на юг, придется преодолеть расстояние в 570 км, а с востока на запад – 440 км. При такой протяженности границ, можно наблюдать характерную смену климата. Выделяют три широтные (агроклиматические) зоны – северную, центральную и южную. Неудивительно, что для каждой зоны характерен свой почвенный покров, растительность, гидрография.

Зуевский район территориально располагается в центральной части Кировской области (рис. 1).

Рисунок 1 – Географическое положение.



Площадь Зуевского района составляет 2820 кв. километров. Районный центр – город Зуевка. Сельских поселений – тринадцать. Район занимает благоприятное положение. Протяженность транспортной сети до областного центра составляет 120 км. Наличие железнодорожной связи существенно расширяют возможности района.

Геоморфология и почвообразующие породы

Для северо-востока Нечерноземной зоны характерным является разнообразие геологических осадков горных пород, которые развиваются в ее границах (Н.Г. Кассин, 1941).

Почвенный покров данной территории формировался в основном за счёт таких отложений как моренные; водноледниковые грубые песчаные фракции, глины, сформированные на дне озер, торфяники болот; отложения элювия и делювия; отложения, сформированные потоками рек.

На такой характер формирования почвообразующих пород оказало воздействие деятельность ледника, который разделил область условно на две зоны. Первая – характеризуется наличием пород, покрытых ледниковым наносом, и вторая, характеризующаяся наличием флювиогляциальных песков и супесей. Хотя не следует забывать, что на территории Кировской области встречаются и выходы на поверхность коренных пермских отложений. Зачастую они встречаются на возвышенностях, которые представлены на территории области Вятскими Увалами и его отрогами.

На территории, подвергшейся действию ледника, присутствуют в основном моренные отложения с незначительным процентом водноледниковых (флювиогляцеальных). По гранулометрическому составу это тяжелые кислые валуны и галька. Та часть области, которую не тронул ледник, сформировалась на покровных суглинках, мощность которых не превышает 3-4 метров. Они характеризуются тяжелым гранулометрическим составом (средними и тяжелыми суглинками и редко легкими глинами).

Зуевский район Кировской области располагается на территории Чепецко-Кильмезского междуречья. Высота ее достигает значения в 265 м.

Территория имеет средний уклон в пределах $3...6^0$. В данных условиях формируются предпосылки для развития различных эрозионных процессов.

Возвышенные гребневые пространства характеризуются выходом на поверхность яркоокрашенных пермских глин, также встречаются слои из песчаника, мергелей.

Рельеф

Территория Кировской области располагается на равнине с уклоном в сторону Ветлужской и Волжской низин. Самые высокие точки области можно приурочить к таким имеющимся объектам, как Вятские Увалы, Северные Увалы и Вятско-Камская возвышенность. Формированием такого рельефа область обязана четвертичному оледенению и потокам воды от таяния ледника.

Рельеф области не такой однородный как может показаться на первый взгляд. Так возвышенности перемежаются с понижениями, и именно поэтому произошло наложения различных процессов почвообразования (В.В. Тюлин, 1976).

Стационарные площадки находятся в районе Вятского Увала, который является одним из самых значимых возвышений области (высота 100 м над окружающей территорией). Рядом ученых (Кассин Н.Г., 1946; Щеклеин С.Л., 1969), проводивших исследования данного возвышения было установлено, что образование его произошло за счет залегания слоистых осадочных и эффузивных (метаморфических) горных пород. Вятский Увал – это выпуклый изгиб последовательно напластованных слоев с выходом на поверхность таких пород как мергель, красная глина, галечник и в небольшом количестве песчаник.

Вятский Увал, включая отроги практически опоясывает всю Кировскую область и накладывает свой отпечаток на характеристику

рельефа. Увал имеет свои характерные понижения и возвышения, так свой максимум в 284 метра он достигает на юге области, на западе высота колеблется от 160 до 170 метров, в центре области – 180-200 м и постепенно увеличивается на севере опять до 230-250 метров.

Как можно сделать вывод из всего вышесказанного, такой рельеф, а именно перепад высот, не мог не сказаться на многообразии почвенного покрова и на развитие процессов разрушения его водными потоками. Особенно это характерно для юга области.

Поверхность Зуевского района часто пересечена реками, оврагами, балками и лощинами, подвергнута на склонах значительному смыву и местами размыву почв, но на большей части территории района преобладает равнинный рельеф.

Климат

Согласно климатической карте Российской Федерации, Кировская область входит в Умеренный пояс. Дальнейшая детализация позволяет установить, что это область умеренно-континентального климата, а если быть точнее, то зона смешанных лесов с достаточным увлажнением. Исходя из этого можно констатировать факт, что для климата характерно достаточно резкая смена погоды при переходе с лета на осень, с осени на зиму и т.д. особенно это заметно в восточных и юго-западных районах области (Березина Е.Х., 1960).

В виду того, что на территории области воздушные массы не встречают никаких существенных преград, в область периодически поступают влажные циклоны со стороны Атлантического океана. Особенно это становится заметно в зимние месяцы, когда происходит смягчение климата. В весенний период происходит резкая смена направлений южных и северных ветров, что приводит к тому, что на территории области встречаются «июньские» заморозки или «отзимье», как часто можно слышать в народе. Нередки в конце мая и осадки в виде снега.

Помимо циклонов (их вероятность составляет 62%), по территории области проходят зоны высокого давления (антициклоны) (порядка 38%), которые могут принести сухую погоду с длительным периодом без дождей.

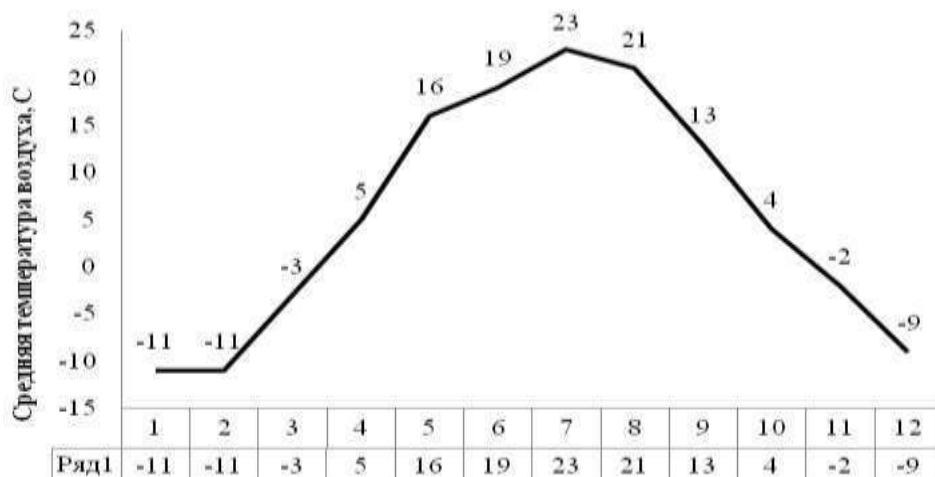
Имея такую площадь (120374 км²) и протяженность границ Кировская область поделена на три агроклиматические зоны (северную, центральную и южную), которые в свою очередь делятся на районы.

Зуевский район по климатическому делению, входит в восточную агроклиматическую зону Кировской области. В связи с этим, в районе наблюдаются долгие холодные зимы с высоким снежным покровом, в летние периоды, погода не радует зноем (Березина Е.Х., 1960).

Границей центральной зоны, куда входит район исследований служат совпадающие изолинии: суммативных температур 19000, ГТК за летние месяцы 1,2 и продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 10⁰ равной 123 дням.

Вегетационный период в Зуевском районе продолжается 157-160 дней, из которых 115-120 дней бывает со среднесуточной температурой воздуха выше 10⁰ (это полностью совпадает с характеристикой центральной агроклиматической зоны), благоприятной для роста и развития сельскохозяйственных культур (рис. 2).

Рисунок2 - Средняя температура воздуха.

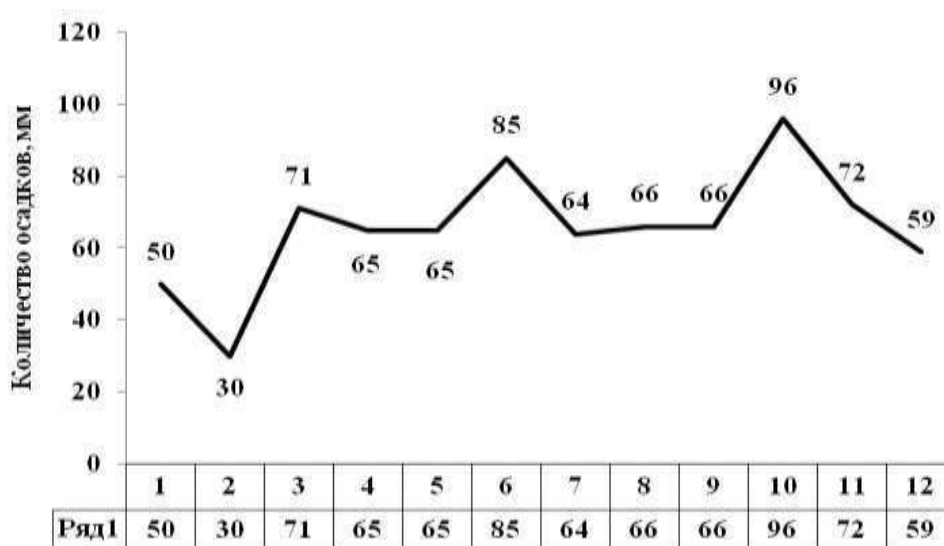


Примечание: 1,2,3...12 – месяцы

Условия зимовки озимых в районе преимущественно благоприятные. Обеспеченность осадками в вегетационный период неравномерная (рис. 3). Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 160 дней.

Из рисунка 2 видно, то наиболее холодным являются январь и февраль со среднемесячной температурой воздуха -11°C , а самым теплым – июль с температурой воздуха $+23^{\circ}\text{C}$. В целом же в районе не наблюдается экстремально резких перепадов температур в течение года. Средняя температура за год составляет $+5,4^{\circ}\text{C}$.

Рисунок 3- Количество осадков.

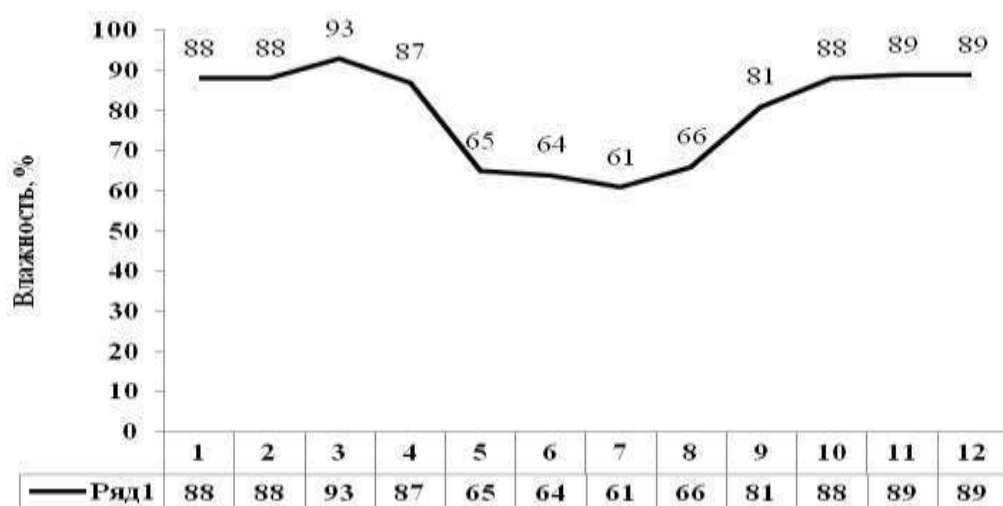


Примечание: 1,2,3...12 – месяцы

Характер увлажнения указывает на достаточное количество влаги. В летние месяцы довольно часто по территории области проходят ливни, что создает предпосылки для развития довольно мощных водных потоков на поверхности почвы и развитию ее смыва. Зимой же образуется снежный покров достаточной высоты. Таким образом, в районе проводимых исследований в течение года не наблюдается недостатка влаги. Среднее годовое количество осадкой – 897 мм.

Многолетние наблюдения по влажности воздуха (рис. 4) подтверждают вывод, сделанный нами ранее, а именно, что за год в погоде не наблюдается резких перепадов.

Рисунок 3 - Средняя влажность воздуха.



Примечание: 1,2,3...12 – месяцы

Данный показатель констатирует тесную взаимосвязь между температурой воздуха и количеством осадков, которые выпадают по месяцам исследований.

Гидрогеологические условия

Подземные (почвенно-грунтовые) воды участвуют в формировании режимов водного питания и свойств почв. Установлена тесная взаимосвязь их с климатом, рельефом и геологическим строением.

В случае их достаточно глубокого залегания (ниже 5-6 метров), они не будут влиять на протекание процессов почвообразования, и будут формироваться почвы под воздействием только атмосферных осадков.

Если рельеф имеет характерные понижения и грунтовые воды располагаются на глубине до 3-4 метров, то в купе с поверхностными водами будут формироваться почвы с периодическим переувлажнением (полугидроморфные).

При постоянном затоплении формируются гидроморфные почвы. Это происходит в том случае, когда уровень грунтовых вод достигает не более 1-2 метров при избыточном количестве атмосферных осадков.

Преобладающая территория зоны исследований представляет собой приподнятое плато, изрезанное по краям реками - притоками Чепцы, Вятки и Кильмези.

Растительность

На протяжении продолжительного периода времени леса представляли основной вид растительность области. По результатам ежегодного отчета Министерства лесного хозяйства Кировской области площадь покрытая лесом - 63,3% от общей площади, что составляет 7,58 млн. га. При детальном анализе имеющихся сведений на долю лесов, выполняющих защитную функцию, приходится только 1,63 млн. га, что составило порядка 20% от площади покрытой лесной растительностью.

При достаточно высоких показателях лесистости, распределение лесов по территории области неравномерное. Наибольшее покрытие наблюдается в северных районах (51-90%) и плавно снижается к южным районам (21-35%). По видовому составу преобладают хвойные породы деревьев (ель, сосна, пихта). И если в севере области эти породы являются практически единственными представителями лесной растительности, то уже к центральным районам в лесах встречается большое представительство узколиственных пород деревьев, а именно, береза и осина. На юге встречаются уже породы, относящиеся к широколиственным (дуб, ясень, клён, липа) (Тимофеев А.Ф., 2000).

Значительное отличие в лесах области отмечается по присутствию в них надпочвенного покрова, подлеска и ботаническому представительству.

Климатическая граница зоны, расположения стационарных площадок почти полностью совпадает с южной зональной границей елово-пихтовых

лесов. Центральная зона – типичноземледельческая, с большой распаханностью земель.

На территории района наших исследований длительное время происходила массовая вырубка лесов, с дальнейшей распашкой освободившихся земель. В настоящее время леса в районе занимают менее 20% площади. Лесная растительность встречается только на небольших участках, которые подвергались затоплению, а так же неудобно расположенных и небольших по площади. Участок леса, выбранный нами для закладки стационарной площадки, всегда был лесом и вопроса о возможном вторичном залесении перед нами не стоял. Тем не менее, данный участок подвергался определенному антропогенному воздействию в виде частичной вырубки деревьев и уничтожению растительности животными. Это привело в конечном итоге к затруднению в сохранности сходства условий наблюдений, поэтому наблюдения осуществлялись на различных делянках внутри выбранного массива. Исследования осуществлялись в ельнике-зеленомощнике с примесью березы и осины. Из другой растительности следует выделить можжевельник, жимолость лесную, таволгу (лабазник), валерианку. Общий процент покрытия составил в границах 60-80%.

Трава естественных лугов занимает около 5% площади области. Травостой составляют растения, произрастающие на возвышенных элементах рельефа (суходольные) и в понижениях. Суходольную растительность составляют канареечник тростниковидный, ежа сборная, костер безостый. На заболоченных лугах можно встретить щучку дернистую, осоку пузырчатую и острую.

Резюмируя данный раздел, можно сказать, что на протяжении достаточно длительного периода времени почвенный покров формировался в основном за счет и под воздействием лесной растительности.

Почвенный покров

Почвы возникают там, где наиболее тесно взаимодействуют между собой живые организмы с «костной» материей при участии водной и воздушной среды. Вследствие значительной протяженности и разнообразия природных условий (климата, рельефа, растительности) в пределах области сложились для формирования большого количества почв, число которых достигает полутора десятков (Прокашев А.М., 1995).

Почвы подзолистого типа, расположенные на территории исследуемого района располагались в зоне, где действие оледенения не оказывало практически никакого влияния. Проведенные исследования Добровольского Г.В. и Урусевской И.С., позволило включить район в Средне-Русскую провинцию дерново-подзолистых почв со средним содержанием гумуса. В виду этого почвенный покров формировался, в основном, за счет покровных суглинков и в исключительных случаях – морены.

Почвы, сформированные на покровных суглинках, отличаются довольно четким разделением на горизонты. Все горизонты имеют довольно низкий процент оструктуренности, причем она снижается вниз по профилю. Такая же картина наблюдается и по содержанию основных элементов питания.

Горизонты второй полуметровой толщи в виду своего тяжелого гранулометрического состава, плохой структуры и естественного давления вышележащих горизонтов очень сильно уплотняются, что и приводит в конечном итоге к неудовлетворительным значениям водопроницаемости. Это в свою очередь приводит к благоприятным условиям для развития эрозионных процессов, как в виде смыва, так и к переувлажнению и затоплению. Таким образом, не вызывает удивление тот факт, что в пределах Вятского Увала эродированные почвы формируют порядка 15-21% всех нарушенных земель области (Машкин В.А., 1980).

Преобладающий процент пахотных земель Кировской области представляют массивы, которые длительное время находились под лесной растительностью. Вовлечение их в сельскохозяйственный оборот без внесения дополнительных минеральных и органических удобрений привело к тому, что они обладают неудовлетворительными показателями для использования их в сельском хозяйстве.

Почвы района, где расположены стационарные площадки составляют достаточно сложный комплекс: это и почвы, сформированные при хорошем дренаже дерново-подзолистые почвы, это склоновые дерново-подзолистые почвы различной степени смывости, ну и почвы, подвергающиеся постоянному и периодическому подтоплению поверхностными и грунтовыми водами.

Зуевский район располагается на востоке центральной агроклиматической зоны.

Поскольку область находится в зоне стабильных температур и как следствие этого постоянный режим водного питания, а также наличие по большому счету однотипных почвообразующих пород, то это объясняет и наличие почв одного типа. Преобладающим пахотными почвами являются дерново-подзолистые и незначительные массивы заняты их разновидностями (со вторым гумусовым горизонтом, оглеенные и глееватые).

Дерново-подзолистые почвы имеют генетически заложенное низкое плодородие, показатели которого имеют достаточно широкий диапазон значений, а учитывая тот факт, что большой процент исследуемых почв располагаются на склонах, это дополнительно снижает ценность этих почв. Это происходит за счет ежегодной потери плодородного слоя почвы и соответственно и тонн гумуса, других элементов питания со склоновых земель и постоянное подтопление в пониженных элементах рельефа. И решением данной проблемы видится только во внедрении определенных научно-обоснованных систем земледелия и обоснованного внесения минеральных и органических видов удобрений. Только это позволит на

первых этапах приостановить негативные явления, развивающиеся в почве, а в дальнейшем и повысить их уровень плодородия.

Проведя мониторинг работ по внесению удобрений в хозяйствах области, складывается плачевная картина. В виду дороговизны удобрений и известковых материалов хозяйства неохотно идут на проведение химической мелиорации. Это касается не только внесения минеральных, но и органических удобрений. Единственный позитивный сдвиг произошел в увеличение площади под многолетними травами в системе севооборотов. И если в результате этого можно констатировать позитивный сдвиг в сторону накопления органического вещества в почве, то снижение кислотности, содержания фосфора и калия остается нерешенным. В Зуевском районе на протяжении порядка 20 лет (с 1999 по 2019 г.г) наблюдался рост площадей почв с кислой реакцией среды с 87 до 93%, содержание органического вещества (гумуса) уменьшилось с 2,5 до 2,0 %. Динамика содержания подвижного фосфора и обменного калия представлена в таблице 1.

Таблица 1 -Изменение площади по содержанию элементов питания, га

Год обсле дован ия	Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Оч. высокое	Средневзве шенный показатель, мг/кг
Содержание подвижного фосфора, P_2O_5						
1999	8973 (12%)	27643 (35%)	16329 (21%)	15314 (20%)	9417 (12%)	113
2019	12353 (16%)	30627 (40%)	13513 (17%)	12987 (17%)	7924 (10%)	109
Содержание обменного калия, K_2O						
1999	8126 (10%)	31615 (41%)	25666 (33%)	9083 (12%)	3186 (4%)	124
2019	16250 (21%)	31931 (41%)	18478 (24%)	8173 (11%)	2590 (3%)	110

Данные таблицы 1 подтверждают наше раннее предположение о том, что в результате длительного использования земель произошло снижение их плодородия. Это подтверждает и снижение содержания подвижного фосфора и обменного калия.

Глава 3. Хозяйственная деятельность как условие формирования свойств почв

3.1 Объекты и методика проведения исследований

Предметом проведения научных изысканий явились почвы подзолистого типа, а именно дерново-подзолистые, сформированные на покровных бескарбонатных суглинках. Анализировались почвы под покровом лесной растительности, и почвы, подвергшиеся антропогенному воздействию. Исследования проводились в полевых условиях на заложенных ранее стационарных площадках на территории Зуевского сортоучастка и пашне хозяйства. Общее количество стационаров – 4. Период проведения повторных изысканий 2019-2020 г.г.

Почвенные разрезы были на каждой стационарной площадке, при закладке разрезов мы ориентировались на материалы почвенных изысканий и почвенные карты. Для проведения математической обработки, почва бралась по трём стенкам.

Для установления физических свойств почвы использовались различные методики. Так, например, плотность устанавливалась с помощью бура (повторность 4-ёх кратная), для определения водопроницаемости использовался метод трубок с переменным напором воды (10-ти кратная повторность).

Для определения содержания в почве фракций различной величины использовался «Метод Качинского» в 3-ёх кратной повторности.

Анализы почвы проводились в почвенно-аналитической лаборатории ФГУГЦАС «Кировский».

Для подтверждения достоверности полученных результатов проводилась математическая обработка по методике Доспехова (Доспехов Б.А., 1979).

Исследуемые почвы имеют мощность горизонта, подвергающийся обработке в пределах 22 см, переходного горизонта A_2B_1 – 29-30 см. При

анализе материнской породы выяснилось, что рассматриваемые почвы являются типичными для данного региона дерново-подзолистыми суглинистыми почвами. Илистых фракции на глубине 1 м содержится порядка 33-36%, фракций размером 0,05–0,01 мм в материнской породе– 46-47%. Фракции менее 0,001 мм содержится в пределах 87%. Степень насыщенных оснований 87-88%, ЕКО – 25-29 мг-экв на 100 г почвы.

Опираясь на многочисленные исследования можно сказать, что почвы на покровных суглинках и глинах имеют широкий ареал распространения по территории восточной части Кировской области, куда и входит район проводимых исследований.

3.2. Трансформация морфологического строения почвенного профиля

Деятельность природных процессов накладывают значительный отпечаток на свойства почвы, образуя их. Данное воздействие неподвластно времени, т.к. протекает постепенно видоизменяясь, то утихая, то активизируясь. Каждый процесс почвообразования приносят характерные черты и свойства почвенным профилям. Собственно именно по этим чертам и свойствам диагностируются почвы.

Многие земледельцы не придавали большого значения антропогенному фактору в вопросе формирования почв. И как оказалось впоследствии зря. Проводя механизированную обработку происходило изменение почвенного профиля, так полностью уничтожается верхний горизонт и частично нижележащий горизонт в котором аккумулируется гумус. Формируется новый горизонт, названный пахотным. Мощность горизонта зависит от глубины проведения пахотных работ. В приложении 1 представлена характеристика почвенных профилей почв стационарных участков.

Профили исследуемых почв дифференцированы по элювиально-иллювиальному типу и состоят из следующих генетических горизонтов: 0 - A₁ - A₂ - A₂B₁ - B₁ - B₂ - BC – C.

Все рассматриваемые почвы можно отнести к одному типу и имею схожую характеристику генетических горизонтов и только в том случае если пренебречь изменениями, вызванных механическим воздействием, т.е. вспашкой. Эти почвы являются к среднеподзолистым почвам. При сравнении пахотных почв и целинных наблюдается ряд изменений (смещение границ горизонтов, перераспределение элементов питания, изменение pH). При этом оба вида почв формируются под влиянием идентичных климатических условиях и сопровождаются зональными особенностями почвообразования.

Горизонтом, по которому возможно охарактеризовать и определить возведенную в культуру почву, является пахотный.

Анализируя генетические горизонты разрезов №30 и почв хозяйствующего объекта (разрез №32), можно констатировать факт обеднения пахотного горизонта гумусом разреза №32. О данном явлении свидетельствует серовато-палевая осветлённая окраска. Вторая полуметровая толщ почв рядового хозяйства меняет свою окраску с коричневатых тонов на бурые. Что же касается почвы подверженной разрушению (эродированная), а это участок №33, то она характеризуется укороченностью профиля в целом и пахотного горизонта в частности. При этом в окраске верхнего горизонта преобладает белесый оттенок, а также буровато-коричневый цвет (Караева Н.А., 2000).

Активизация процесса разрушения почвенных частиц с выносом продуктов разрушения из почвенного профиля, а если проще, то подзолообразовательного процесса, происходит по пути упрощения структуры от призматического типа к плитовидному. Данный переход наблюдается в подзолистом горизонте лесной почвы (участок № 31). В горизонте A₂ почвы данного участка превалирует листовато-чешуйчатая структура над листоватой. В окультуренных же почвах (участки №30 и 32), через их сельскохозяйственное использование наблюдается определенное улучшение. В них образуется кубовидный тип структура, а именно мелкоореховатая (Тюлин В.В., Гущина А.М., 1991).

Присутствие продуктов химического разрушения органо - минеральной части почвы в горизонте вымывания подтверждает факт деятельности промывного водного питания.

В процессе проведения вспашки происходит углубление верхнего горизонта за счет нижележащего. Как и произошло в нашем случае. На участке №32 мы не выделили горизонта вымывания (A_2), уничтоженного вспашкой, а регулярное возделывания сельскохозяйственных культур и многолетних трав в частности не дает возможности подзолообразования сформировать новый (хотя и на это требуется продолжительный период времени).

Кроме процессов химического разрушения, параллельно с ним может протекать более «гуманный» процесс, а именно лессиваж, когда вынос не сопровождается химическим разрушением. В этом случае в горизонте B_1 , будет наблюдаться железисто-марганцевые затеки и лакировки из гумуса по структурным элементам почвы, а также хорошо сформированный ореховатый тип структуры.

Приподнимая завесу природы подзолообразования можно выделить, что существенная роль в нем отводится грибной растительности, а именно, продукту их жизнедеятельности - креновой кислоте. Креновая кислота представляет собой наименее окисленные формы гумусовых веществ. При промывном типе водного питания, с нисходящим током воды она выносится вниз по профилю. Вступая в химическую реакцию с щелочноземельными металлами (Ca, Mg) образуют осадок, именно по этому то подзолистый горизонт максимально высвобожден от этих элементов. Что мы и наблюдаем на участке №31 в переходном горизонте A_1A_2 (наличие осветленной окраски, плитовидный тип структуры, новообразования химического природы) (Пономаревой В.В., 1964).

3.3. Действие природного и антропогенного фактора на трансформацию гранулометрического состава почв

Воздействие окружающей среды и деятельности человека на почвенный покров, влияет на распределение механических частиц по почвенному профилю как целинных, так и пахотных земель.

Чтобы получить ответ на вопрос о влиянии каждой группы факторов (природных и хозяйственных) нами проведено сравнение многолетних данных, которые представлены в табличной форме (таблица 2).

Таблица 2 - Гранулометрический состав

Горизонт, глубина, см	Содержание фракций, % ; размер частиц, мм							Вынос «-», накопление «+» ила %
	1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	Физ. глина	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Участок № 30. Пашня ГСУ. 2019 г.								
A _{пах} 0-23	0,6	3,64	51,44	12,48	12,61	19,23	44,32	-16
A ₂ 23-28	0,4	13,10	55,22	5,82	14,34	11,12	31,28	-51
A ₂ B ₁ 28-42	2,25	6,97	42,27	9,34	16,26	22,91	48,51	0
B ₁ 42-51	0,4	15,44	33,15	8,12	11,45	31,44	51,01	+38
B ₂ 51-96	2,03	12,8	35,9	7,71	11,72	29,92	49,35	+29
B ₃ 96-115	0,3	18,98	36,46	6,19	7,73	30,34	44,26	+33
B ₂ C 115-145	3,14	19,57	22,65	7,34	20,33	26,97	54,64	+18
C 145 и более	7,39	41,49	11,73	6,10	10,45	22,84	39,39	0
Участок № 11. Пашня ГСУ. 1999 г.								
A _{пах} 0-22	0,74	14,85	46,13	6,75	17,06	13,21	37,02	-45
A ₂ 22-24	0,38	19,28	48,09	6,70	13,05	10,87	30,62	-54
A ₂ B ₁ 24-32	0,13	14,13	37,79	7,40	10,59	27,52	45,51	+14
B ₁ 32-42	0,16	13,04	34,41	6,41	7,35	34,94	48,70	+45
B ₂ 42-76	0,12	9,94	36,09	5,72	8,15	37,04	50,91	+53
B ₃ 76-120	0,06	9,08	40,21	4,67	7,89	34,54	47,10	+43
B ₂ C 125-145	0,03	12,75	45,41	6,19	6,19	27,70	40,04	+15
C глубже 145	0,01	11,24	49,81	5,11	7,00	24,13	36,24	0
Участок № 31. Лес. 2019 г.								
A ₁ A ₂ 5-12	2,3	14,38	42,04	19,27	6,76	15,25	41,28	-34
A ₂ 12-24	1,6	11,77	50,12	12,05	12,36	12,10	36,51	-48
A ₂ B ₁ 24-33	0,7	14,35	46,66	11,85	15,23	11,21	38,29	-51
B ₁ 33-54	0,5	9,81	37,31	3,85	15,34	33,19	52,38	+43
B ₂ 54-109	0,3	7,23	42,54	10,97	7,69	31,27	49,93	+34
B ₂ C 110-135	0,2	7,30	50,89	7,08	7,42	27,11	41,61	+16
C > 135	0,1	7,06	56,61	3,73	9,24	23,26	36,23	0

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Участок № 12. Лес. 1999 г.								
A ₁ A ₂ 7-12	0,41	10,50	42,32	9,94	13,12	21,14	44,20	-12
A ₂ 12-22	0,69	14,57	49,01	9,78	13,17	11,07	34,02	-54
A ₂ B ₁ 22-32	0,19	11,60	41,67	7,81	10,36	26,13	44,30	+8
B ₁ 32-47 (50)	0,12	11,20	39,26	5,81	9,82	30,92	46,55	+28
B ₂ 47 (51)-72	0,08	8,80	38,68	6,77	7,61	35,62	50,00	+47
B ₃ 72-110	0,06	9,97	40,09	5,32	7,54	34,35	47,21	+42
B ₂ C 110-130	0,04	11,00	49,00	6,24	4,36	26,11	36,71	+8
C >145	0,03	17,54	47,39	3,47	7,94	24,11	35,52	0
Участок № 32. Пашня рядового хозяйства. 2019 г.								
A _{пах} 0-20	2,2	17,67	39,77	8,05	11,08	21,23	40,36	-14
A ₂ B ₁ 20-33	1,5	13,96	41,67	8,13	15,41	19,33	42,87	-21
B ₁ 33-55	0,2	13,43	37,21	8,23	8,23	32,90	49,36	+35
B ₂ 55-90	0,1	10,80	38,40	10,20	8,10	32,40	50,70	+33
B ₂ C 90-115	0,1	5,44	49,07	8,43	8,21	28,75	45,39	+18
C 115-150	0,1	16,31	38,69	8,28	12,21	24,41	44,90	0
Участок № 33. Пашня рядового хозяйства (смытая почва). 2019 г.								
A _{пах} 0-15	0,7	14,85	24,13	8,04	28,15	24,13	60,32	-2
B ₁ 15-50	0,4	18,28	24,36	16,24	8,12	32,48	56,84	+32
B ₂ 50-93	0,2	7,3	32,13	12,07	24,17	24,13	60,37	-2
B ₂ C 93-115	0,4	6,88	48,34	8,10	8,06	28,22	44,38	+15
C 115-140	0,2	10,08	50,76	6,09	8,25	24,59	40,93	0

Анализируя влияние различных факторов на распределение элементарных почвенных частиц по почвенному профилю с высокой долей уверенности можно сказать, что влиянию, как наиболее чувствительная, подвергается верхняя часть почвенного профиля, когда как любое влияние не распространяется на вторую полуметровую толщ, тем самым не изменяя ее свойства.

Характер распределения частиц по почвенному профилю зависит и от того фактора, как почвообразующая порода. При этом не следует недооценивать и минералогический состав (в частности наличие кварца и его производных). Так высокое содержание производных данного минерала, в процессе геологического разрушения будут оставлять после себя песчаный материал(Фомина А.С., 2005).

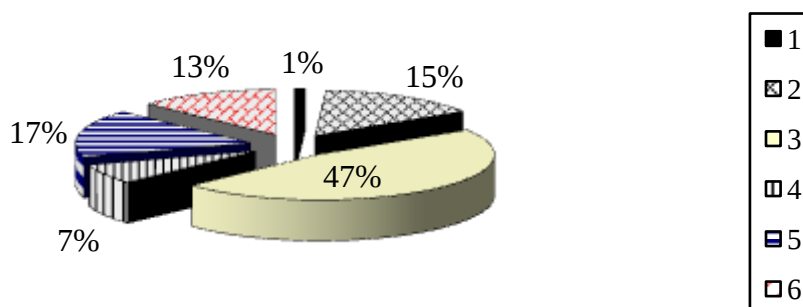
Сельскохозяйственное освоение и использование земель способствуетнарушению сложившихся природных условий почвообразования и вызываетизменение профиля этих почв. При распашке

почв происходит изменение враспределении почвенных частиц в профиле, «утяжеление» подпахотного слоя.

Все изучаемые нами почвы можно смело причислить к дерново-подзолистым почвам, а повышенное содержание в них (1/2 от всех фракций - крупной пыли и пониженное содержание песка). Позволяет считать их среднесуглинистыми и тяжелосуглинистыми.

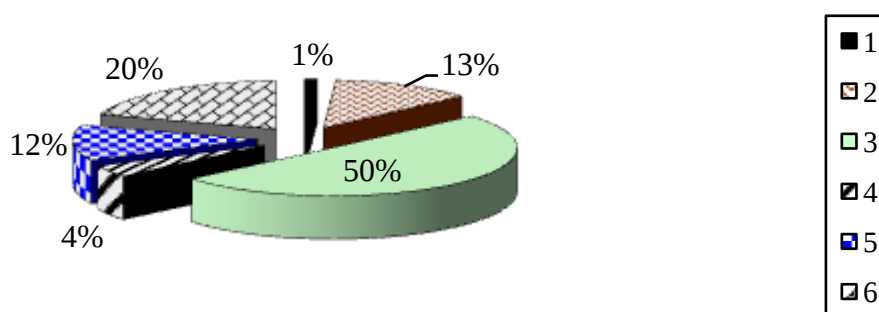
Распределение фракции представлено на рисунках (рисунки 5- 10).

Рисунок 5 - Гранулометрический состав пахотного горизонта. Участок №11. 1999 г.



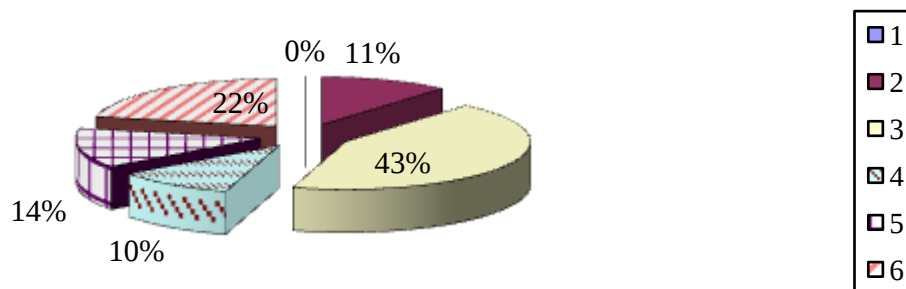
Примечание: (мм) 1- крупный и средний песок; 2- мелкий песок; 3- крупная пыль; 4- средняя пыль; 5- мелкая пыль; 6 –илистая фракция

Рисунок 6 - Гранулометрический состав пахотного горизонта. Участок № 30. 2019 г.



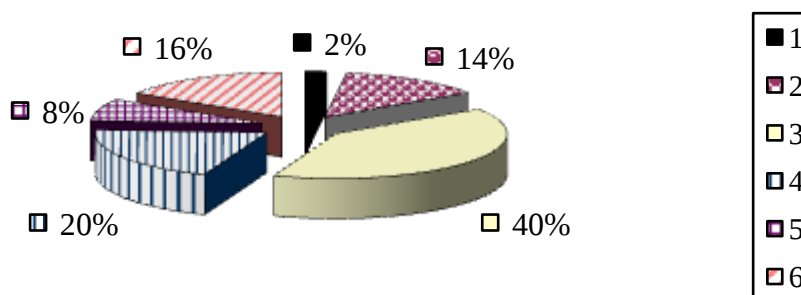
Примечание: (мм) 1- крупный и средний песок; 2- мелкий песок; 3- крупная пыль; 4- средняя пыль; 5- мелкая пыль; 6 –илистая фракция

Рисунок 7 - Гранулометрический состав горизонта A_1A_2 . Участок № 12 (целинная почва). 1999 г.



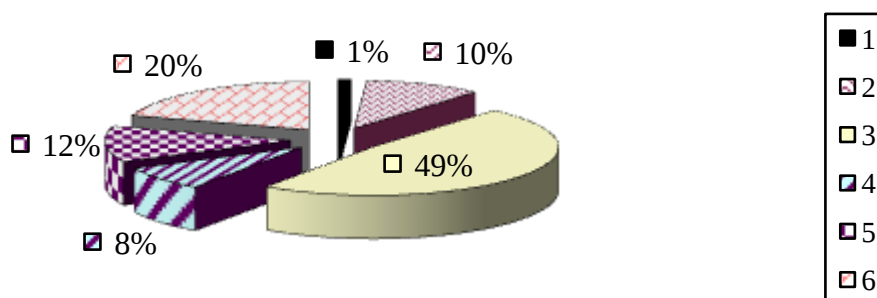
Примечание: (мм) 1- крупный и средний песок; 2- мелкий песок; 3- крупная пыль; 4- средняя пыль; 5- мелкая пыль; 6 –илистая фракция

Рисунок 8 - Гранулометрический состав горизонта A_1A_2 . Участок № 31(целинная почва). 2019 г.



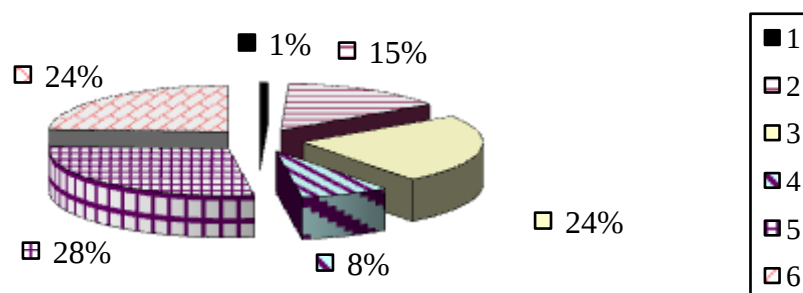
Примечание: (мм) 1- крупный и средний песок; 2- мелкий песок; 3- крупная пыль; 4- средняя пыль; 5- мелкая пыль; 6 –илистая фракция

Рисунок 9 - Гранулометрический состав пахотного горизонта. Участок № 32. 2019 г.



Примечание: (мм) 1- крупный и средний песок; 2- мелкий песок; 3- крупная пыль; 4- средняя пыль; 5- мелкая пыль; 6 –илистая фракция

Рисунок 10 - Гранулометрический состав пахотного горизонта. Участок № 33. 2019 г.



Примечание: (мм) 1- крупный и средний песок; 2- мелкий песок; 3- крупная пыль; 4- средняя пыль; 5- мелкая пыль; 6 –илистая фракция

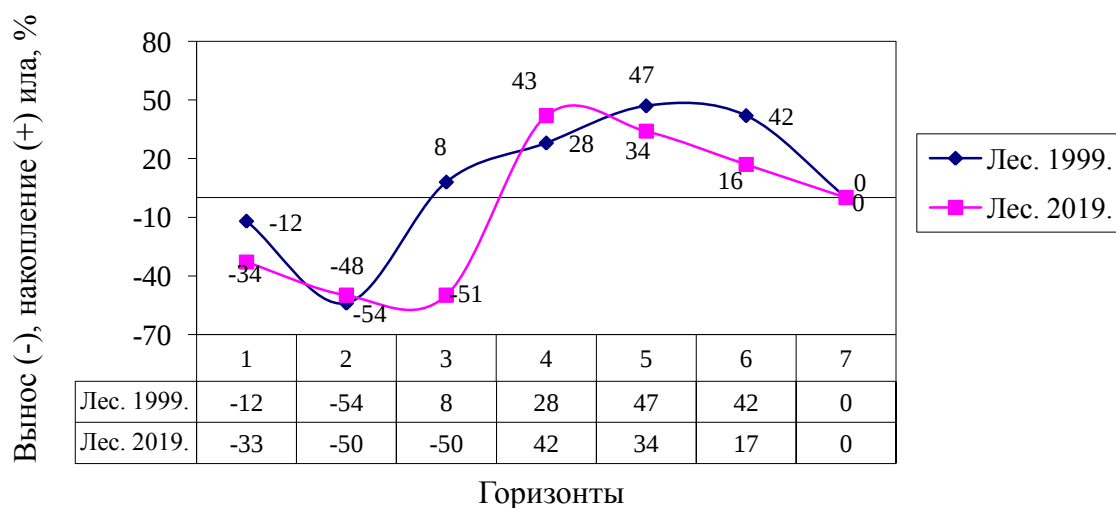
Снижение фракций мелкой пыли от целинной почвы к пахотной можно объяснить тем, что в процессе механических обработок повышается водопроницаемость, вследствие чего усиливается лессиваж. Это способствует усиленному выносу механических частиц и уменьшению емкости поглощения ППК. С повышением степени окультуренности снижается количество фракций физической глины в 25см слое почвы и увеличение содержания физической глины и ила в иллювиальных горизонтах (Тумасов А.А., Росляков Н.Т.,1994).

В нашем случае, сопоставляя «движение» фракций в результате «жизнедеятельности» почвы сразу же бросаются в глаза ряд изменений. Изменения затрагивают только (как и говорилось уже ранее) верхние слои почвы, так например, в результате воздействия различных процессов за изучаемый период на почву, процентное содержание фракции размером 0,05 - 0,01 мм претерпел определенные изменения. При этом наблюдается, как бы внутреннее перераспределение фракций. Под воздействием различных процессов почвообразования происходит естественное разрушение более крупных и накопление мелких частиц. Существенного роста мелких частиц не наблюдается, поскольку они, в свою очередь, в результате такого же

разрушения выносятся из почвенного профиля. Таким образом происходит постоянный «круговорот частиц в почвенном профиле». Характерно, что человек может влиять на это, казалось бы, сугубо природное явление (Kelly S. M., Strickland R. S., 1987). Применяя органические удобрения, проводя обработку в рекомендуемые сроки и предотвращая развитие эрозионных процессов можно существенно повысить содержание самых маленьких илистых частиц и предотвратить их чрезмерно «шустрое» движение по направлению из почвенного профиля. Так в почвах сортоучастка наблюдается явное перераспределение почвенных частиц, в сторону уменьшения их размера. Природный фактор оказывает меньшее воздействие на подобное перераспределение, и на целинных почвах резкого изменения не улавливается.

Сравнивая содержание илистых частиц по генетическим горизонтам, можно отследить определенную логику (рисунки 11 и 12).

Рисунок 11- Изменение содержания илистой фракции под лесом за 20 лет

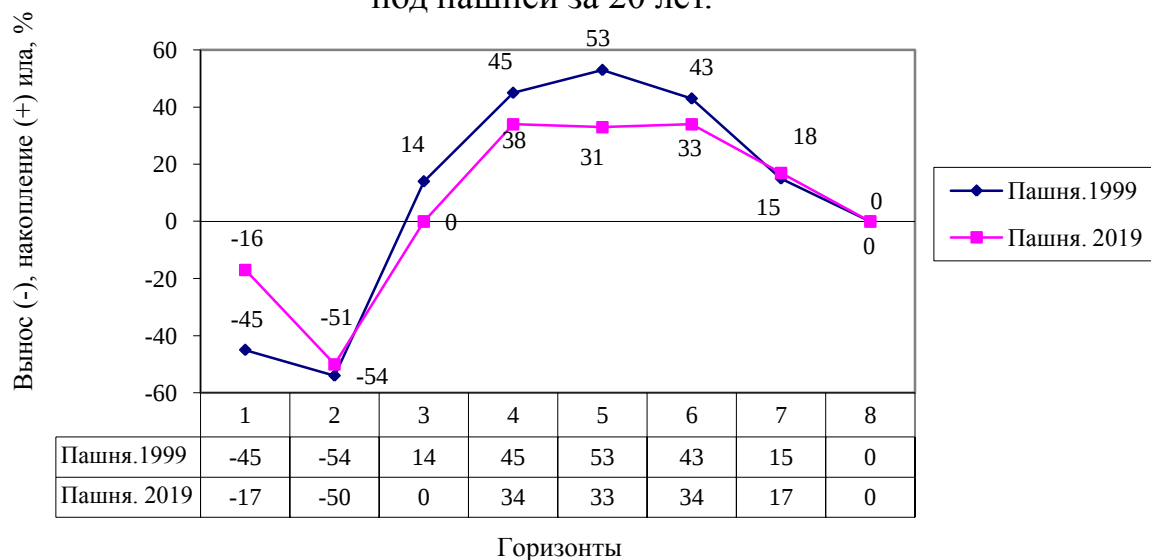


Примечание: (см) 1- A_1A_2 6(8)-13; 2 - A_2 13-23(25); 3- A_2B_1 25(33)-40; 4- B_1 35(40)-45(50); 5- B_2 60-70; 6- B_2C 90(110)- 100(130); 7- $C >145$

Горизонт A_2 четко отличается от всех остальных по выносу илистых частиц. Горизонт В имеет увеличенный размер, в котором накапливается

максимум ила. Разрушение и вынос илистых частиц вниз по почвенному профилю возможно как в целинных, так и в распаханых почвах. Характерно, что в почвах подвергающихся вспашке данное явление более часто и интенсивнее.

Рисунок 12 - Изменение содержания илистой фракции под пашней за 20 лет.



Примечание: (см) 1- $A_{\text{п}}$ 0-21(24); 2- A_2 21(24)- 25(33); 3- A_2B_1 25(33)-43; 4- B_1 43-50; 5- B_2 50-75; 6- B_3 75(95)-120(105); 7- B_2C 120(115)-145; 8 – $C > 145$.

Бросающийся в глаза вынос частиц $< 0,001$ мм происходит до глубины 42 см, и замедляется в границах горизонта A_2B_1 . Сельскохозяйственное использование существенно замедляет процесс подзолообразования. К такому выводу нас наталкивает тот факт, что в пахотном горизонте происходит аккумуляция илистой фракции и как следствие этого «физической глины». И что мы видим, в почве участка №30 в границах горизонтов $A_{\text{пах}}$ и A_2 наблюдается рост значений данных частиц в пределах 7 и 2% соответственно.

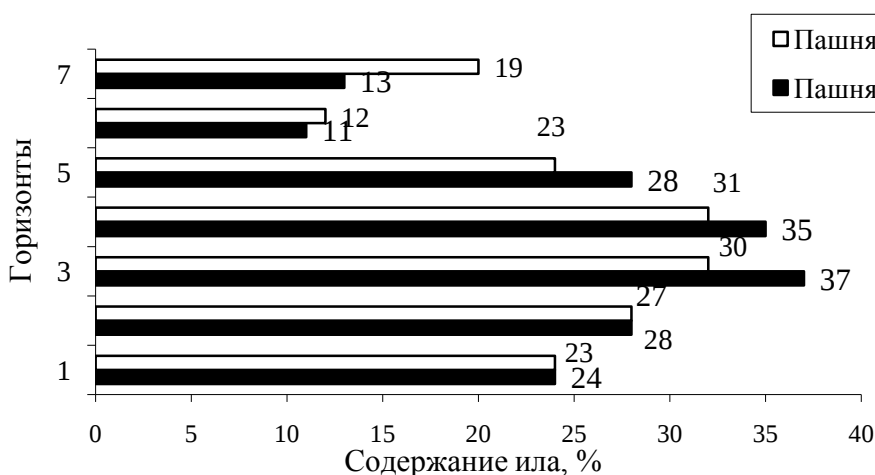
В результате хозяйственной деятельности на пашне хозяйства (СПК племзавод «Соколовка», участок 32) показатели по илистым частицам и физической глины близки к участку 30. Завышенные показатели по «физической» глине в эродированной почве (участок №33) объясняются припашкой более тяжелого нижележащего горизонта.

Прямой зависимостью всего этого является то, что замедляется и вынос ила из этих горизонтов. Так в почве сортоучастка снижается с - 45 до - 17%. На участке №32 вынос составляет - 14%, что же касается эродированной почвы, то за счет припашки более утяжеленного горизонта вынос не наблюдается. Обратно противоположная картина складывается на почве, сформированной под естественной растительностью, где вынос илистых частиц возрос практически в 2 раза (с -12 до - 33%). Все это вместе подтверждает положительное влияние антропогенного воздействия (Белоусова Н.И., 1989).

В целом по всему профилю произошло перераспределение элементарных частиц, так более крупные разрушаются, и происходит накопление, при благоприятных условиях, мелкодисперсионных частиц.

Различия в содержании ила увеличиваются по мере развития почвы в процессе почвообразования (рисунок 13).

Рисунок 13 - Изменения распределения ила на пашне в результате длительного использования



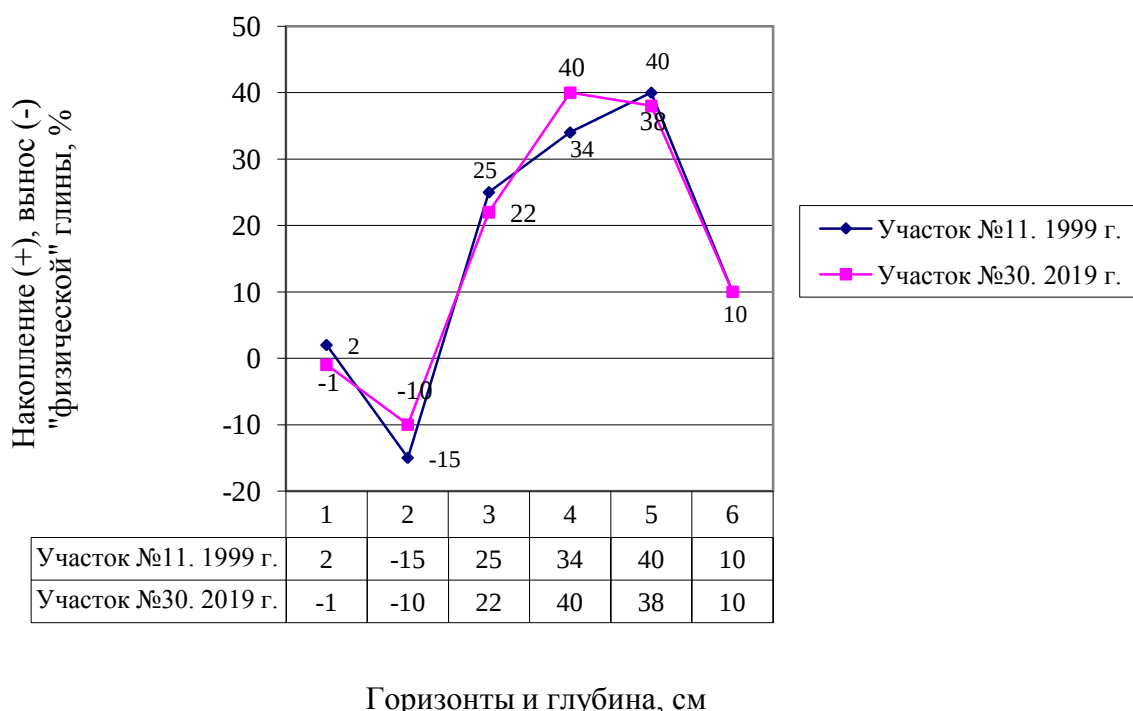
Примечание: 1- C; 2 – B₂C; 3 – B₂; 4 – B₁; 5 – A₂B; 6 – A₂; 7 - A_п

В природе все взаимозаменяемо, это лишний раз подтверждает и тот факт, что в почвах устанавливается определенное равновесие в категориях ила, а именно, образование ила в верхних горизонтах равняется его разрушению с последующим выносом из профиля. Именно поэтому то

обеспеченность илом пахотного горизонта приближено к его количеству в почвообразующей породе (ТомпсонЛ., ТроуФ., 1982)

С содержанием в почвенном профиле илистой фракции напрямую связано и содержание фракции «физической глины». Если наблюдается рост/вынос ила из горизонта, то это незамедлительно укажет и на облегчении/утяжеление гранулометрического состава. На первый взгляд это должно быть схожие показатели, но только на первый взгляд. Не все так равнозначно. Да, на пашне граница выноса илистой фракции располагается ниже, чем «физической глины» и это может быть показателем элювиирования, с опусканием границы горизонта вымывания. Однако, в результате интенсивного использования пахотных почв, наблюдается снижение темпа выноса «физической» глины (рис. 14), что в свою очередь нам указывает только на одно. Опускание нижней границы, а, следовательно, и увеличение мощности подзолистого горизонта замедлится и сможет стабилизироваться на одном уровне.

Рисунок 14 - Изменение содержания "физической" глины под пашней



Примечание:(см) 1-А_п 0-20(24); 2-А₂ 20(24)- 24(33); 3- А₂В₁ 25(33)-43; 4-В₁ 43-50; 5-В₂ 50-75.

Подытоживая можно констатировать факт, что в процессе естественных и антропогенных воздействий происходит разрушение более крупных фракций до более мелких, и они равномерно ранжируются по профилю. Тем самым, не допуская резких скачков в гранулометрическом составе.

Данный факт развеивают еще одно заблуждение, бытующее среди многих земледельцев, которые для «облегчения» глинистых почв применяют внесение в почву песка. Так вот это мероприятие абсолютно бесперспективно, поскольку песчаные фракции со временем разрушаться и будет тот же самый ил и физическая глина. Единственно, чем можно успокоить это произойдет через продолжительный период времени.

Для того, чтобы почва имела удовлетворительные характеристики необходимо, чтобы она обладала предрасположенностью к формированию наиболее важных с агрономической точки зрения агрегатов. Данную способность почв устанавливают по двум показателям: коэффициенту структурности и водопрочности агрегатов (Бондаренко Н.Ф., 1975). Данные коэффициенты представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты «мокрого» и сухого просеивания.

Участок, горизонт	Водопрочность агрегатов (А)	Коэффициент структурности (К)
1	2	3
Участок №30 А _{пах} 0-23	0,74	2,09
А ₂ 23-28(34)	0,86	4,37
А ₂ В ₁ 28(34)-42	3,73	4,92
В ₁ 42-51	3,41	3,35
В ₂ 51-96		3,54
В ₂ С 96-115		0,74
С 115-1450		0,46
Участок № 31. А ₁ А ₂ 5-12	0,67	3,27
А ₂ 12-24	0,76	3,65
А ₂ В ₁ 24-33	0,61	2,07
В ₁ 33-54	1,53	3,78
В ₂ 54-109		2,31
В ₂ С 110-135 (140)		0,92
С 140 и более		0,53
Участок №32. А _{пах} 0-20	0,68	2,87
А ₂ В ₁ 20-33	1,49	5,89
В ₁ 33-55	3,49	8,01
В ₂ 55-90		5,41

Продолжение таблицы 3

1	2	3
B ₂ C 90-115		0,57
C 115-150		0,76
Участок №33. А _{пах} 0-15	3,36	1,16
B ₁ 45-50	164	5,58
B ₂ 50-63		2,33
B ₂ C 93-115		5,89
C 115-130		0,73

Проведя анализ данных коэффициентов структурности, вытекает вывод, что сверху вниз по почвенному профилю наблюдается его рост (на стационарном участке 30 с 2,09 до 4,92, в целинной почве он располагается на постоянном уровне и больших варьирования не происходит, на почве, подверженной смыву с 1,16 до 5,89), но приближаясь к почвообразующей породе находится в районе нуля. Наибольший коэффициент наблюдается у целинных почв ($K=3,27$).

В случае внесения в почву повышенных доз органических и минеральных удобрений происходят процессы улучшения структуры, в особенности, если дело касается почв, длительно используемых в хозяйственном обороте. Устойчивость почв к водному разрушению не высокая, но увеличивается к нижним горизонтам. Так на пашне происходит улучшение с 0,68 до 3,49; в лесной почве с 0,67 до 1,53. Такую же картину можно наблюдать и на других стационарных площадках, исключением являются эродированные почвы, где происходит обратное, а именно снижение показателей водопроницаемости с 3,36 до 1,64. Рядом советских ученых, таких как Хана Д.В., Бондарева А.Г., Вадюниной А.Ф. установлено, что устойчивость к разрушению напрямую зависит от содержания органического вещества в почве (Бондарев А.Г., 1994; Вадюнина А.Ф., 1986; Хан Д.В., 1969).

Для того, чтобы сформировалась полная картина структурного состояния проведем исследования по «мокрому» и сухому просеиванию верхнего 35-ти сантиметрового слоя (приложение 2). Результаты

исследований указывают на то, что в случае если почва находится в сухом состоянии, то в ней преобладают крупные, близкие к глыбистой фракции.

Ко всему прочему преобладающие дерново-подзолистые почвы имеют неводопрочную структуру. Под воздействием увлажнения они переходят в бесструктурное состояние.

3.4. Трансформация базовых физических характеристик

Частое воздействие на верхние горизонты почв сельскохозяйственными движителями и орудиями неминуемо окажет влияние на свойства почв. Физические свойства входят в их число, поэтому сравнивая показатели нетронутых обработкой почв и пахотных можно увидеть ряд различий. Введение почв в культуру оптимизирует доступ влаги и воздуха, теплообмен почвы, а именно ее прогрев (Федоров С. Е., 2019). Оптимизация, начинаясь с верхних горизонтов, постепенно достигает и более глубокие слои почвы.

Однако с этим вопросом не все так однозначно и оптимистично, как казалось бы на первый взгляд. Многолетние исследования ведущих почвоведов сходятся во мнении, что на почвах подзолистого типа происходит генетическое и антропогенное уплотнение, в виду низкого содержания в них органического вещества. Уплотнение почвы является верным знаком, что в почве будут нарушены водные и агрофизические свойства (Канев В.В., 2005).

В приложении 3 даны результаты исследований водно-физических свойств, полученные в полевых условиях.

Влияние природных и антропогенных факторов ограничивается только верхними горизонтами. С глубины 40 см влияние факторов отражаются в тождественных значениях. Все рассматриваемые показатели тесно связаны друг с другом. Если изменится значение одного показателя, то это неминуемо приведет к изменению и других.

На способность почвы поглощать влагу из воздуха влияет содержание в ней гумуса, чем выше его содержание, тем выше максимальная гигроскопичность (МГ). Как мы можем видеть, в хорошо окультуренной почве сортоучастка МГ увеличивается на 0,2 - 0,3 % по сравнению с другими рассматриваемыми вариантами. В целинной же почве данный показатель увеличивается до 7,4%.

При увеличении содержания фракции «физической» глины вниз по профилю возрастают значения влажности завядания и наименьшей влагоёмкости. Так наименьшая влагоемкость в подзолистом, обедненном илистыми фракциями горизонте составляет 26.8%, а в горизонте вымывания (В₂) это значение уже составляет 32,3%.

Высказанные ранее утверждение, что гранулометрический состав и содержание гумуса влияют на водные показатели почв можно проследить на опыте по длительному воздействию. Так, по прошествии 20-ти лет в почве произошло снижение гумуса (на пашне) и вынос илистых частиц (в целинной почве) и это стало причиной снижения максимальной гигроскопичности.

Дерново-подзолистая почва тяжелого гранулометрического состава имеет неудовлетворительные показатели водопроницаемости, и это неоспоримый факт. Для нас же было интересно проследить влияние эрозийного смыва на водопроницаемость. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Водопроницаемость.

Горизонт, разрез	Водопроницаемость, мм\мин
Разрез №30. Пашня. А _{пах}	0,06
А ₂	0,08
А ₂ В ₁	0,03
В ₁	0,08
В ₂	0,04
В ₂ С	0,025
С	0,025
Разрез №33. Пашня. А _{пах}	0,06
В ₁	0,03
В ₂	0,02
В ₂ С	0,025
С	0,025

Оценивая данные таблицы 4, видно, что почвы описываемых разрезов обладают низкой водопроницаемостью. Это согласуется с данными Ф.Р. Зайдельмана, который установил, что почвы образованные на покровном суглинке имеют низкую водопроницаемость, пропорционально уменьшающуюся по мере утяжеления гранулометрического состава. Водопроницаемость происходит по образующимся трещинам. Водопроницаемость пахотных горизонтов разрезов совпадают, но в отличие от разреза 30, разрез 33 заложен на склоне, это и вызывает смыв почвы. По данным Г.А. Суровой (2003) на тяжёлых по гранулометрическому составу почвах, где весной наблюдается верховодка, талые воды уходят поверхностным стоком.

Не последнее место в становлении основных физических свойств почвы занимает плотность сложения. Данное физическое свойство отвечает за гумусовое состояние, режим увлажнения, количество поступающего воздуха и теплообмен (Taylor H.M., 1989).

В литературных источниках ряд исследователей указывают, что значение оптимальной плотностью суглинистых и глинистых почв является показатель, равный $1,1 - 1,3 \text{ г/см}^3$. Тем не менее, на данную величину может оказывать влияние количество гумуса и то, какая культура располагается на поле. Нами проведено сравнение показателей плотности почв разной степени освоённости (приложение 4).

За контроль брался участок целинной почвы и с ним сравнивались все остальные показатели. При проведении математической обработки полученных данных было установлено следующее. Плотность верхних горизонтов ($A_{\text{п}}$) пахотных почв в зависимости от степени окультуренности и освоённости имеют показатели в диапазоне $1,4 - 1,57 \text{ г/см}^3$. Что интересно, но эта картина характерна только для верхнего слоя. С глубиной показатели плотности у целинной почвы повышаются. Так плотность нижележащих горизонтов в пахотной почве снижается до значений $1,31 \text{ г/см}^3$ хорошо окультуренной почве, $1,43 \text{ г/см}^3$. Даже в почве подверженной разрушению

(участок 33) плотность горизонта В₁ имеет показатель ниже контроля (1,44 г/см³ и 1,54 г/см³) соответственно. Этому опять же есть логическое объяснение. Верхние слои пахотных почв подвергаются механизированному воздействию техники, и как следствие происходит уплотнение (и даже разрыхление верхнего слоя здесь, не улучшают общую картину). В нижележащих горизонтах, где процесс уплотнения с/х техникой уже не распространяется, на плотность оказывают воздействия уже природные факторы, а именно процессы почвообразования. В лесной почве основным активным процессом почвообразования является подзолистый, с активным выносом илистых частиц вниз по профилю, а, следовательно, и утяжеления горизонта. Утяжеление состава соответственно повысит показатели плотности сложения. Этот вывод полностью соответствует с выводами, сделанные по результатам изучения изменения гранулометрического состава.

Точно так же можно объяснить и различие в показателях плотности сложения в почвах разной степени окультуренности. Только в этом случае необходимо это увязать с содержанием гумуса. В окультуренных почвах его содержание будет выше. Как известно, но гумусированные почвы формируют более ценную структуру, которая более устойчива к уплотнению. Именно поэтому нижележащие горизонты, где содержание гумуса одинаковое, имеют примерно схожую и плотность сложения.

Изучаемые почвы (таблица 5) имеют посредственную общую порозность в пределах 40,4 - 56,2%. Исключение составляет смытая почва с показателем порозности 37,2%.

Полученные данные свидетельствуют о консервативности показателя твёрдой фазы почвы, которой не свойственно меняться со временем. Свой максимум она достигает в горизонте вымывания (В), равный 2,70 г/см³. Это вытекает из ранее полученных данных разными исследователями, которые объясняют наличие у мелкой пыли и ила максимального удельного веса.

Таблица 5 - Изменение плотности и пористости

Участок, горизонт, см	Плотность твёрдой фазы почвы, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³	Пористость (общая), %	Пористость аэрации, %
Участок №11. Пашня. 1999г. А _п 0-22	2,44	1,37	43,8	16,2
А ₂ 22-24	2,60	1,38	46,9	21,50
А ₂ В ₁ 24-32	2,58	1,34	48,5	22,40
В ₁ 32-42	2,60	1,45	45,1	16,80
В ₂ 42-76	2,70	1,50	42,5	13,20
В ₃ 46-120	2,61	1,41	47,2	18,20
В ₂ С 120-145	2,67	1,24	50,8	24,60
С 1450и больше	2,60	1,33	48,8	21,50
Участок №30 Пашня. 2019г. А _п 0-23	2,44	1,40	42,6	15,05
А ₂ 23-28(34)	2,60	1,36	47,7	20,85
А ₂ В ₁ 28(34)-42	2,58	1,31	49,2	23,10
В ₁ 42-51	2,60	1,43	45,0	17,45
В ₂ 51-96	2,70	1,52	43,7	11,40
В ₂ С 115-145	2,67	1,26	52,8	24,10
С 145- 160	2,60	1,34	48,5	21,20
Участок №12. Лес. 1999г. А ₁ А ₂ 7-12	2,56	0,98	61,7	29,1
А ₂ 12-22	2,62	1,36	48,1	18,2
А ₂ В ₁ 22-32	2,64	1,46	44,7	11,0
В ₁ 32-51	2,66	1,50	43,6	8,6
В ₂ 51-72	2,56	1,50	41,4	4,6
В ₂ С 110-130	2,63	1,47	44,1	9,4
С 130-145	2,68	1,37	48,5	19,2
Участок №31.Лес.2019 г. А ₁ А ₂ 5-12	2,56	1,12	56,2	24,1
А ₂ 12-24	2,62	1,39	46,9	17,8
А ₂ В ₁ 24-33	2,64	1,48	43,9	9,7
В ₁ 33-54	2,66	1,54	42,1	8,4
В ₂ 54-109	2,56	1,53	40,2	4,4
В ₂ С 110-140	2,63	1,48	43,7	9,2
С 140-165	2,68	1,37	48,8	22,9

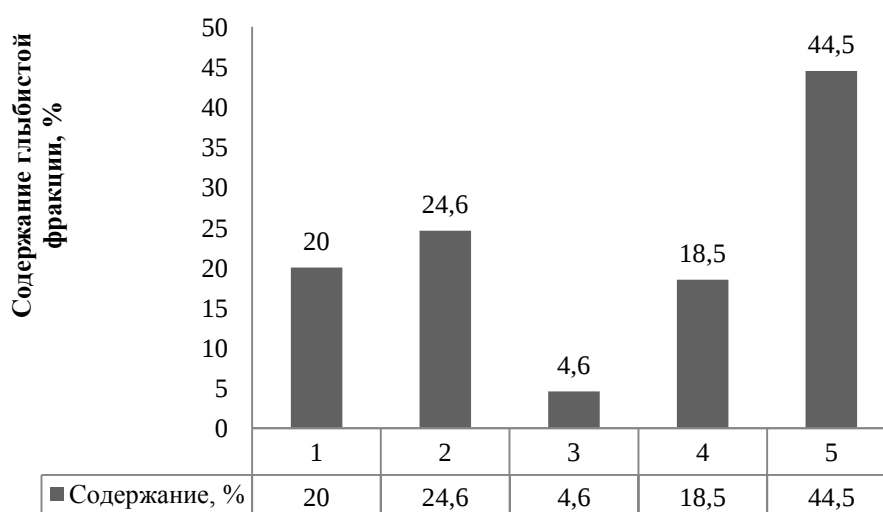
Данные таблицы указывают, на тот факт, что в результате длительного использования пахотных почв происходит ухудшение физических показателей. Увеличилась плотность сложения (с 1,37 до 1,40 г/см³) и снизился процент пористости аэрации (с 16,2% до 15,05%). Такие результаты опять же можно увязать с изменениями, произошедшими в гранулометрическом составе почв, а именно с изменением содержания пыли. С увеличением доли этой фракции в почвенном профиле приводит к

увеличению и плотности сложения (Афанасьев Н.И., 1990). В целинной почве все изменения опять же связаны с протеканием естественного процесса почвообразования.

Для получения окончательной картины по влиянию естественного и антропогенного воздействия на физические свойства почвы мы их сравним с оптимальными.

Обобщая все полученные данные по физическим свойствам изучаемых почв, мы попытались сравнить их с оптимальными параметрами агрофизического состояния дерново-подзолистых суглинистых почв (рисунки 15-17).

Рисунок 15 - Сравнительная характеристика содержания глыбистой фракции, %

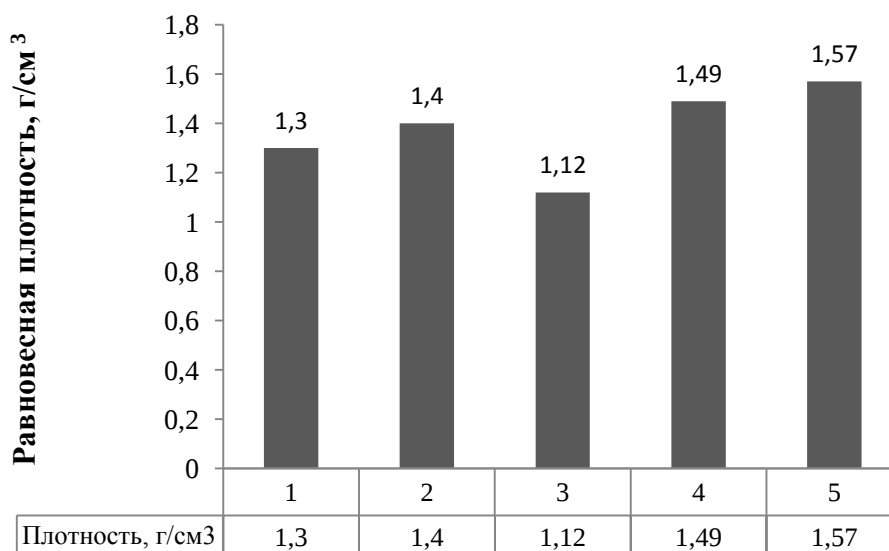


Примечание: 1 – К (контроль); 2 – участок №30; 3- участок №31; 4- участок № 32; 5- участок №33

По всем основным критериям агрофизических свойств наблюдается отклонение от оптимальных показателей. Максимальные отклонения выявлены по содержанию фракций $> 10\text{мм}$ и плотности. В почве не происходят деградационные процессы в том случае, когда реальные значения глыбистости не перешагивают критерия в $\pm 10\text{-}20\%$ от оптимального значения. В случае подверженности почвы эрозионному смыву все

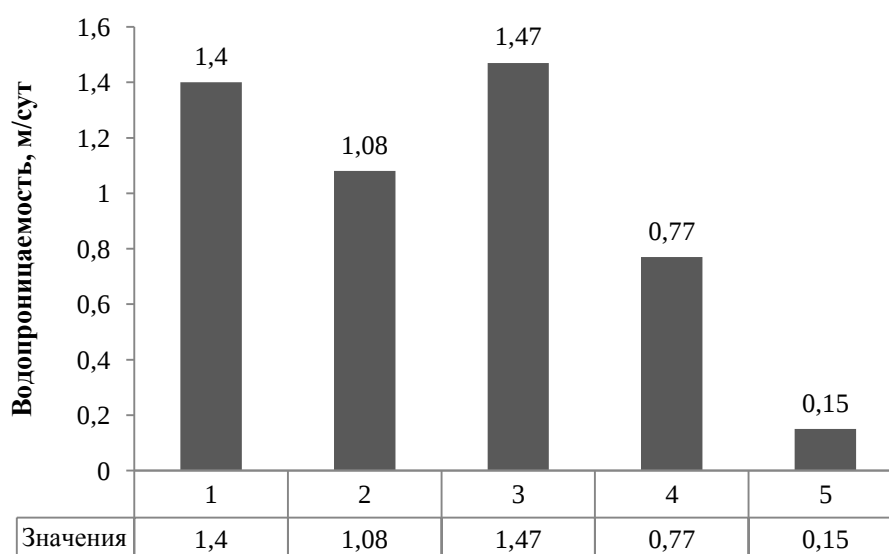
показатели получаются завышенными по отношению к допустимым. Так при допустимом содержании глыбистых фракций $< 20\%$, только целинная почва удовлетворяет требованиям оптимальности. В пахотной почве этот показатель находится в пределах $18,5 - 24,6\%$.

Рисунок 16 - Сравнительная характеристика равновесной плотности, г/см^3



Примечание: 1 – К (контроль); 2 – участок №30; 3- участок №31; 4- участок № 32; 5- участок №33

Рисунок 17 - Сравнительная характеристика водопроницаемости, м/сут.



Примечание: 1 – К (контроль); 2 – участок №30; 3- участок №31; 4- участок № 32; 5- участок №33

Оптимальные значения плотности ($< 1,3 \text{ г/см}^3$) удовлетворяет только целинная почва, пахотные же превышают это значение. В прямой зависимости с плотностью находится показатель водопроницаемости. При увеличении показателя плотности снижается и водопропускная способность почв. Из рисунка это наглядно видно, что и показатель водопроницаемости не достигает оптимального значения $> 1,5 \text{ м/сут.}$

Таким образом, для того чтобы исследуемые почвы достигли оптимальных показателей физических свойств первоочередной задачей должно быть снижение плотности пахотного и подпахотных горизонтов. Достижение этой поставленной цели может свестись к использованию комплексных сельскохозяйственных агрегатов, для снижения числа проходов по полю, включение в систему севооборотов большего числа многолетних трав, которые хоть и повышают плотность корнеобитаемого слоя, но разрыхляют нижележащие горизонты. При этом многолетние травы оставляют после себя больше биомассы, чем другие культуры. Большая же биомасса способствует накоплению органического вещества, и как следствие гумуса, который играет не последнюю роль в формировании агрофизических свойств почвы. Единственное, что следует помнить, так это то, что данные мероприятия не должны носить разовый характер, а осуществляться на регулярной основе, поскольку дерново-подзолистые почвы очень чувствительны к улучшению и обладают высокой восстанавливающей способностью.

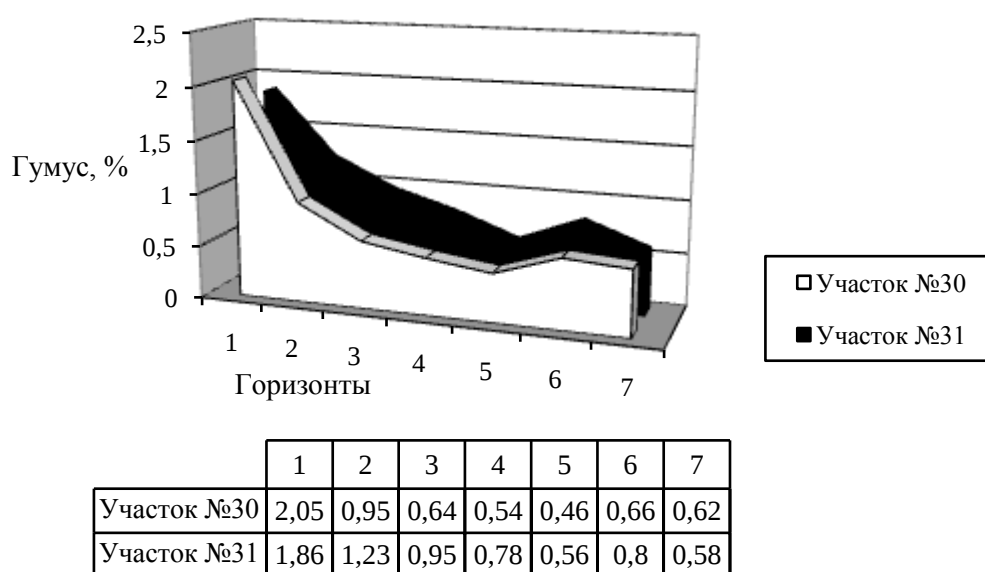
3.5. Трансформация гумусового состояния

Главной характеристикой почвенного покрова, свидетельствующая о состоянии плодородия является гумус. От содержания гумуса будет зависеть и физические и водно-физические и морфологические свойства(Саидов М.М., 2016).

Накопление или снижение гумуса в почве зависит от природных и антропогенных факторов, а как следствие этого активность соответствующего почвообразовательного процесса (Unger P.W., 1968).

Обеспеченность гумусом является изменяющейся характеристикой, которую следует регулярно мониторить и постоянно проводить мероприятия по поддержанию и повышению уровня органического вещества в почве (рис.18 - 19).

Рисунок 18 - Содержание гумуса

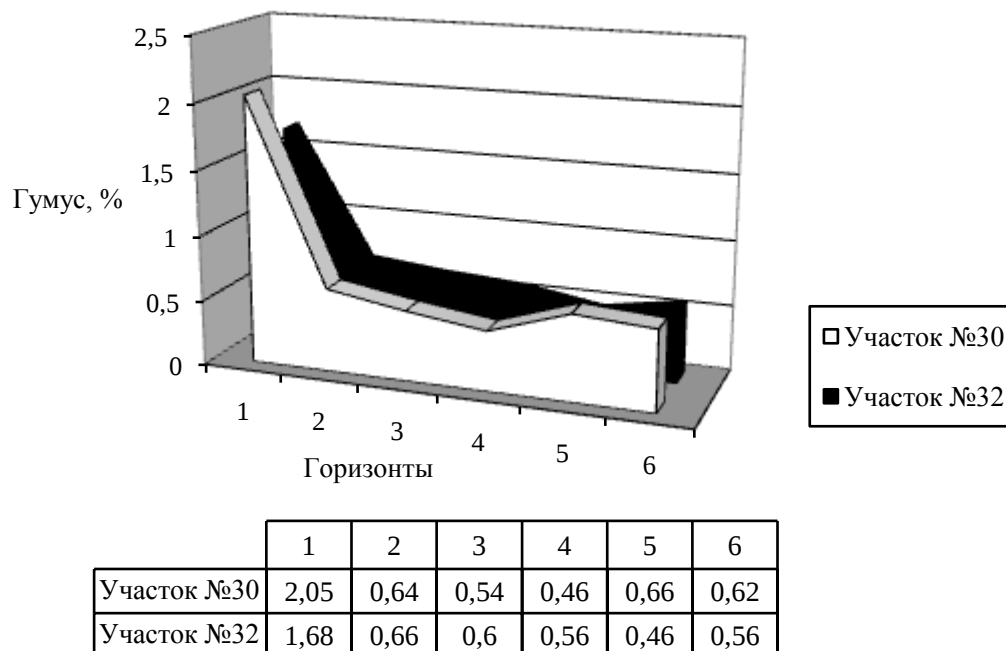


Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$ (A_1A_2); 2- A_2 ; 3- A_2B_1 ; 4 - B_1 ; 5 - B_2 ; 6 - B_2C ; 7- C

Применяя повышенные дозы органических удобрений можно повысить его содержание и превзойти по этому показателю целинные аналоги. Так в нашем случае на хорошо окультуренной почве сортоучастка его содержание составляет 2,05% по отношению в 1,86% к лесной. В нижележащих горизонтах содержание гумуса снижается во всех рассматриваемых вариантах. Степень окультуренности тоже играет существенную роль, так при сравнении участка 30 и 32 (СПК племзавод «Соколовка») видно, что в менее окультуренной почве хозяйства меньше содержится и гумуса. Это свидетельствует, в первую очередь о том, что на почвах сортоучастка применялись более высокие дозы органических удобрений. В подпахотных

же горизонтах содержание гумуса значительно не отличается и находится в одинаковых значениях.

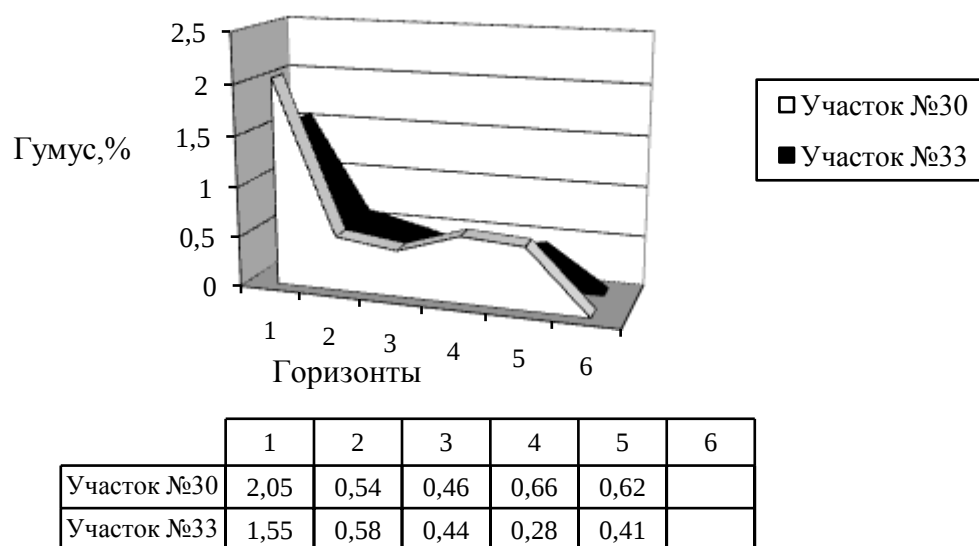
Рисунок 19 - Содержание гумуса



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$; 2- A_2B_1 ; 3 - B_1 ; 4 - B_2 ; 5 - B_2C ; 6- C

С ростом смыва плодородного слоя почвы снижается и содержание гумуса в пахотном горизонте (рис. 20)

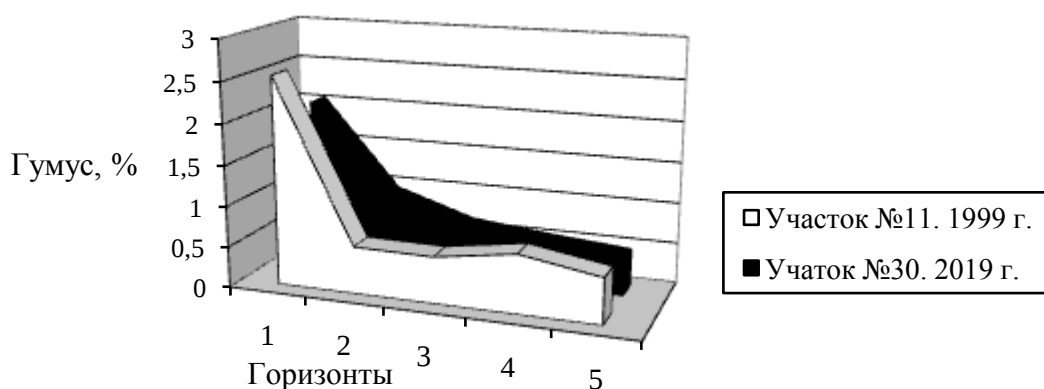
Рисунок 20 - Содержание гумуса



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$; 2 - B_1 ; 3 - B_2 ; 4 - B_2C ; 5- C

Длительный период использования с нерегулярным внесением удобрений и вынос питательных веществ возделываемыми культурами, накладывает свой отпечаток на содержание гумуса. Так за длительный период времени на почвах Зуевского сортоучастка произошло снижение содержания гумуса на 0,5% (рис. 21). При этом наблюдается его увеличение в подпахотных горизонтах.

Рисунок 21 - Содержание гумуса



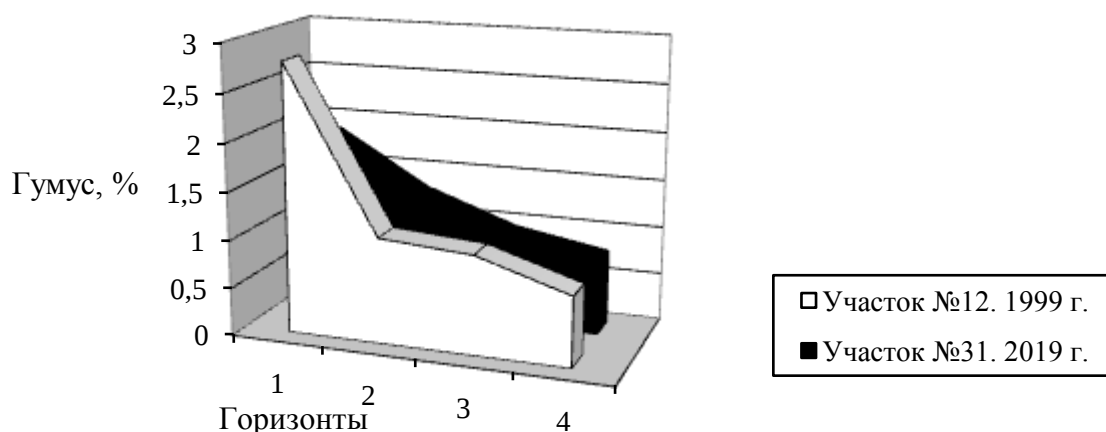
	1	2	3	4	5
Участок №11. 1999 г.	2,56	0,58	0,57	0,72	0,56
Участок №30. 2019 г.	2,05	0,95	0,64	0,54	0,46

Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$ (A_1A_2); 2- A_2 ; 3- A_2B_1 ; 4 - B_1 ; 5 - B_2

Аналогично антропогенному фактору влияет и природный. Убедиться в этом нам позволяет динамика содержания гумуса в лесной почве за 20-ти летний период. Содержание гумуса в верхнем 10-ти сантиметровом слое снижается с 2,8% до 1,86%. При этом, в отличие от пахотной почвы в нижележащих горизонтах существенного накопление гумуса не наблюдается. Показатели содержания гумуса выравниваются на глубине горизонта B_1 , то есть в районе 50-ти сантиметров.

Все перечисленное ранее объясняется проявлением одного процесса, названным – дегумификацией. Когда происходит естественное разрушение гумуса под влиянием природного и антропогенного фактора.

Рисунок 22 - Содержание гумуса



	1	2	3	4
Участок №12. 1999 г.	2,8	1,1	1,03	0,73
Участок №31. 2019 г.	1,86	1,29	0,95	0,78

Примечание: - A_{пах} (A₁A₂); 2-A₂; 3- A₂B₁; 4 - B₁.

Рассматривая вопрос о гумусном состоянии почвы, следует проанализировать его групповой и фракционный состав.

Гуминовые кислоты (ГК), являясь составляющей гумуса, положительно влияют на закрепление его в почве, поскольку они легко взаимодействуют с минеральной частью почвы. В противовес гуминовым кислотам существуют фульвокислоты. Они также хорошо взаимодействуют с минеральной частью почвы, но только в отличие от гуминовых кислот не закрепляют питательные вещества, а растворяют их и выносят из почвенного профиля, тем самым вызывая оподзоливание и снижая почвенное плодородие.

Гумус дерново-подзолистых почв содержит подавляющее большинство фульвокислот (ФК), поэтому он плохо закрепляется в почве (В.К. Пестряков, 1970).

В нашем случае почвы всех стационарных участков имеют гумус фульватно-гуматного типа. Это и объясняет факт низкого содержания в почве гумуса.

Изучаемые почвы имеют типичное для дерново-подзолистых данного региона морфологическое строение, а также содержание, распределение, состав гумуса; ГК представлены всеми 3-мя фракциями (приложение 5). Преобладающей фракцией ФК в горизонтах является агрессивная фракция 1а. Отношение ГК:ФК близко к единице в верхних горизонтах и снижается вниз по профилю. В описываемых почвах имеется гумусово-аккумулятивный горизонт и отсутствует горизонт иллювиального накопления фульвокислот. Это связано, прежде всего, с действием тяжелого гранулометрического состава. В них наблюдается небольшое увеличение агрессивной фракции в горизонте A_2B_1 , который по своему химизму является как бы подзолистым. Так в пахотных почвах их содержание в горизонте A_2B_1 находится в интервале от 5,41 (в р. 32) до 6,6 (р.30). В лесной почве максимум содержания агрессивной фракции наблюдается в горизонте В (7,4).

В гумусе дерново-подзолистых почв данного региона не наблюдается преимущественного доминирования бурых гуминовых кислот, отвечающих за оподзоливание над двумя другими составляющими. В гумусе преобладает вторая фракция гуминовых кислот, которая отвечает за закрепление Са. Так в пахотном горизонте содержание колеблется от 8,8 (в р. 33) до 15,2% (в р. 30). Такое существенное отличие дерново-подзолистых почв изучаемого региона от других аналогов связано с низким содержанием кальция в почвообразующей породе.

По мере окультуривания суглинистых почв происходит рост содержания второй фракции гуминовых кислот. В почве Зуевского сортоучастка содержание этой фракции по сравнению с целинным аналогом выше в 2 раза, и в 1,5 раза по сравнению с почвой рядового хозяйства. По мере окультуривания наблюдается также снижение доли агрессивной фракции фульвокислот. В целинной почве содержание 1а фракции – 6,6%, а на пашне – 5,3% (р. 30) и 4,3% (р.32). Б.А. Никитин в 1986 году установил, что в слабо- и среднеокультуренных почвах содержание первой фракции гуминовых кислот возрастает, а в сильноокультуренных – снижается.

Применяя эту точку зрения к нашим разрезам, видно, что описываемые почвы относятся к разряду среднеокультуренных. Содержание 1-ой фракции ГК в лесной почве составило 6,9%, а в р. 30 – 8,5%, в р. 32 – 13,7%. При окультуривании почв в условиях сезонного переувлажнения происходит увеличение доли гуминовых кислот.

Отношение содержания гуминовых кислот к фульвокислотам по мере повышения степени окультуренности увеличивается, приближаясь к единице, и в редких случаях (в известковых вариантах) превышает её. В почвах сортоучастка отношение ГК:ФК составляет 0,96, в р. 32 -1,0, в лесной почве (р. 31) – 0,59.

При сравнении пахотной почвы с целинным аналогом произошли увеличение 3-ей фракции, имеющей прочную связь с минеральной частью почвы, в пахотной почве. По показателю содержания фракции 3, разрез 30 является более окультуренной, чем почвы разреза 32. Содержание данной фракции в разрезе 30 – 6,1%, а в разрезе №32 – 3,9%.

Для стабилизации содержания гумуса в почвах необходимо вносить органическое удобрение в дозе не ниже 8-10 т/га. Казалось бы, не такая уж и заоблачная норма, но все равно в последнее время в хозяйствах области это является завышенной цифрой.

Для того, чтобы не быть голословным мы провели анализ результатов 2-ух циклов почвенного обследования (приложение 6).

В подтверждении наших слов в преобладающих почвах за период хозяйствования между циклами произошло достоверное снижение уровня содержания гумуса. Во всех горизонтах, начиная с пахотного и оканчивая переходным наблюдается ухудшение гумусового состояния причем снижение в разы, если дело касается тяжелосуглинистых почв (снижение на 0,52%, что составляет 1,33 раза по сравнению с первым циклом). Наименьшее протекание процесса дегумификации отмечается в слабоподзолистой почве, где ко всему прочему процесс образования подзола снижен до минимума и не оказывает существенного воздействия. В слабоподзолистых почвах

разница в содержании гумуса между циклами обследования составила 1,4 раза, что выражается в 0,08%.

Таким образом, проведя мониторинг гумусового состояния почв, мы выяснили, что в результате длительного воздействия (природного и антропогенного) произошло снижение содержания органического вещества как в пахотных почвах различной степени окультуренности, так и в целинной (лесной) почве.

3.6. Трансформация базовых агрохимических характеристик

В настоящее время перед человеком стоит одна из главнейших задач, которая заключается в том, чтобы почвенное плодородие оставалось на определенном уровне, а так же регулярно повышалось. Актуальность задачи сохраняется и по сей день, поскольку наблюдается катастрофический дефицит в применении удобрений. Высокая стоимость их только усугубляет данную проблему.

Для того чтобы решить основные глобальные вопросы почвоведения, земледелия необходимо вначале разобраться в поведении основных показателей плодородия почв.

Дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию среды, и как следствие этого низкое содержание земельно-щелочных металлов (Ca и Mg), невысокая обеспеченность основными элементами питания. Агрохимические свойства быстрее всех реагируют на любые изменения, происходящие под воздействием того или иного процесса. Особенно в верхних горизонтах (приложение 7).

Значение (рН)и гидролитической кислотности указывает на тот факт, что исследуемые почвы имеют кислую реакцию среды по всему профилю. Сравнивая изменения кислотности, произошедшие в почвах сортоучастка за 20-ти летний период с 4,4 до 4,7, может свидетельствовать о проведении периодического известкования.

В лесной почве под воздействием промывного режима водного питания и кислой реакции среды сформированной в результате разложения опавшей хвои растет рН верхних горизонтов с 4,0 в 2019 году до 3,8 в 1999. В нижележащих горизонтах реакция среды сильно не изменяется.

Анализируя влияние различной степени окультуренности почв на уровень кислотности, можно отметить, что на участке 30 кислотность пахотного горизонта составляет 4,7, а на участке 32 имеют кислотность 4,4.

В результате окультуривания почв наблюдается снижение гидролитической кислотности с 10,3 мг/экв на 100 г почвы в лесной почвы до 3,96 мг/экв на 100 г почвы в хорошо окультуренной почве участка 30 и 4,23 мг/экв на 100 г в почве хозяйства СПК (племзавод) «Соколовка». Максимальное значение Нг достигается во второй полуметровой толще, в районе горизонтов A_2B_1 и B_1 . Так на почве сортоучастка гидролитическая кислотность составляет 8,65 мг/экв на 100 г почвы, на участке 32 - 7,76 мг/экв на 100 г почвы. Для почвы, подвергшейся негативному воздействию (участок 33) показатель гидролитической кислотности имеет невысокое значение, которое составляет значение - 2,93 мг/экв на 100 г почвы. Если сравнивать смытые дерново-подзолистые почвы с окультуренными, то у них наблюдается снижение гидролитической кислотности, рост степени насыщенности основаниями (В.М. Фридланд, 1986).

Как и для рассмотрения динамики изменение гумусового состояния почв региона, мы сравнили результаты материалов циклов почвенного обследования, которые представлены в приложениях 8 и 9.

За учетный период в исследуемых почвах изменились показатели кислотности солевой вытяжки (pH_{KCl}) и гидролитической кислотности. Если в пахотных горизонтах наблюдается повышение данных показателей, то в нижних горизонтах почв значение pH_{KCl} снижается, а гидролитической кислотности осталось на прежнем уровне без изменений.

Длительное использование оказывает влияние на содержание ионов Са в верхних горизонтах почв. Так в целинной почве наблюдается снижение

данного показателя с 6,98 до 4,4мг-экв на 100 г почвы и концентрация их в горизонте В, причем это характерно как для разреза, сделанного в 1999 году (10,9мг-экв на 100 г почвы), так и для разреза 2019 года (11,6 мг-экв на 100 г почвы).

При окультуривании почв увеличивается и значения степени насыщенности основаниями, когда ионы СаиMg вытесняют из почвенно-поглощающего комплекса ионы водорода и алюминия. В почвах сортоучастка она составляет 77,04 %, в целинной - 41,6%, в менее окультуренной почве хозяйства (участок 32) значение степени насыщенности основаниями находится в пределах 74,9%.

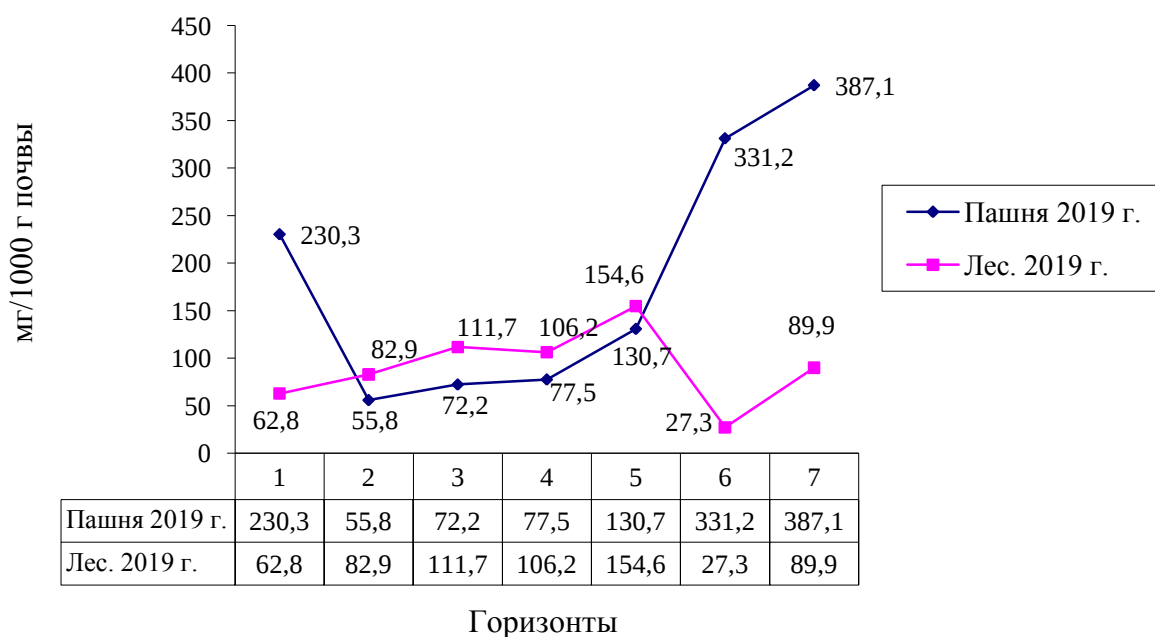
Агрохимическая характеристика смытой почвы находится в прямой зависимости от нижележащего, припахиваемого горизонта. Так там ниже значение гидролитической кислотности и выше степень насыщенности основаниями, 2,92мг-экв на 100 г почвы и 87,59% соответственно.

Не об одной почве нельзя сказать в полной мере, что она является плодородной, если у нее неудовлетворительных показатели по содержанию подвижного фосфора и обменного калия.

При повышении хозяйственной ценности земли, а иными словами окультуривании происходит нивелирование содержания P_2O_5 по почвенному профилю, путем увеличения его подвижности (рис.23).

Сопоставляя показатели по распределению доступных соединений фосфора по почвенному профилю видно, что верхние горизонты пахотных почв более обеспечены фосфором, чем их целинные аналоги. Если на участке 30 это значение составляет 230,3кгпочвы, то на участке 31 всего 62,8мг/на кг почвы. При этом, если в целинном аналоге фосфор равномерно распределяется по почвенному профилю, увеличиваясь к материнской породе, то на пашне его максимум достигается в верхнем горизонте и ближе к материнской породе.

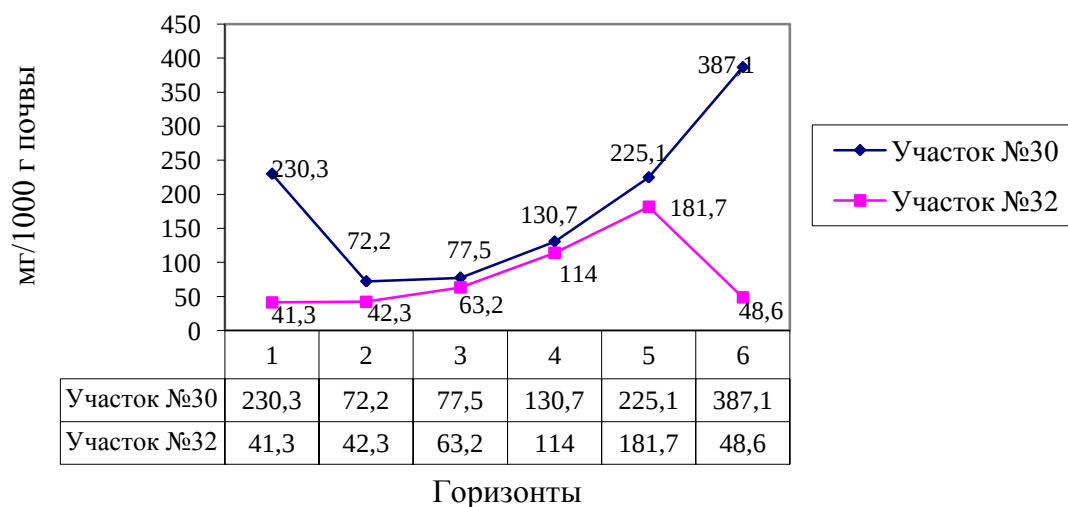
Рисунок 23 - Изменение содержания подвижного фосфора.



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$ (A_1A_2); 2- A_2 ; 3- A_2B_1 ; 4 - B_1 ; 5 - B_2 ; 6 - B_2C ; 7- C

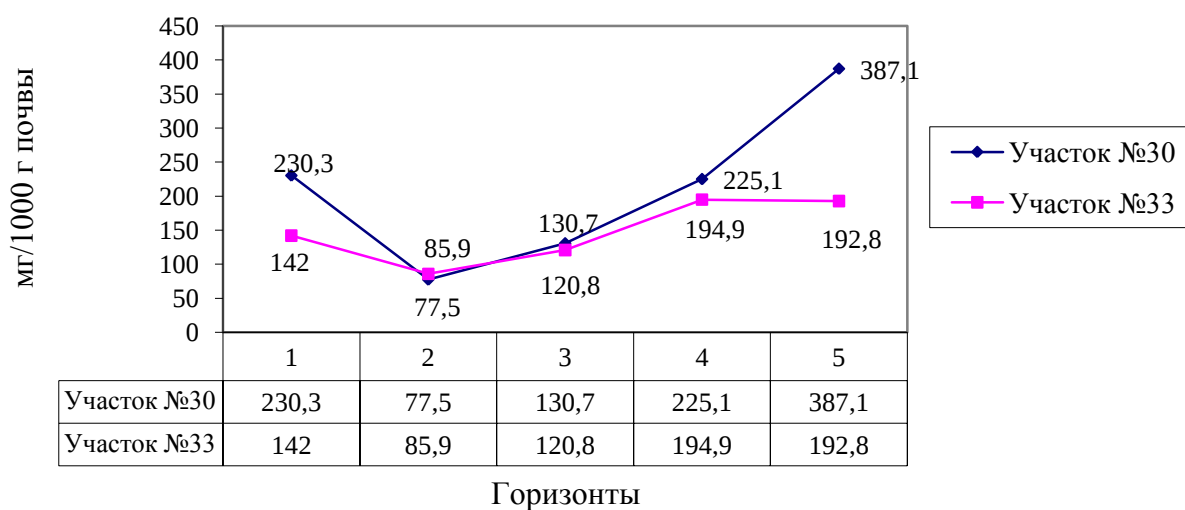
Этому есть объяснение. В процессе окультуривания и освоения пахотных почв происходит хотя и периодическое, но внесение фосфорных удобрений при посеве сельскохозяйственных культур, а увеличение к материнской породе, является спецификой данного типа почв. Обеспеченность почв фосфором зависит и от степени их окультуренности. Чем окультуренность выше, тем само собой, выше и обеспеченность данным элементом. Наши слова подтверждаются наглядно (рис. 24 и 25). Так в почве хозяйства содержание подвижного фосфора находится на величине в 41,3 мг/на кг почвы. В эродированной почве по сравнению с окультуренной наблюдается снижение, практически в два раза, содержание подвижного фосфора. В почве участка 33 содержание фосфора составляет 142 мг/на кг почвы. На почве подверженной эрозионному воздействию происходит припашка нижележащего горизонта, а он, как известно, обогащен доступными формами фосфора.

Рисунок 24 - Изменение содержания подвижного фосфора



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$; 2- A_2B_1 ; 3- B_1 ; 4- B_2 ; 5- B_2C ; 6- C

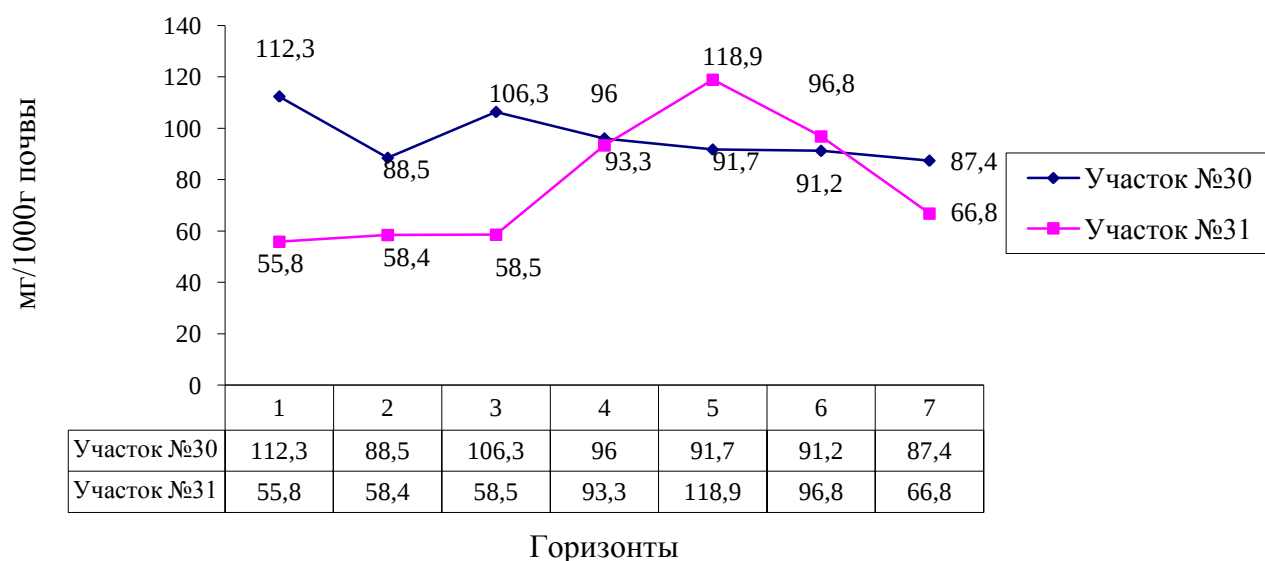
Рисунок 25 - Изменение содержания подвижного фосфора



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$; 2- B_1 ; 3- B_2 ; 4- B_2C ; 5- C

Особенности распределения обменного калия по почвенному профилю целинных и пахотных почв имеет характер, схожий с распределением соединений фосфора. Единственным отличием только можно считать отсутствие накопления K_2O в горизонте вымывания (иллювиальном) (рис.26).

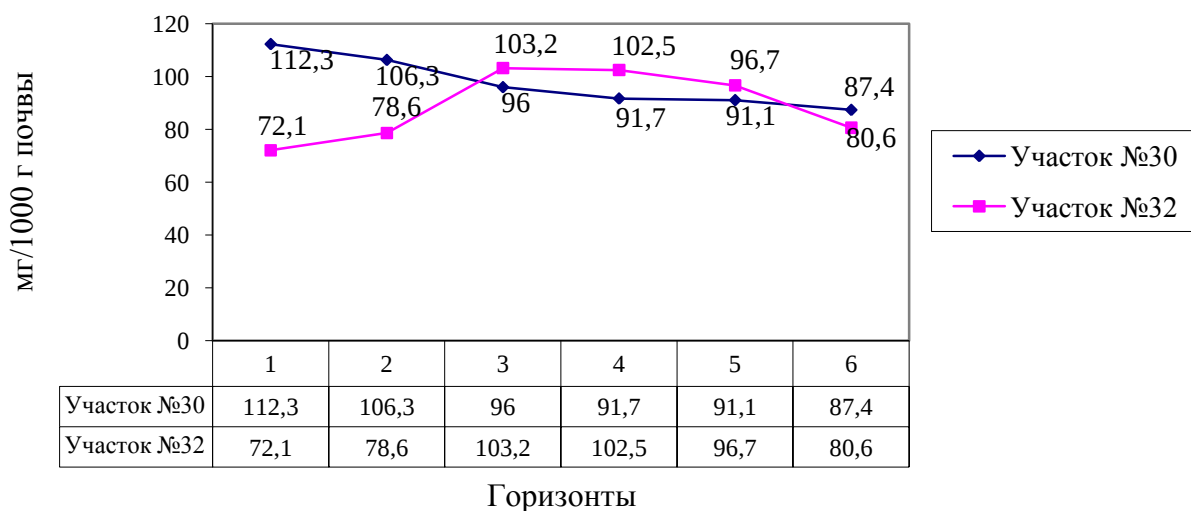
Рисунок 26 - Изменения содержания подвижного калия



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$ (A_1A_2); 2- A_2 ; 3- A_2B_1 ; 4 - B_1 ; 5 - B_2 ; 6 - B_2C ; 7- C

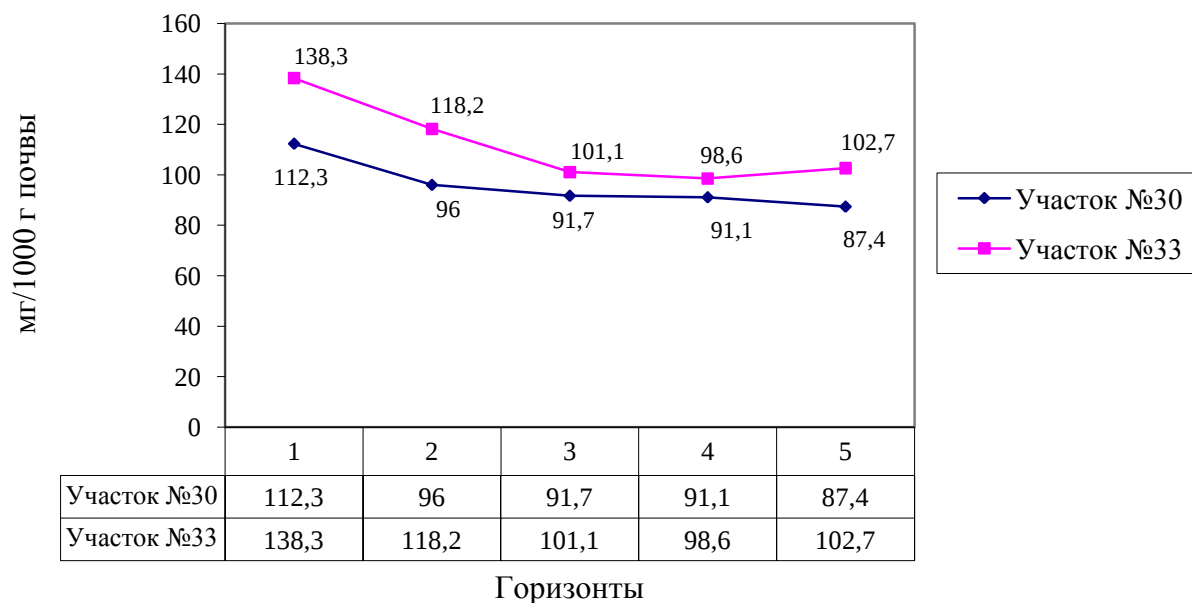
Содержание в пахотном горизонте его составляло 112,3мг/кг почвы (участок 30) и 55,8мг/кг почвы участка 31. В рядовом хозяйстве концентрация K_2O составляло 138,8мг/ кг почвы (рис.27 и 28).

Рисунок 27 - Изменение содержания подвижного калия



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$; 2- A_2B_1 ; 3 - B_1 ; 4 - B_2 ; 5 - B_2C ; 6- C

Рисунок 28 - Изменение содержания подвижного калия



Примечание: 1- $A_{\text{пах}}$; 2 - B_1 ; 3 - B_2 ; 4 - B_2C ; 5- C

При проведении мероприятий по окультуриванию почв и дальнейшем их использовании, для получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур в почвы принято вносить органические и минеральные удобрения, которые в свою очередь хотя и не оптимально, но все-таки, поддерживают обеспеченность основными элементами питания (Сискевич Ю. И., 2006).

Резюмируя, следует сказать, что сельскохозяйственное окультуривание благотворно сказывается на агрохимических свойствах почвы. Наблюдается рост насыщенности основаниями почвенно-поглощающего комплекса (ППК) исследуемых почв; выравнивается pH_{KCL} и снижается гидролитическая кислотность по всему почвенному профилю; применение удобрений и возделывание сельскохозяйственных культур повышает содержание в верхних горизонтах соединений фосфора и калия.

Глава 4. Пути улучшения плодородия дерново-подзолистых почв

В настоящее время в стране назрела острая проблема в плодородных землях. Длительное бездействие со стороны хозяйствующих объектов не могло не сказаться на почвенном покрове. И если простое зарастание их бурьяном и кустарником еще можно как то устранить (хотя и с определенными материальными затратами), то уже эродированные, смытые и загрязненные почвы безвозвратно потеряны. При этом разовое внесение завышенных норм удобрений не даст желаемого результата, а наоборот могут привести к экологическим проблемам разной степени серьезности (И.В. Минаев, 1999). Государство разрабатывает и внедряет различные федеральные программы, направленные на рекультивацию нарушенных земель. На ежегодных итоговых агрономических совещаниях, проходящих в г. Москве зачитываются итоговые цифры по возвращению в сельскохозяйственный оборот заброшенных земель. Т.е. со стороны государства видится заинтересованность в решении данной проблемы. Единственным слабым звеном в решении данного вопроса является недостаточно разработанная теоретическая база. Зная особенности региона, его почвенный покров и условия почвообразования можно предложить ряд мероприятий по повышению плодородия почв с минимальными затратами.

Дерново-подзолистые почвы характеризуются относительно низким уровнем естественного плодородия. Однако существуют потенциальные возможности улучшения их агрономических свойств. При этом, отдавая предпочтение, какому-то методу, необходимо думать и о предполагаемой материальной выгоде (Хабибуллина А.Р., 2016).

Занимаясь проблемой восстановления плодородия пахотных почв, мы провели еще ряд исследований. В европейских странах считается, что наилучшим механизмом восстановления плодородия пахотных почв является их консервация, т.е. полное или частичное выведение их из сельскохозяйственного использования. Нами же предложен несколько иной

путь. Мы предлагаем использовать в качестве орудия восстановления плодородия естественную травяную растительность, а именно многолетние злаковые травы в чистом виде или травосмесях.

Выбор именно многолетних трав объясняется достаточно просто. Кировская область занимает лидирующее место в ПФО по животноводству, а именно надоям молока, а, как известно, самым дешевым кормом являются как раз многолетние травы. И последний аргументом в пользу многолетних трав может быть то, что под многолетними травами может интенсивно протекать дерновый процесс почвообразования. Главным фактором данного процесса является как раз большое поступление наземной и подземной биомассы (Чернышева Н. М., 2009).

При создании травостоя на деградирующих почвах важное значение имеет качество дернины, от которого зависит протекание восстановительных процессов в почве. Формирование дернины определяется видовым составом травостоя, количеством и морфологическим характером подземных органов растения, свойствами почвы. Все эти факторы зависят от агроклиматических условий и антропогенной деятельности (Петелько А. И., 2017).

Важным показателем, характеризующим ценность травяного покрытия является устойчивость к размоканию и заплыванию, развитию водной эрозии. Немаловажным фактором является то, что травы способны сохранять свои свойства на протяжении длительного промежутка времени, т.е. обладают продуктивным долголетием.

Изучение влияния травостоя на свойства дерново-подзолистых суглинистых почв проводились на стационарной площадке, расположенной на территории Учебно-опытного поля ФГБОУ ВО Вятская ГСХА в период с 2013 по 2020 г.г. В формировании дернины основная роль отводится злаковым травам. Они являются основными дернообразователями. В наших исследованиях наиболее мощная дернина сформировалась на делянках с

травосмесями (ежа сборная + овсяница красная). Хорошую упругую дернину образуют травостой овсяницы красной (рис. 29).

Рисунок 29 – Толщина дернины под травостоем овсяницы красной.



Перед закладкой опыта был проведен отбор почвенных образцов для агрохимического анализа (контроль), повторно весной 2020 года был проведен послойный отбор образцов. В процессе роста и развития многолетние травы оказывают влияние на почву. Под воздействием трав изменилась агрохимическая характеристика почвы. Данные приведены в таблице 6

Таблица 6 – Влияние многолетних трав на агрохимические свойства

№ п/п	Травосмеси	Глубина взятия образца, см	pH _{KCL}	Содержание, мг/кг		Гумус, %
				P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	Контроль (2013 г.)	0-20	4,84	239	156	1,5
2	Ежа сборная + овсяница красная	0-10	4,6	236	236	1,92
3	Ежа сборная + овсяница красная	0-20	4,7	215	167	1,95
4	Овсяница красная	0-10	4,6	211	136	1,52
5	Овсяница красная	0-20	4,7	196	127	1,38

За семилетний период под многолетними травами произошло улучшение агрохимических свойств почвы. Отрицательная динамика наблюдается по показателю кислотности. По остальным – рост показателей

или незначительное их снижение. В верхнем десятисантиметровом слое почвы под действием трав наблюдается повышение содержания гумуса и калия по отношению к контролю. Максимальное накопление питательных веществ наблюдается под травосмесью ежа сборная + овсяница красная. При возделывании овсяницы красной в чистом виде интенсивного накопления не наблюдается, но и ухудшения агрохимических показателей тоже.

Таким образом возделывание на пашне многолетних трав позволит с минимальными затратами приостановить развитие деградиционных процессов, улучшить агрохимические и агрофизические свойства пахотных почв.

Выводы

На основании проведенных исследований получены данные о влиянии антропогенного и природного воздействия на основные свойства дерново-подзолистых суглинистых почв в условиях Зуевского района Кировской области.

1. Проведен анализ почвенно-климатических условий района исследований, что дало возможность выявить региональные особенности изменения свойств рассматриваемых почв под влиянием природных факторов.

2. Окультуривание целинных почв изменяет их морфологические свойства. Это выражается в замедлении природного процесса почвообразования, а, именно, подзолистого и замещение его на культурный, что в свою очередь, приводит к увеличению мощности плодородного слоя.

3. Изменению чаще всего подвержены горизонты, расположенные в первой, полуметровой толще почвенного профиля

4. При антропогенном и природном воздействии наблюдается перераспределение фракций. Так в верхних горизонтах при снижении содержания песчаных фракций ведет к увеличению крупнопылеватых и илистых. В целом же наименее подверженным изменению показателем является содержание физической глины.

5. Изменение содержания органического вещества создает предпосылки для ухудшения водно-физических свойств как пахотных, так и целинных почв. Процесс окультуривания практически никак не влияет на плотность твёрдой фазы почвы.

6. Возможность использования в диагностических целях содержание гумуса и показатель кислотности, поскольку они максимально быстро реагируя на любые изменения, и определяют изменения других свойств.

7. В процессе сельскохозяйственного окультуривания наблюдается распределение гумуса по почвенному профилю, но процесс эрзионного

смыва накладывает свой отпечаток. На почвах, подверженных разрушения проявление изменений всех свойств носит более выраженный характер.

8. Полученные результаты по изменению водно-физических и химических свойств, которые наиболее явно реагируют на воздействие, делают возможным для включения их в показатели, которые используют при проведении агроэкологического мониторинга.

9. Для повышения почвенного плодородия и снижения процесса деградации возможно использовать травосмеси с включением злаковых компонентов.

Список литературы

1. Абашев В. Д. Земледелие на осушаемых почвах Северо-Востока. Киров, 2001.-220 с.
2. Агроклиматический справочник по Кировской области. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 191 с.
3. Атлас Кировской области. М.: Изд-во Гл. упр. геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1968. 38 с.
4. Афанасьев Н.И. Основные проблемы физики дерново-подзолистых почв БССР и пути их решения // Почвоведение. 1990. №5. С. 128-138.
5. Ашихмин В.П. Уплотнение дерново-подзолистых почв ходовыми системами тракторов // Земледелие. 1981. №4. С. 29-30.
6. Белоусова Н.И, Беркгаут В.В. Некоторые свойства подзолистых почв на основных породах // Почвоведение. 1989. №8. С. 5-12.
7. Березина Е.Х. Агроклиматический справочник по Кировской области. Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 231 с.
8. Бондарев А.Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв // Почвоведение. 1994. №11. С. 10-15.
9. Бондарев А.Г., Кузнецова И.В., Сапожников П.М. Переуплотнение почв сельскохозяйственной техникой, прогноз, явление и процессы разуплотнения // Почвоведение. 1994. № 4. С. 58–64.
10. Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Проблема деградации физических свойств почв России и пути ее решения // Почвоведение. 1999. № 9. С. 1126–1131.
11. Бондаренко Н.Ф. Физические основы мелиорации почв. Л., Колос, 1975. 258 с.
12. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
13. Гамзиков Г.П., Кулагина М.Н. Влияние длительного систематического применения удобрений на органическое вещество почв // Почвоведение. 1990. №11. С. 57-67.

14. Гущин А. И. Особенности адаптивно-ландшафтного земледелия. Киров, 1998.-46 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
16. Егоров В. Г., Михайлов Л. Н. Агроэкологический мониторинг почвы и растениеводческой продукции // Вестник СамГУ. 2007. №2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroekologicheskiiy-monitoring-pochvy-i-rastenievodcheskoy-produktsii>
17. Ефимов В.Н., Иванов А.И. Деградация хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв//Доклады Рос. Академии с.- х. наук. 2001. №6. С. 21-24.
18. Жарников В. Б., Ларионов Ю. С. О плодородии почв и его мониторинге в системе биоземледелия // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий).2018. №4. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-plodorodii-pochv-i-ego-monitoringe-v-sisteme-biozemledeliya>
19. Канев В.В., Казаков В.Г. Трансформация свойств дерново-подзолистых почв Северных Увалов при осушении и освоении // Почвоведение. 2005. №6. С. 750-761.
20. Караваева Н.А. Длительная агрогенная эволюция дерново-подзолистых почв // Почвоведение. 2000. №2. С.169-179.
21. Кассин Н.Г. Геологическое строение Кировской области. – Киров: ОГИЗ, 1941. – 111 с.
22. Кассин Н.Г. Геологический очерк // Геологическое строение Кировской области. – Киров, 1946. – С. 27–85.
23. Копысов И. Я., Тюлин В. В. Бонитировка пахотных почв Кировской области.- Киров, 1994.- 160 с.

24. Копысов И.Я. Изменение качества почв под влиянием сельскохозяйственного использования в Кировской области // Почвоведение. 2000. № 12. С. 1495-1500.

25. Копысов И.Я. Изменение качества почв Северо - Востока Нечерноземья под влиянием антропогенного воздействия (устойчивость и изменчивость почв Кировской области при их использовании и осушении, агроэкологический мониторинг почв). Киров. ВГСХА, 2002. 240 с.

26. Копысов И.Я., Тюлькин А.В., Семёнов А.В. Устойчивость свойств дерново-подзолистых почв к естественным и антропогенным воздействиям // Плодородие. Приложение к №2 (35) 2007. С.3-4.

27. Копысов И.Я., Тюлькин А.В., Семёнов А.В. Агрофизическое состояние дерново-подзолистых почв подзоны южной тайги // Земледелие. 2007. №5. С.9-10

28. Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Лимантова Е.М. Изменение плодородия дерново-подзолистых почв при систематическом применении удобрений // Почвоведение. 2000. № 3. С. 340-345.

29. Лукманов А. А., Нуриев С. Ш., Бектимиров Р. И. Мониторинг плодородия почв Республики Татарстан // Агрохимический вестник. 2013. №4. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-plodorodiya-pochv-respubliki-tatarstan>

30. Мальцев М.И., Путивская Л.Д. Мониторинг антропогенного воздействия на агроландшафты // Земледелие. 2005. №3. С. 7-8.

31. Машкин В.А. Агротехническое и противоэрозионное значение уплотнения снега и удобрений на склоновых дерново-подзолистых почвах Кировской области: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Киров, 1980. 19 с.

32. Минаев И.В. Адаптивные мелиоративные системы для Нечерноземной зоны // Мелиорация и водное хозяйство. 1999. № 3. С. 42–43.

33. Минеев В.Г., Гомонова Н.Ф. Влияние известкования на фоне длительного действия и последствий удобрений на физико-химические

показатели дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. 2001, № 9. С. 1103-1110.

34. Мониторинг почвенного плодородия // Плодородие. 2010. №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-pochvennogo-plodorodiya>.

35. Никитин Б.А. Окультуривание пахотных почв Нечерноземья и регулирование их плодородия. Л.: Агропромиздат. Ленинград.отд-е, 1986. 277 с.

36. Пестряков В.К. Окультуривание дерново-подзолистых почв. Л.: Колос, 1970, 119 с.

37. Петелько А. И. Восстановление плодородия смытых почв // Природообустройство. 2017. №1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosstanovlenie-plodorodiya-smytyh-pochv>

38. Платунов А. А. Научные и практические основы комплексного окультуривания дерново-подзолистых супесчаных почв в условиях Северо-Востока РФ.- М.; 1997.- 60 с.

39. Пономарёва В.В. Теория подзолообразовательного процесса. М.-Л., Наука, 1964. 379 с.

40. Прокашев А.М. Морфология и механический состав дерновых оглеенных почв Ярано-Вятского междуречья // Вятская земля в прошлом и настоящем. Материалы III научной конференции, посвященной 50-летию победы в Великой Отечественной войне. Т. III. Киров: Кировский госпединститут, 1995 . С. 70–73.

41. Роде А.А. Почвоведение. М. Л., 1955. 552 с.

42. Почвоведение. 1964. №7. С. 9-23.

43. Розанов Б.Г. Морфология почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 320 с.

44. Росляков Н.Т. Методические указания по составлению курсовой и дипломной работы по курсу «Почвоведение» / Вят. гос. с.х. акад. Агрономич. фак-т. Каф. агрохимии и почвоведения. Киров, 1998. 23 с.

45. Сазонов С.Н., Манучарова Н.А., Горленко М.В. Естественное восстановление микробиологических свойств дерново-подзолистой почвы в условиях залежи // Почвоведение, 2005. №5. С.575-580.

46. Саидов М.М., Новикова Г.А., Молчанова Е.М. Агрохимический мониторинг почв земель сельскохозяйственного назначения в Тульской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. №12. Режим доступа:

47. Сискевич Ю. И., Никонова Г. Н. Мониторинг содержания калия в почвах Липецкой области // Агрохимический вестник. 2006. №6. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-soderzhaniya-kaliya-v-pochvah-lipetskoy-oblasti>

48. Смоленцева Е.Н. Параметры мониторинга почв и почвенного покрова в системе долговременных наблюдений // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2009. №2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/parametry-monitoringa-pochv-i-pochvennogo-pokrova-v-sisteme-dolgovremennyh-nablyudeni>

49. Тимофеев А.Ф. Создание высокопродуктивных агролесоландшафтов в условиях Нечерноземной зоны // Аграрная наука Северо-Востока Европейской части России на рубеже тысячелетий – состояние и перспективы. Вятская государственная сельскохозяйственная академия. Агрономический факультет. Т. 2. Киров, 2000. С. 181–185.

50. Томпсон Л., Троу Ф. Почвы и их плодородие. Пер. с англ. Э.И. Шконде. М.: Колос, 1982. 462 с.

51. Тумасов А.А., Росляков Н.Т. Особенности изменения механического, микроагрегатного и валового состава дерново-подзолистых почв под влиянием длительного сельскохозяйственного использования // Почва, сорт, агротехника. Киров, 1994. С. 39-45.

52. Тюлин В.В. Почвы Кировской области. Киров: Волго-Вят. кн. изд-во, Киров.отд-ние, 1976. 288 с.

53. Тюлин В.В., Гущина А.М. Особенности почв Кировской области и их использование при интенсивном земледелии. Киров, 1991. 92 с.

54. Федоров С. Е., Бычков М. В. Мониторинг физико-механических свойств почвы // Современные проблемы территориального развития. 2019. №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-fiziko-mehanicheskikh-svoystv-pochvy>

55. Фомина А.С. Изменение свойств дерново-подзолистых песчаных почв при прекращении антропогенного воздействия. Дисс. канд. с.-х. наук. СПб – Пушкин, 2005. 177 с.

56. Фридланд В.М. Почвенный покров Нечерноземья и его рациональное использование / Всесоюзн. акад. с.-х. наук им В.И. Ленина. М.: Агропромиздат, 1986. 245 с.

57. Хабибуллина А.Р., Кирилина Т.В., Сироткин А.С., Трогл Й. Биологический мониторинг состояния почвы в процессах ее восстановления // Российский журнал прикладной экологии. 2016. №1 (5). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskiiy-monitoring-sostoyaniya-pochvy-v-protssah-ee-vosstanovleniya>

58. Хан Д.В. Органно-минеральные соединения и структура почвы. М., Наука, 1969. 142 с.

59. Чернышева Н. М., Балабанов С. С., Картамышев Н. И., Тимонов В. Ю. Плодородие и обработка почвы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. №5. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/plodorodie-i-obrabotka-pochvy>.

60. Щеклеин С.Л. Эрозия почв в Кировской области // Эрозия почв и борьба с ней. Горький, 1969. С. 61–78.

61. Щеткова Е.А., Кайгородов А.Т., Леснов А.Е. Агроэкологический мониторинг пахотных почв Пермского края // Плодородие. 2010. №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroekologicheskiiy-monitoring-pahotnyh-pochv-permskogo-kрая>

62. Kelly S. M., Strickland R.S. Soil nutrient leaching in response to simulated acid rain treatment. Water, Air, and soil Pollut., 1987, 34, №2, p.103-108.

63. Taylor H.M. Effect of soil compaction on root development. Soil compaction as a factor determining plant productivity. Lublin, Poland, 1989. 155 p.

64. Unger P.W. Soil organic matter and nitrogen changes during 24 years of dryland wheat tillage and cropping practices // Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 1968. № 3.

Приложения

Приложение 1

Морфологическое описание исследуемых почв

Горизонт	Целинная (лес). Участок №12 (1999 г.).	Целинная (лес). Участок №31 (2019 г.).	Пахотная хорошоокультуренная. Участок №11 (1999 г.).	Пахотная хорошоокультуренная Участок №30 (2019 г.).	Пахотная рядового хозяйства. Участок №32	Пахотная смытая. Участок №33.
1	2	3	4	5	6	7
A ₀	0-2 см. Полуразложившийся опад, остатки листвы и растений	0-5 см. Темно-серый, разложившиеся части хвои и листвы, свежий.	Не выделен	Не выделен	Не выделен	Не выделен
A ₁	2 (4) -7 см. серый с темными вкраплениями, буроватый. Легко суглинистый, оструктурен. Пронизан корнями растений, ходами червей. Высокое содержание перегноя.	Не выделен	Не выделен	Не выделен	Не выделен	Не выделен

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7
A ₁ A ₂	7-12 см. Высокое содержание пылеватых частиц, сероватых тонов, увлажненный, пылевато-комковатая структура, суглинистый. Переход в нижележащий горизонт по цвету.	5-12 см. Белёсовато-серый, листоватая структура слабо выражена, наличие корней растений, диагностируются марганцевые затеки и присыпки, новообразования в виде зерен ортштейна различного размера. Средний суглинок. Переход замечен по структуре.	Не выделен	Не выделен	Не выделен	Не выделен
A _{пах}	Не выделен	Не выделен	0-22 см. Легкий суглинок серовато-буроватого цвета, с в с присутствием белого оттенка, за счет нижележащего горизонта. Комочки непрочной структуры. Свежий. Переход по вспашке.	0-23см. Светло серый, увлажненный, средне-тяжелосуглинистый, комковато-пылевой структуры. Встречается большое количество корней растений. В нижней части наблюдается уплотнение.	0-20 см. Серовато-палевый, пылевато-комковатый, суглинистый, не плотный с корнями растительности, вниз по горизонту наблюдается уплотнение. Нижняя часть освещена.	0-15 см. Белесо-буровато-коричневый, свежий, тяжело-суглинистый приближаясь с глине, корни трав, много глыб. Происходит припашка нижележащего горизонта

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7
A ₂	12-22 см. Осветленный, увлажненный, листовато-плитчатый, легкосуглинистый. Встречаются остатки гор. A ₁ . Заметный переход по цвету.	12-24 см. Светлый, листовато-чешуйчатый средне-суглинистый, обилие новообразований кремнезёмистого происхождения, граница – языками.	22-24 см. Выделяется частично. Осветленный.. Содержит много пыли, суглинистый (легко), структура – плитчатая (нечетко выражена). Слабо оструктурен. Граница – по извилистой линии.	23-28 см. Буровато-белёсый, среднесуглинистый, с плитчато-мелко-ореховатой структурой, уплотненный, единичные новообразования кремнезёмистого происхождения, Корни растений. Переход по цвету.	Не выделен	Не выделен
A ₂ B ₁	22-32 см. С затеками белого цвета, тяжелый суглинок, кремнеземистая присыпка. Повышенная плотность. Переход слабо заметен.	24-33 см. Буроватый с белесыми пятнами. Мелко-ореховатый, уплотненный, влажный, тяжелый суглинок. Граница - по цвету.	24-32 см. Неоднороден по цвету (от светло-серого до буровато-красного), средне-(тяжело) суглинистый, с темными пятнами гумусовой лакировки. Плотный, граница постепенная.	28-42 см. Бурый с присыпками кремнезёма, а также с гумусовой лакировкой, ореховатой структуры. Тяжелый суглинок, переход по цвету и плотности.	20-33 см. Бурый с присыпкой белёсой окраски, мелкоореховато-плитчатый, тяжелосуглинистый, граница по плотности	Не выделен

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7
В ₁	32-47(51) см. Красновато-бурый, с примесью кремнеземистой присыпки. мелкоореховатый, тяжело- суглинистый, повышенной плотности.	33-54 см. Буровато- коричневый встречаются новообразования в виде зерен ортштейна, чешуйчато - мелкоореховатый, тяжелосуглинистый, переход замечен по структуре	32 - 42 см. Буровато - красный с обильной присыпкой кремния. мелкоорех оватая структура. Тяжелый суглинок, плотный. Граница постепенная.	42-51 см. Коричневатый с белёсой присыпкой и железисто- марганцевыми затёками, мелкоореховатой структуры, повышенная плотность, тяжелосуглинистый, переход - по плотности и цвету.	33-55 см. Буроватый, наличие кремнеземистой присыпки в верхней части, крупноореховатой структуры, плотный, тяжелосуглинистый	15-50 см. Красновато-бурый с белесоватым оттенком из за присутствия кремния. Встречает ся гумусовая лакировка, ореховатый, с глинистый, повышенная плотность.
В ₂	47(51)-72 см. Буровато- красноватая глина ореховатой структуры, с тенденцией к укрупнению вниз по профилю. Трещино ват.	54-109 см. Коричнево-бурый, влажный, крупноореховато- призматической структуры, очень плотный, заметна кремнеземистая присыпка по граням структурных отдельностей в верхней половине горизонта, заметна	42-76 см. Красно- бурый с обильной белёсой присыпкой, легкосуглинистый, вязкий, ореховатый, очень плотный, с крупными вертикальными трещинами. Влажный. Переход постепенный.	51-96 см. Коричнево- бурый с желтоватым оттенком, влажный, более плотный, тяжелосуглинистый, крупноореховатый, по трещинам имеется белёсая присыпка, местами по ходам корней гумусовая лакировка, переход постепенный по цвету и плотности.	55-90 см. Буровато- коричневый, крупноореховато- призматической структуры, единичная кремнеземистая присыпка, тяжелосуглинистый на границе с лёгкой глиной, очень плотный, заметна гумусовая лакировка	50-93 см. Буровато- коричневый, крупноореховато- призматической структуры, лёгкая глина, местами гумусовая лакировка по корням растений, очень плотный, единичные корни, переход постепенный.

--	--	--	--	--	--	--

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7
В ₃	72-110 см. Бурая с красноватым оттенком, крупнореховатопризматической структуры лёгкая глина. Плотный, очень влажный.	Нет	76-120 см. Красновато-бурый, влажный, ореховатый. Переход заметен.	96-115 см. Коричнево-бурый с желтоватым оттенком, очень плотный, крупнореховатопризматической структуры, слабо заметная гумусовая лакировка, тяжелосуглинистый, переход постепенный.	нет	нет
В ₂ С	110-130 см. Бурый тяжёлый суглинок призматической структуры. На её поверхности глинистая плёнка с красноватым оттенком. Уплотненный.	110-135(140) см. Буровато-коричневый с явно выраженным жёлтым оттенком, влажный, вязкий, но менее плотный, лёгкая глина, слабо выраженной крупнореховатопризматической структуры, переход слабо заметный по цвету.	120-145 см. Бурый пылеватый тяжёлый суглинок крупнореховатопризматическая структуры. По трещинам красновато-бурые плёнки.	115-145 см. Буровато-коричневый с желтоватым оттенком, крупнореховато-, призматической структуры, влажный менее плотный, тяжелосуглинистый, переход постепенный.	90-115 см. Буровато-коричневый с желтоватым оттенком, со слабо выраженной ореховатой структурой, вязкий, менее плотный, лёгкая глина, переход заметен по цвету.	93-115 см. Буровато-коричневый с желтоватым оттенком, крупнореховатый, плотный, вязкилёгкая глина, переход заметен по цвету.

--	--	--	--	--	--	--

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7
С	130 и более. Бурый с жёлтым оттенком тяжёлый пылеватый суглинок. Бесструктурный.	135(140) и более см. Буровато-желтоватый, влажный, вязкий, встречаются по отдельным граням структурных отдельностей гумусовые лакировки, бесструктурный, тяжёлые суглинок.	145 и более см. Жёлто-бурый тяжёлый пылеватый суглинок, бесструктурный. По редким крупным трещинам глинистые плёнки тёмно-коричневого цвета.	145 и более см. Буровато-коричнево-жёлтый, вязкий, бесструктурный, тяжелосуглинистый.	115-150 см. Бурый с желтоватым оттенком, влажный, вязкий, бесструктурный, тяжелосуглинистый на границе с лёгкой глиной.	115 и более см. Бурый с жёлтым оттенком, влажный, вязкий, бесструктурный, лёгкая глина.
Почва	Дерново-подзолистая среднесуглинистая на покровном бескарбонатном	Дерново-подзолистая среднесуглинистая целинная на покровном бескарбонатном	Дерново-подзолистая среднесуглинистая покровном бескарбонатном	Дерново-подзолистая среднесуглинистая окультуренная на покровном бескарбонатном	Дерново-подзолистая среднесуглинистая освоенная на покровном бескарбонатном	Дерново-подзолистая среднесуглинистая освоенная среднесмытая на покровном

	суглинке.	суглинке.	суглинке.	суглинке.	суглинке.	бескарбонатном суглинке.
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------------------------

Приложение 2

Результаты сухого и «мокрого» просеивания

Размер фракций; мм	Сухое просеивание		Взято для «мокрого» просеивания	«Мокрое» просеивание	
	Чистый вес агрегатов; г	% фракций в пробе		Чистый вес агрегатов; г	% фракций в пробе
1	2	3	4	5	6
Участок № 30. Горизонт А _{пах.}					
10	122,98	24,6	12,3		
7	43,97	8,8	4,4		
5	37,55	7,5	3,75		
3	54,70	10,9	5,45	0,26	0,52
2	39,92	7,9	3,95	0,28	0,56
1	104,68	20,9	10,45	2,96	5,92
0,5	12,46	2,5	1,25	3,19	6,38
0,25	45,45	9,1	4,55	5,93	11,86
Горизонт А ₂					
10	41,65	8,3	4,13		
7	71,55	14,3	7,15		
5	66,07	13,2	6,6		
3	94,29	18,8	9,4		
2	56,36	11,3	5,65	0,40	0,8
1	96,94	19,4	9,70	3,78	7,56
0,5	7,92	1,6	0,8	3,03	6,06
0,25	13,83	2,8	1,4	3,44	6,88
Горизонт А ₂ В _{1.}					
10	71,84	14,4	7,2		
7	119,66	23,9	11,95		
5	104,91	20,9	10,45		
3	104,35	20,8	10,4	0,1	0,2
2	42,63	8,5	4,25	0,28	0,56
1	38,83	7,8	3,9	5,3	10,6
0,5	2,64	0,5	0,25	3,14	6,28
0,25	3,81	0,7	0,35	8,35	16,7
Участок №31. Горизонт А ₁ А _{2.}					
10	23,27	4,6	2,3		
7	16,92	3,4	1,7		
5	32,92	6,6	3,3		
3	56,04	11,2	5,6	0,92	1,84
2	63,52	12,7	6,35	2,59	5,18
1	176,03	35,2	17,6	6,98	13,96
0,5	9,75	1,9	10,95	4,14	8,28
0,25	27,97	5,6	2,8	3,13	6,26
Горизонт А _{2.}					
10	16,46	3,2	1,6		
7	31,46	6,3	3,15		
5	54,77	10,9	5,45		
3	91,60	18,3	9,15	0,79	1,58
2	63,61	12,7	6,35	1,31	2,62
1	120,86	24,2	12,1	4,07	8,14
0,5	10,83	2,2	1,1	2,59	5,18
0,25	19,82	3,9	1,95	4,98	9,96
Горизонт А ₂ В _{1.}					
10	95,11	19,00	9,5		

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6
7	40,58	8,1	4,05		
5	53,86	10,8	5,4		
3	84,15	16,8	8,4	0,05	0,1
2	57,75	11,6	5,8	0,06	0,12
1	70,60	14,1	7,05	1,44	2,88
0,5	10,26	2,1	1,05	1,58	3,16
0,25	19,57	3,9	1,95	3,16	6,32
Участок №32. Горизонт А _{пах} .					
10	92,35	18,5	9,25		
7	48,40	9,7	4,85		
5	51,61	10,3	5,15		
3	86,27	17,2	8,6		
2	59,13	11,8	5,9		
1	99,54	19,9	9,95	2,15	4,3
0,5	10,76	2,1	1,05	1,6	3,2
0,25	15,91	3,2	1,6	4,84	9,68
Горизонт А ₂ В ₁ .					
10	48,54	9,7	4,85		
7	77,60	15,5	7,75		
5	91,76	18,4	9,2		
3	104,25	20,8	10,4	0,02	0,04
2	51,63	10,3	5,15	0,44	0,88
1	77,47	15,5	7,75	4,69	9,38
0,5	7,84	1,6	0,8	4,00	8,00
0,25	16,77	3,4	1,7	6,65	13,3
Участок № 33. Горизонт А _{пах} .					
10	222,7	44,5	22,25		
7	63,62	12,7	6,35		
5	54,45	10,9	5,45		
3	69,46	13,9	6,95	0,69	1,38
2	37,59	7,5	3,75	0,17	0,34
1	39,96	7,9	3,95	3,12	6,24
0,5	3,81	0,7	0,35	3,53	7,06
0,25	3,99	0,8	0,4	9,14	18,28
Горизонт В ₁ .					
10	47,13	9,4	4,7		
7	86,83	17,4	8,7		
5	96,00	19,2	9,6		
3	103,56	20,7	10,35	0,11	0,22
2	48,00	9,6	4,8	0,37	0,74
1	65,75	13,1	6,55	3,99	7,98
0,5	9,48	1,9	0,95	4,41	8,82
0,25	14,45	2,9	1,45	6,24	12,48

Приложение 3

Почвенно-гидрологические константы дерново-подзолистых почв

Горизонт и глубина образца, см	Влагоёмкость		Влажность			МГ
	ПВ	НВ	ВРК	ВЗ	ВЗР	
	в % от массы почвы					
Участок №30. Пашня сортоучастка. Зуевский район (2019 г.).						
A _п 0-23	42,6	27,6	16,5	9,00	19,3	6,0
A ₂ 23-28(34)	47,7	26,8	16,1	10,9	18,8	7,3
A ₂ B ₁ 28(34) - 42	49,2	26,1	19,6	11,8	18,3	7,9
B ₁ 42-51	45,0	27,6	20,7	14,8	19,3	9,9
B ₂ 51-96	43,7	32,3	29,1	16,9	22,6	11,3
B ₂ C 115 - 145	52,8	28,7	25,8	15,0	20,1	10,0
C 145- 150	48,5	27,5	24,5	13,2	19,1	8,8
Участок №11. Пашня сортоучастка. Зуевский район (1999 г.).						
A _{пах} 0-22	43,8	27,6	16,6	8,6	19,3	5,8
A ₂ 22-24	46,9	25,4	19,1	7,9	17,8	5,3
A ₂ B ₁ 24-32	48,5	26,1	19,6	12,3	18,3	8,2
B ₁ 32-42	45,1	28,3	21,2	15,2	19,8	7,9
B ₂ 42-76	42,5	29,3	26,4	18,2	20,5	12,1
B ₃ 76-120	47,7	29,0	26,1	17,8	20,3	1,9
B ₂ C 120-145	50,8	26,2	23,6	13,2	18,3	8,8
C 150-170	48,8	27,3	24,6	13,7	19,1	9,1
Участок №31. Лес. Зуевский район (2019 г.).						
A ₁ A ₂ 5-12	56,2	32,1	19,3	11,1	22,5	7,4
A ₂ 12-24	46,9	29,1	17,5	7,4	20,4	4,9
A ₂ B ₁ 24-33	43,9	34,2	25,6	10,4	23,9	6,9
B ₁ 33-54	42,1	33,7	25,3	14,2	23,6	9,5
B ₂ 54-109	40,2	35,8	32,2	20,7	25,1	13,8
B ₂ C 110-140	43,7	34,5	31,1	17,1	24,2	11,4
C 140 и более	48,8	25,9	23,3	14,6	18,1	9,7
Участок №12. Лес. Зуевский район (1999 г.).						
A ₁ A ₂ 7-12	61,7	32,6	19,6	13,6	22,8	9,1
A ₂ 12-22	48,1	29,9	17,9	6,3	20,9	4,2
A ₂ B ₁ 22-32	44,7	33,7	25,3	12,2	23,6	8,1
B ₁ 32-47	43,6	35,0	26,3	13,7	24,5	9,1
B ₂ 47-72	41,4	36,8	33,1	20,1	25,8	13,4
B ₂ C 110-130	44,1	34,7	31,2	18,7	24,3	12,5
C 130 и более	48,5	29,3	26,4	14,8	20,5	9,9
Участок №32. Пашня хозяйства. Зуевский район (2019 г.).						
A _п 0-20	40,2	26,2	15,7	8,6	20,9	5,7
A ₂ B ₁ 20-33	40,5	27,0	20,2	14,2	18,9	9,5
B ₁ 33-55	46,8	28,1	21,0	14,6	19,6	9,7
B ₂ 55-90	45,1	31,5	28,4	13,8	22,1	9,1
B ₂ C 90-115	45,3	32,2	28,9	15,1	22,5	10,1
C 115-150	48,3	27,5	24,8	13,9	19,0	9,2
Участок №33. Пашня (смытая почва) хозяйства. Зуевский район (2019 г.).						
A _{пах} 0-15	37,2	24,1	14,4	8,8	22,2	5,8
B ₁ 15-50	44,8	27,8	20,8	10,8	19,4	7,2
B ₂ 50-93	47,1	33,0	29,7	12,4	23,1	8,3
B ₂ C 93-115	46,2	32,8	29,5	13,4	22,9	8,8
C 115-140	49,2	27,6	24,8	14,1	19,3	9,4

Приложение 4.

Плотность (в г/см³) и общая порозность (в % от объёма почвы) почв различной степени окультуренности

Горизонт	Участок №31. Лес. (К)				Участок №30. Зуевский сортучасток				Участок №32. СПК племзавод «Соколовка»				Участок №33. Эродированная почва.			
	Плотность г/см ³		Порозность, %		Плотность г/см ³		Порозность, %		Плотность г/см ³		Порозность, %		Плотность г/см ³		Порозность, %	
	М	+/- м	М	+/- м	М	+/- м	М	+/- м	М	+/- м	М	+/- м	М	+/- м	М	+/- м
Ап (А ₁ А ₂)	1,12	0,043	56,2	0,914	1,4***	0,057	42,6***	1,07	1,49***	0,037	40,4***	1,36	1,57***	0,062	37,2***	1,25
А ₂	1,39	0,057	46,9	0,831	1,36	0,043	47,7	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-
А ₂ В ₁	1,48	0,031	43,9	0,537	1,31*	0,051	49,2***	0,930	1,43	0,044	45,0	0,754	-	-	-	-
В ₁	1,54	0,035	42,2	0,481	1,43	0,065	45,0***	0,687	1,40	0,053	46,8***	0,673	1,44	0,049	44,8***	0,628
В ₂	1,53	0,041	40,2	0,563	1,52	0,071	43,7***	0,547	1,50	0,033	45,1***	0,363	1,46	0,026	47,2***	0,446
В ₂ С	1,48	0,024	43,7	0,395	1,26***	0,040	52,8***	0,639	1,46	0,028	45,3**	0,260	1,43	0,021	46,2**	0,423
С	1,37	0,028	48,8	0,478	1,36	0,020	48,5	0,483	1,35	0,022	48,3	0,428	1,33	0,018	49,2	0,440

Приложение 5.

С фракций гумуса, % к С общ. Почвы

Горизонты	С общ. почвы	С _{ГК}				С _{ФК}					С _{ГК} +С _{ФК}	С _{ГК} /С _{ФК}
		1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма		
Разрез №30 Пашня. 2019г. А _п 0-23	2,42	8,5	15,2	6,1	29,8	5,3	8,5	6,4	10,8	31,0	60,8	0,96
А ₂ 23-28(34)	1,57	3,2	4,4	3,2	9,6	6,4	4,4	3,2	2,5	16,5	26,1	0,58
А ₂ В ₁ 28(34)-42	1,36	2,9	4,4	4,4	11,7	6,6	5,1	3,6	1,5	16,8	28,5	0,60
В ₁ 42-51	1,45	4,1	7,6	2,8	14,5	6,2	2,1	-	2,8	11,1	25,6	1,3
В ₂ 51-96	1,24	3,2	4,8	3,2	11,2	4,0	1,6	2,4	3,2	11,2	22,4	1,0
В ₂ С 115-145	1,16	3,4	6,0	2,6	12,0	6,0	2,6	2,6	2,6	13,8	25,8	0,87
С 145- 160	1,24	3,2	2,4	2,4	8,0	2,4	-	1,6	8,1	12,1	20,1	0,66
Разрез №31. Лес. 2019. А ₁ А ₂ 5-12	2,05	6,9	7,2	4,6	18,7	6,9	5,9	5,9	13,1	31,8	50,5	0,59
А ₂ 12-24	1,79	12,3	8,4	5,6	26,3	7,3	5,0	5,0	10,6	27,9	54,2	0,94
А ₂ В ₁ 24-33	1,79	4,5	8,4	2,8	15,7	5,6	5,6	4,4	10,0	25,6	41,3	0,61
В ₁ 33-54	1,49	5,4	2,7	4,0	12,1	7,4	2,7	7,4	7,4	24,9	37,0	0,48
В ₂ 54-109	1,12	5,3	3,6	4,5	13,4	6,3	4,5	2,7	8,0	21,5	34,9	0,62
В ₂ С 110-135	1,41	3,5	5,0	3,5	12,0	4,2	0,7	1,4	5,0	11,3	23,3	1,1
С 135-145	1,61	2,5	2,5	2,5	7,5	3,1	1,2	4,3	3,7	12,3	19,8	0,61
Разрез №32. Пашня. А _п 0-20	1,78	13,7	10,8	3,9	28,4	4,3	3,6	11,5	8,6	28,0	56,4	1,0
А ₂ В ₁ 20-33	1,49	2,7	2,7	3,4	8,8	5,4	4,7	6,0	6,7	22,8	31,6	0,38
В ₁ 33-55	1,36	2,9	8,1	3,7	14,7	5,1	3,7	-	3,7	12,5	27,2	1,2
В ₂ 55-90	1,20	3,3	4,2	3,3	10,8	5,0	4,2	5,0	4,2	18,4	29,2	0,59
В ₂ С 90-115	1,07	5,6	4,7	2,8	13,1	3,7	-	1,8	6,5	12,0	27,2	1,1
С 115-150	1,02	4,9	3,9	3,9	12,7	4,9	-	4,9	3,9	13,7	29,2	0,93
Разрез №33. Пашня смытая почва А _п 0-15	1,39	7,1	8,8	7,9	23,8	4,2	3,8	6,7	9,6	24,3	25,1	0,98
В ₁ 15-50	1,24	2,4	6,4	3,2	12,0	4,8	4,0	-	5,6	14,4	26,4	0,83
В ₂ 50-93	1,03	2,9	5,8	2,9	11,6	7,8	4,9	2,9	5,8	21,4	33,0	0,54
В ₂ С 930-115	0,99	4,0	4,0	3,0	11,0	6,0	2,0	3,0	6,0	17,0	28,0	0,65
С 115-130	0,90	5,5	4,4	4,4	14,3	8,9	-	2,2	3,3	14,4	28,7	0,99

Приложение 6

Изменение содержания гумуса в почвах центральной зоны Кировской области за период между первым и вторым циклами почвенного обследования

Горизонты	Циклы почвенного обследования													
	Первый (1970 г.)							Второй (1990 г.)						
	n	M	Q	C, %	m	P, %	t	n	M	Q	C, %	m	P, %	t
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-слабоподзолистые среднесуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	153	2,08	0,55	26,4	0,04	1,9	52,0	32	2,00	0,62	31,0	0,11	5,5	18,2
A ₂ B ₁	19	0,72	0,42	58,2	0,10	13,9	7,2	1	0,20	-	-	-	-	-
B ₁	57	0,57	0,24	42,1	0,03	5,2	19,0	20	0,50	0,25	50,0	0,06	12,0	8,3
B ₂	23	0,37	0,20	54,1	0,04	10,8	9,2	8	0,40	0,24	60,0	0,08	20,0	3,0
B ₂ C	6	0,33	0,19	57,6	0,08	24,2	4,1	3	0,20	-	-	-	-	-
C	10	0,30	0,16	53,3	0,05	16,7	6,0	6	0,20	-	-	-	-	-
Дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	475	2,00	0,50	25,5	0,02	1,0	98,0	560	1,80 ^{***}	0,36	20,0	0,02	1,1	90,0
A ₂	68	0,65	0,37	56,9	0,04	6,1	16,2	10	0,50	0,26	52,0	0,08	17,8	6,2
A ₂ B ₁	86	0,53	0,26	49,0	0,03	5,6	17,6	35	0,40 [*]	0,22	55,0	0,04	10,5	10,0
B ₁	147	0,41	0,22	53,6	0,02	5,0	20,5	104	0,40	0,24	60,0	0,02	5,3	20,0
B ₂	124	0,49	0,25	51,0	0,02	4,1	24,5	103	0,30 ^{***}	0,25	83,3	0,02	6,1	15,0
B ₂ C	13	0,29	0,14	48,3	0,04	13,8	7,2	4	0,30	-	-	0,05	16,7	6,0
C	50	0,30	0,15	50,0	0,02	7,0	15,0	3	0,30	-	-	0,04	13,3	7,5

Продолжение приложения 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-среднеподзолистые тяжелосуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	121	2,12	0,52	24,5	0,04	1,8	53,0	179	1,60***	0,73	45,6	0,03	1,9	53,3
A ₂	15	0,82	0,17	21,0	0,04	4,9	20,5	3	0,60	0,29	18,5	0,17	29,3	3,5
A ₂ B ₁	30	0,63	0,24	38,1	0,04	6,3	15,8	11	0,40*	0,23	57,5	0,07	17,9	5,7
B ₁	31	0,48	0,24	50,0	0,04	8,3	12,0	36	0,40	0,21	52,5	0,04	11,4	10,0
B ₂	19	0,41	0,25	61,0	0,06	14,6	6,8	36	0,2	-	-	-	-	-
B ₂ C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	13	0,33	0,19	57,6	0,05	15,2	6,6	36	0,3	-	-	0,05	16,7	6,0

Примечание: здесь и далее отличия достоверны при уровне вероятности: * – 0,95; ** – 0,99; *** – 0,999.

Приложение 7

Агрохимическая характеристика дерново-подзолистых почв на покровных суглинках

Горизонт, глубина, см	pH сол	В мг/1000г почвы		Гумус, %	В мг-экв на 100 г почвы			Степень насыщенности основаниями, %
		P ₂ O ₅	K ₂ O		Ca	Mg	Hг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Участок № 30. Пашня сортоучастка. 2019 г.								
A _п 0-23	4,7	230,3	112,3	2,05	8,4	2,0	3,96	77,04
A ₂ 23-34	3,9	55,8	88,5	0,95	10,8	4,4	6,81	72,49
A ₂ B ₁ 34-42	3,7	72,2	106,3	0,64	13,4	7,3	8,65	66,97
B ₁ 42-51	3,7	77,5	96,0	0,54	12,6	6,4	8,11	69,14
B ₂ 51-96	3,7	130,7	91,7	0,46	14,4	6,3	6,69	74,34
B ₃ 96-115	3,8	225,1	91,1	0,36	16,3	4,9	5,14	81,09
B ₂ C 115-145	4,2	331,2	91,2	0,66	14,3	4,9	3,48	85,79
C 145-170	4,2	387,1	87,4	0,62	15,8	3,5	3,13	87,04
Участок №11. Пашня сортоучастка. 1999 г.								
A ₀ 0-22	4,4	-	-	2,56	7,40	1,55	-	-
A ₂ 22-24	4,6	-	-	0,58	5,39	1,91	-	-
A ₂ B ₁ 24-32	4,2	-	-	0,57	9,28	2,31	-	-
B ₁ 32-42	4,1	-	-	0,72	11,68	3,39	-	-
B ₂ 42-50	4,0	-	-	0,64	14,75	5,04	-	-
B ₂ 50-60	4,0	-	-	0,56	14,95	5,10	-	-
B ₂ 60-76	4,1	-	-	-	16,44	5,86	-	-
B ₃ 76-120	4,2	-	-	-	17,68	6,67	-	-
B ₂ C 1205-145	4,5	-	-	-	14,41	4,67	-	-
C 145-1805	5,3	-	-	-	15,19	4,27	-	-
Разрез № 31. Лес. 2019 г.								
A ₁ A ₂ 5-12	3,8	62,8	55,8	1,86	4,4	2,4	10,3	41,60
A ₂ 12-24	3,9	82,9	58,4	1,29	3,5	2,1	6,81	48,95
A ₂ B ₁ 24-33	3,8	111,7	58,5	0,95	6,9	3,3	6,53	63,21
B ₁ 33-54	3,8	106,2	93,3	0,78	11,6	6,3	8,11	69,36
B ₂ 54-109	3,9	154,6	118,9	0,56	17,5	8,1	6,11	80,29

Продолжение приложения 7								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
B ₂ C 110-135	4,0	27,3	69,8	0,80	15,1	5,9	4,52	82,85
C 135-150	3,9	89,9	66,8	0,58	16,5	4,4	4,32	83,86
Участок № 12. Лес. 1999 г.								
A ₀ 0-2	5,4	-	-	13,23	62,67	11,11	-	-
A ₁ 2-7	5,0	-	-	11,69	28,45	5,92	-	-
A ₁ A ₂ 7-12	4,0	-	-	2,80	6,98	1,98	-	-
A ₂ 12-22	4,0	-	-	1,10	3,07	1,15	-	-
A ₂ B ₁ 22-32	4,2	-	-	1,03	7,77	3,10	-	-
B ₁ 32-51	4,1	-	-	0,73	10,90	4,66	-	-
B ₂ 51-72	4,1	-	-	-	15,71	7,07	-	-
B ₂ C 110-130	4,0	-	-	-	14,90	6,66	-	-
C 130-150	4,2	-	-	-	14,02	6,23	-	-
Участок № 32. Пашня. СПК (племзавод) «Соколовка». 2019 г.								
A _п 0-20	4,4	41,3	72,1	1,68	8,8	4,0	4,23	74,94
A ₂ B ₁ 20-33	3,8	42,3	78,6	0,66	12,6	6,1	7,59	70,99
B ₁ 33-55	3,7	63,2	103,2	0,60	15,2	6,5	7,76	73,04
B ₂ 550-90	3,8	114,0	102,5	0,56	16,4	7,0	6,69	77,51
B ₂ C 905-115	4,0	181,7	96,7	0,46	27,4	6,8	4,32	85,90
C 115-150	4,1	48,6	80,6	0,56	22,2	7,9	4,32	86,94
Участок № 33. Пашня (смытая почва). СПК (племзавод) «Соколовка». 2019 г.								
A _п 0-15	4,9	142,0	138,3	1,55	14,4	4,1	2,92	0,67
B ₁ 15-50	4,0	85,9	118,2	0,58	16,3	4,5	5,25	7,29
B ₂ 50-93	3,9	120,8	101,1	0,44	15,4	6,5	5,48	9,81
B ₂ C 93-115	4,0	194,9	98,6	0,28	15,5	6,5	4,42	4,5
C 115-130	4,1	192,8	102,7	0,41	17,6	6,0	4,14	3,6

Приложение 8

Изменение значений pH_{KCl} почв центральной зоны Кировской области за период между первым и вторым циклами почвенного обследования

Горизонты	Циклы почвенного обследования													
	Первый (1970 г.)							Второй (1990 г.)						
	n	M	Q	C, %	m	P, %	t	n	M	Q	C, %	m	P, %	t
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-слабоподзолистые среднесуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	268	5,0	0,43	8,6	0,02	0,4	250,0	32	5,0	0,56	11,2	0,10	2,0	50,0
A ₂ B ₁	27	4,7	0,35	7,4	0,07	1,5	67,1	2	5,0	-	-	-	-	-
B ₁	74	4,7	0,47	10,0	0,05	1,1	94,0	20	4,7	0,69	14,7	0,15	3,2	31,3
B ₂	62	4,6	0,32	7,0	0,04	0,9	115,0	8	4,7	0,84	17,9	0,30	6,3	15,7
B ₂ C	24	4,6	0,47	10,2	0,10	2,2	46,0	2	5,3	-	-	-	-	-
C	79	4,8	0,59	12,3	0,06	1,2	80,0	6	5,2	0,75	14,4	0,31	6,0	16,8
Дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	756	4,6	0,37	8,0	0,01	0,2	46,0	561	4,7***	0,82	17,4	0,03	0,6	156,7
A ₂	106	4,6	0,35	7,6	0,03	0,6	153,3	52	4,3***	0,41	9,5	0,06	1,4	71,7
A ₂ B ₁	144	4,5	0,34	7,5	0,03	0,6	150,0	52	4,2***	0,43	10,2	0,06	1,4	70,0
B ₁	274	4,3	0,31	7,2	0,02	0,4	215,0	127	4,0***	0,36	9,0	0,03	0,8	133,3
B ₂	236	4,4	0,36	8,2	0,02	0,4	220,0	100	3,9***	0,35	9,0	0,03	0,8	130
B ₂ C	45	4,5	0,42	9,3	0,06	1,3	75,0	1	3,9	-	-	-	-	-
C	201	4,5	0,37	8,2	0,03	0,6	50,0	98	4,1***	0,57	13,9	0,06	1,5	68,3

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-среднеподзолистые тяжелосуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	273	4,7	0,34	7,2	0,02	0,42	235,0	179	4,7	0,74	15,7	0,06	1,3	78,3
A ₂	24	4,6	0,30	6,5	0,06	1,3	76,7	22	4,2 ^{**}	0,45	10,7	0,10	2,4	42,0
A ₂ B ₁	43	4,4	0,26	5,9	0,04	0,9	110,0	36	4,2 [*]	0,44	10,5	0,07	1,7	60,0
B ₁	65	4,4	0,26	5,9	0,03	0,7	146,7	47	3,0 ^{***}	0,27	9,0	0,04	1,0	75,0
B ₂	51	4,4	0,26	5,9	0,04	0,9	110,0	47	4,0 ^{***}	0,24	6,0	0,03	0,8	133,3
B ₂ C	16	4,7	0,35	7,4	0,09	1,9	52,5	-	-	-	-	-	-	-
C	41	4,6	0,32	7,0	0,05	1,1	92,0	38	4,0 ^{***}	0,44	11,0	0,07	1,8	57,1

Примечание: здесь и далее отличия достоверны при уровне вероятности: * – 0,95; ** – 0,99; *** – 0,999.

Приложение 9

Изменение значений гидролитической кислотности почв центральной зоны Кировской области за период между первым и вторым циклами почвенного обследования

Горизонты	Циклы почвенного обследования													
	Первый (1970 г.)							Второй (1990 г.)						
	n	M	Q	C, %	m	P, %	t	n	M	Q	C, %	m	P, %	t
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-слабоподзолистые среднесуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	645	4,0	1,40	35,0	0,05	1,2	80,0	32	4,0	1,70	42,5	0,30	7,5	13,3
A ₂ B ₁	31	3,9	1,37	35,1	0,24	6,1	16,3	-	-	-	-	-	-	-
B ₁	151	4,6	1,79	38,9	0,14	3,0	32,8	12	2,5***	1,01	40,4	0,29	11,6	8,6
B ₂	112	4,4	1,89	42,9	0,17	3,8	25,8	6	3,1*	1,04	3,5	0,42	13,5	7,4
B ₂ C	32	3,5	2,0	57,1	0,35	10,0	10,0	2	3,5	-	-	-	-	-
C	78	3,4	1,50	44,1	0,17	5,0	20,0	4	2,2*	0,50	22,7	0,20	9,1	11,0
Дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	741	5,2	1,65	31,7	0,06	1,1	86,6	577	4,6***	2,24	48,7	0,09	2,0	51,1
A ₂	95	3,7	1,51	40,8	0,15	4,0	24,7	10	5,1***	1,31	25,7	0,41	8,1	12,4
A ₂ B ₁	117	4,3	1,66	38,6	0,15	3,5	28,6	37	4,2	1,67	39,8	0,27	6,4	15,6
B ₁	227	5,7	1,89	33,1	0,12	2,1	47,5	103	5,6	1,69	30,2	0,17	3,0	32,9
B ₂	187	5,2	1,84	35,4	0,13	2,5	40,0	105	5,6	1,61	28,8	0,16	2,8	35,0
B ₂ C	41	4,0	1,58	39,5	0,25	6,2	16,0	4	3,63	0,48	13,2	0,24	6,6	15,1
C	135	3,6	1,41	39,2	0,12	3,3	30,0	103	4,87***	1,92	39,4	0,19	3,9	25,6

Продолжение приложения 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-среднеподзолистые тяжелосуглинистые почвы на покровных суглинках														
A _{пах}	280	5,4	1,78	33,0	0,09	1,6	60,0	179	4,6***	2,09	45,4	0,16	3,5	28,8
A ₂	22	4,4	1,73	39,3	0,37	8,4	11,9	7	3,5	1,58	45,1	0,60	17,1	5,8
A ₂ B ₁	50	5,8	2,00	34,5	0,28	4,8	20,7	8	4,8*	0,88	18,3	0,31	6,4	15,5
B ₁	57	6,3	2,05	32,5	0,36	5,7	17,5	36	5,6	1,69	30,2	0,28	5,0	20,0
B ₂	47	5,6	1,59	28,4	0,23	4,1	24,3	37	5,6	1,27	22,7	0,21	3,8	26,7
B ₂ C	13	4,7	1,83	38,9	0,51	10,8	9,2	-	-	-	-	-	-	-
C	34	4,1	1,64	40,0	0,28	6,8	14,5	38	4,7	1,81	38,5	0,29	6,2	16,2