

ФГБНУ «Челябинский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства»

*На правах рукописи*

ЗАХАРОВА Ирина Александровна

**Изменение плодородия чернозёмных почв  
лесостепной и степной зон Челябинской области**

Специальность 03.02.13 – почвоведение

Диссертация  
на соискание степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
Грехова И.В., доктор биолог. наук, доцент

Челябинск – 2016

## Оглавление

	Стр.
Введение.....	3-6
<b>1 Состояние почв Южного Урала (обзор литературы).....</b>	<b>7-19</b>
1.1 Почвенный покров Челябинской области.....	7-10
1.2 История исследования почв Южного Урала.....	10-11
1.3 Чернозёмные почвы Челябинской области.....	11-16
1.4 Агрогенная деградация почв зональных агроландшафтов.....	16-19
<b>2 Условия, объекты и методика проведения исследований.....</b>	<b>20-25</b>
2.1 Природно-климатические условия Челябинской области.....	20-21
2.2 Объекты исследований и география размещения стационарных пунктов мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.....	21-24
2.3 Методика исследований.....	24-25
<b>3 Морфологическое строение чернозёмных почв.....</b>	<b>26-42</b>
3.1 Чернозёмы выщелоченные.....	26-34
3.2 Чернозёмы обыкновенные.....	34-40
3.3 Чернозёмы южные.....	40-42
<b>4 Влияние сельскохозяйственного использования на гумусное состояние чернозёмных почв.....</b>	<b>43-57</b>
<b>5 Изменение содержания питательных элементов чернозёмных почв.....</b>	<b>58-86</b>
5.1 Содержание азота.....	58-71
5.2 Содержание подвижного фосфора.....	71-79
5.3 Содержание обменного калия.....	79-86
<b>6 Изменение кислотности чернозёмных почв.....</b>	<b>87-104</b>
6.1 Чернозёмы выщелоченные.....	88-95
6.2 Чернозёмы обыкновенные.....	95-100
6.3 Чернозёмы южные.....	100-104
Заключение.....	105-106
Список литературы.....	107-120
Приложения.....	121-131

## **ВВЕДЕНИЕ**

Земля, как природное тело и главное средство производства сельскохозяйственной продукции, представляет собой сложную, постоянно изменяющуюся динамическую систему. Вся жизнедеятельность человека, фауна и флора, глобальные и региональные атмосферные процессы, физические явления в той или иной степени влияют на состояние земли и, в первую очередь, на почву, верхний слой земной коры (Богданов Н.И., 1976; Каретин Л.Н., 1982; Бурлакова Л.М., 1984; World Reference Base for Soil Resources, 1998).

Мощное развитие технического прогресса, проявляющееся во всех отраслях промышленности и в аграрном секторе, вступает в противоречие с экологией. Активные негативные процессы, главным образом техногенного характера, пагубно сказываются на почвенном покрове и ведут к снижению потенциального плодородия: уменьшаются запасы органического вещества, происходит постепенное закисление, засоление и загрязнение пахотного слоя; эрозия и дефляция являются причиной разрушения естественного структурного состояния; ухудшается водный режим, аэрация и фитосанитарное состояние (Вражнов А.В., 1993). В почвах накапливаются токсические вещества от промышленных выбросов, транспортных средств и самого сельскохозяйственного производства. Всё это представляет потенциальную опасность для здоровья человека, животного и растительного мира (Кушниренко Ю.Д., 1993).

Между основными агрохимическими свойствами почвы и урожайностью сельскохозяйственных культур существует прямая корреляция. Снижение параметров плодородия, выраженное в гумусированности, содержании доступных элементов питания и т.д., неизбежно ведет к устойчивой депрессии продуктивности агроценозов. При низких запасах органического вещества, избыточной кислотности или щёлочности, дефиците подвижных форм макро- и микроэлементов, уплотнённости почвы, растения в сильной степени подвержены депрессии,

особенно при неблагоприятных погодных условиях в период вегетации (Кушниренко Ю.Д., 1996; Грехова И.В., 1989, 2012).

Адаптация агроценозов заметно ухудшается, что неизбежно ведёт к падению всего сельскохозяйственного производства. Снижение продуктивности пашни в ряде районов Челябинской области явилось следствием дисбаланса органического вещества и элементов питания.

Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения позволяет получить ценную информацию о процессах, происходящих в почвах на всей территории области, без которой невозможно планировать технологию производства растениеводческой продукции, определять стратегию в земледелии.

**Степень разработанности темы.** Почти вся равнинная лесостепная и степная части Южного Урала представлена плодородными чернозёмами, которые постоянно используются в качестве земель сельскохозяйственного назначения. Результаты исследований агрохимических, водо-физических свойств пахотных почв Челябинской области содержат труды Ю.Д. Кушниренко (1968, 1987, 1988, 1991, 1993, 1996, 1999), А.П. Козаченко (1997, 1999, 2000), И.В. Синявского (2001), Л.А. Сеньковой (2009). Для прогноза изменений почв при антропогенной нагрузке необходим постоянный контроль за состоянием почв агроландшафтов Южного Урала.

Первоначальный мониторинг по комплексной оценке пахотных почв Челябинской области был начат в 1993 году по программе, разработанной учёными Челябинского НИИСХ (Кушниренко Ю.Д., 1993).

**Цель работы.** Изучение изменения плодородия чернозёмных почв лесостепной и степной зон Челябинской области.

#### **Задачи исследований:**

1. Изучить морфологическое строение чернозёмных почв, расположенных в лесостепной и степной зонах Челябинской области.
2. Провести анализ агрохимических свойств чернозёмных почв на стационарных реперных площадках целины и пашни.

3. Дать оценку изменения плодородия чернозёмов выщелоченных, обыкновенных и южных карбонатных целинных угодий и почв, находящихся под влиянием сельскохозяйственного использования.

**Научная новизна исследований.** Автором диссертационной работы на основе многолетнего экспериментального материала проведена оценка плодородия чернозёмных почв, находящихся в обработке, в сравнении с их целинными аналогами. Установлены различия агрохимических свойств чернозёмных почв в разных природно-климатических зонах Челябинской области.

**Практическая значимость.** Полученные результаты позволяют прогнозировать изменения параметров плодородия почв и корректировать зональную систему удобрений на землях сельскохозяйственного назначения Челябинской области.

Результаты исследований использованы при подготовке «Систем земледелия для различных агроландшафтов Челябинской области» (Челябинск, 2011 г.), методических рекомендаций «Приёмы управления почвенным плодородием и мониторинг агроэкологического состояния земель сельскохозяйственного назначения в Южном Зауралье» (Челябинск, 2012 г.).

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Состояние плодородия чернозёмных почв в естественных ценозах имеет положительную динамику по содержанию гумуса, общего азота и подвижного фосфора.

2. Сельскохозяйственное использование чернозёмных почв в течение 20 лет приводит к снижению содержания азота легкогидролизуемого, увеличению содержания подвижного фосфора; содержание гумуса, азота общего, обменного калия и кислотность существенно не меняются.

**Степень достоверности и аprobация результатов.** Основные положения и выводы сформулированы на основании фактического

многолетнего материала, обоснованы и достоверны, подвергнуты статистической обработке.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной (Москва, 2014), Всероссийской (Каменная степь, 2015) и региональных научно-практических конференциях (ЧГАУ, 2008, 2009) и на заседаниях Учёного Совета ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

**Публикации.** Результаты исследований опубликованы в 10 печатных работах, в том числе две в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Объём и структура работы.** Диссертационная работа изложена на 120 страницах. Состоит из введения, 6 глав, выводов, рекомендаций производству, содержит 81 таблицу, 9 рисунков, 12 приложений. Библиографический список включает 157 источников литературы, из них 13 на иностранных языках.

**Личный вклад.** Автор принимала личное участие с 2007 по 2014 г. в отборе почвенных образцов, анализе и интерпретации результатов, их статистической оценке; лично анализировала данные Челябинского НИИСХ, полученные в 1993-2007 гг.

Автор выражает искреннюю благодарность за методическое руководство и всестороннюю помощь доктору биологических наук, профессору И.В. Греховой, кандидату сельскохозяйственных наук, заслуженному агроному РФ Ю.Д. Кушниренко (за разработку программы мониторинга земель Челябинской области), кандидату сельскохозяйственных наук В.Н. Брагину, зав. лаборатории агрохимии, мониторинга земель и массовых анализов, кандидату сельскохозяйственных наук Х.С. Юмашеву, а также сотрудникам лаборатории за оказанную помощь при проведении экспериментальных и лабораторных исследований.

# 1 СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ЮЖНОГО УРАЛА

## (обзор литературы)

### 1.1 Почвенный покров Челябинской области

Челябинская область расположена на предгорной части лесостепи и степи Западно-Сибирской равнины и занимает часть Южного Урала. Для почвенного покрова её территории характерно проявление эрозионных процессов: ветровой эрозии – в степных и водной – в горных и предгорных районах. Кроме того, почвенный покров подвержен большим техногенным нагрузкам предприятий металлургической, горнодобывающей, химической и оборонной промышленности. Их негативное воздействие сказывается, прежде всего, на почве и приводит к загрязнению биологически активных почвенных горизонтов тяжелыми металлами, радионуклидами и другими канцерогенными веществами, которые зачастую вызывают необратимые качественные изменения (Bokheim J.G., 1974; Bowen H.J.M., 1979; Манторова Г.Ф., 2002). А.П. Козаченко (1997) отмечает, что суммарная площадь загрязнённых территорий Челябинской области составляет около 50 тыс. км<sup>2</sup> или 56% ее территории.

Нарушение оптимального соотношения природных растительных группировок и агроценозов вызывает изменения баланса углерода и органогенных элементов в биоценозах, водного и солевого режимов территорий, приводит к потере гумуса, вторичному засолению и осолонцеванию почв (Антипов-Каратаев И.Н., 1937). По данным почвенных обследований института «Росгипрозем» за двадцатилетний период в Челябинской области содержание гумуса в аккумулятивных горизонтах уменьшилось с 5,54-7,94% до 5,03-7,21% (Мониторинг земель..., 1995). Агрохимической службой области установлено повышение кислотности пахотных почв и увеличение площадей с низким содержанием элементов питания. Вследствие интенсивной обработки, многократного прохождения агрегатов, комбайнов и машин по полю происходит разрушение почвы и ухудшение ее водно-физических свойств.

Земельный фонд Челябинской области составляет 8852,9 тыс. га. Основными землепользователями являются сельскохозяйственные и лесохозяйственные предприятия, которые занимают соответственно 51,4 и 26,0% общей площади. Сельскохозяйственные угодья занимают 58%, в том числе пашня – 35,7%. Эти показатели свидетельствуют о высокой сельскохозяйственной освоенности почвенного покрова. Однако, в области по разным причинам повсеместно происходит сокращение сельскохозяйственных угодий (Сенькова Л.А., 2009).

Структура использования земель сельскохозяйственного назначения по зонам области имеет значительные различия. При общей площади горно-лесной зоны 1,9 млн. га 83,2 тыс.га занимает пашня и 136,2 – сенокосы и пастбища (Кретинин В.М., 2010). Северная лесостепь освоена под сельскохозяйственные угодья в большей степени – более 51% ее земельного фонда, в том числе 32,7% являются пахотными землями. Еще большая степень сельскохозяйственной освоенности почвенного покрова южной лесостепи и степной зоны – 73,1 и 84,7% соответственно. При этом распахано 48,1% земельного фонда южной лесостепи и 52,3% степи (табл. 1).

Таким образом, сельскохозяйственная освоенность земельного фонда горно-лесной зоны относительно невелика. Однако, специфика рельефа, почвенного покрова, количества и характера распределения атмосферных осадков таковы, что на почвах, освоенных под сельскохозяйственные угодья, и, прежде всего, на пахотных землях, наблюдаются процессы водной эрозии почв (Медведев В.В., 1988; Муха В.Д., 1988; Козловский Ф.И., 1991).

Оценка эрозии и дефляции почв области по разным источникам противоречивы. По оценкам эродированности почв области, выполненным по данным АКФ, представленным на карте экологического состояния территории Челябинской области, площадь эродированных земель составляет 240 тыс. га, в том числе в горно-лесной зоне и зоне западных

предгорий 30 тыс. га, на Зауральской равнине 210 тыс. га (Сенькова Л.А., 2009).

Таблица 1 – Распределение пахотно-пригодных земель по сельскохозяйственным угодьям в пределах почвенно-климатических зон Челябинской области (Кретинин В.М., 2010)

Природно-экономические зоны	Административные районы, города	Всех с.-х. угодий	Площадь, тыс.га		
			пашни	сено-косов	пастбищ
Горно-лесная	Районы: Ашинский, Катав-Ивановский, Кусинский, Нязепетровский, Саткинский. Города: Аша, Златоуст, Катав-Ивановск, Сатка, Кыштым, Верхний Уфалей, Усть-Катав	219,4	83,2	85,5	50,7
Северная лесостепь	Районы: Аргаяшский, Каслинский, Красноармейский, Кунашакский, Сосновский, Уйский, Чебаркульский. Города: Челябинск, Копейск, Касли, Миасс	1151,6	622,8	268,4	260,4
Южная лесостепь	Районы: Еткульский, Октябрьский, Троицкий, Увельский. Города: Еманжелинск, Южноуральск, Пласт, Троицк	1100,2	738,7	86,8	274,7
Степь	Районы: Агаповский, Брединский, Варненский, Верхнеуральский, Кизильский, Нагайбакский, Чесменский. Города: Магнитогорск	2534,6	1544,8	229,5	760,3

Расположение Челябинской области, разнообразие рельефа, геологических, гидрологических и климатических условий обусловили неоднородность почвенного покрова, на что указывал ещё Г.А. Маландин в 1936 г. в своей обобщающей работе «Почвы Урала». Земли сельскохозяйственного назначения области размещены преимущественно на почвах чернозёмного типа, на которые приходится 63,3%. Серые лесные почвы составляют 9,8%, солонцы 9,6%, болотные 3,1%, солоди 2,7%, солончаки 1,2% и пойменные 1% (Сенькова Л.А., 2009).

Почвы чернозёмного типа представлены чернозёмами выщелоченными, на долю которых приходится 39,3% пашни, чернозёмами обыкновенными – 28,8%, чернозёмами южными – 3,6%. В сумме почвы

чернозёмных видов занимают более 78% площади пашни (Афанасьева Е.А., 1966; 1974).

Чернозёмы выщелоченные встречаются во всех зонах Челябинской области, но являются преобладающими в лесостепной (51,3-52,9%). Чернозёмы обыкновенные составляют основу почвенного покрова пашни степной зоны – 48,5% и занимают второе место после чернозёмов выщелоченных в структуре почвенного покрова пашни районов южной лесостепи – 32,8%. Южные чернозёмы встречаются лишь на юге степной зоны – в Брединском, Карталинском и Кизильском районах.

## **1.2 История исследования почв Южного Урала**

Южный Урал богат природными ресурсами, поэтому привлекает внимание исследователей (Костычев П.А., 1949; Горшенин К.П., 1955).

Первой обобщающей работой о почвах Южного Урала, была монография Г.А. Маландина. Первая почвенная карта на основании исследований почв рядом экспедиций была составлена П.В. Лысененим и М.С. Шергиним в 1938 году (Сенькова Л.А., 2009).

В XX столетии в сельскохозяйственной науке, в том числе почвенной агрофизике Южного Урала, происходили события, задерживающие развитие почвенной школы в наиболее промышленной части России (Орловский Н.В., 1999).

Работы по почвоведению были возобновлены в послевоенное время в связи с необходимостью получения максимального количества сельскохозяйственной продукции (Оборин А.И., 1959; Константинов М.Д., 1980). Сведения по агромелиоративной характеристике почв имеются в работе Н.А. Качинского, А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагина (1950).

В середине 50-х годов XX столетия в Челябинской области при освоении целинных и залежных земель в пашню были вовлечены значительные площади солонцеватых почв и солонцов. На солонцы в структуре пашни стало приходиться в северной, южной лесостепи и степи

(соответственно) 3,89, 8,3 и 9,63% (Козаченко А.П., 1999). Проблема улучшения их агропроизводственных свойств не снята до сегодняшнего времени (Сенькова Л.А., 2009).

В связи с этим особо следует отметить работы по мониторингу земель, впервые начатые лабораторией агрохимии Челябинского НИИСХ под руководством Ю.Д. Кушниренко в 1993 году (Кушниренко Ю.Д., 1993; Мониторинг земель..., 1995).

Результаты исследований агрохимических, водно-физических свойств пахотных почв Челябинской области (чернозёмах и вовлечённых в пашню солонцов) содержат труды Ю.Д. Кушниренко (1968, 1987, 1988, 1991, 1993, 1996, 1999), А.П. Козаченко (1997, 1999, 2000), И.В. Синявского (2001). В этих фундаментальных работах подведены общие итоги мониторинга почвенных процессов, описаны состояние земель сельскохозяйственного назначения, динамика элементов плодородия, степень и характер загрязнения почв.

### **1.3 Чернозёмные почвы Челябинской области**

Чернозёмы являются лучшими почвами мира. С полным основанием можно сказать, что продовольственная безопасность во многом определяется продуктивностью чернозёмов. Они характеризуются идеальной сбалансированностью всех факторов почвообразования и считаются почвенным эталоном (Гуренев М.Н., 1988; Володин В.М., 1993, 1998).

Чернозёмные почвы имеют огромное биосферное, экологическое, экономическое, хозяйственное и научное значение. Поэтому им посвящено большое количество научных работ (Костычев П.А., 1949; Докучаев В.В., 1952; Глазовская М.А., 1981; Каретин Л.Н., 1982; Ковда В.А., 1989). Но работ, посвященных генетическим и производственным свойствам чернозёмов Челябинской области до настоящего времени немного. В основном, это работы Ю.Д. Кушниренко (1968), А.П. Козаченко (1997,

1999, 2000), И.В. Синявского (2001). В научной литературе имеются также разрозненные статьи.

Чернозёмы сформировались в течение длительного времени – в позднем плейстоцене, семь тысяч лет назад. Ведущим процессом почвообразования при этом был дерновый, обусловивший развитие мощного гумусово-аккумулятивного горизонта, накопление элементов питания растений и оструктуривание профиля (Виленский Д.Г., 1958; Вершинин П.В., 1985). Природная растительность чернозёмных почв степной зоны характеризуется значительным ежегодным отчуждением в опад органической массы (100-200 ц/га). Около 40-60% опада составляют корни растений. Если зольность опада (надземной и подземной части растений) в хвойных лесах составляет 0,7-1,7%, в лиственных – 1,6-7,5%, то в лугово-степных сообществах самое высокое содержание азота – 1,4% (Базилевич Н.И., 1955).

Фосфор в чернозёмах содержится в труднодоступной форме. Эти почвы способны прочно закреплять фосфор, поэтому содержание подвижных форм фосфора с глубиной по всему склону уменьшается. Бедность почвообразующих пород фосфором также является причиной низкого содержания фосфора в чернозёмах (Синявский И.В., 2001). Содержание фосфора в гумусово-аккумулятивных горизонтах пахотных и целинных почв в 4-6 раз больше, чем в материнской породе. Причиной этого является длительная биологическая аккумуляция фосфора (Бабаева И.П., 1983).

Эффективное плодородие по азоту, фосфору и калию определяется их содержанием в гумусовом слое. От 79 до 83% фосфора растения поглощают из пахотного или биологически активного слоя (Кочергин А.Е., 1984). Именно здесь сконцентрированы запасы азота и фосфора, и наиболее активно идут процессы их мобилизации и закрепления фосфатов.

На территории Южного Урала в наиболее промышленной зоне России, чернозёмы имеют большое сельскохозяйственное значение. В

таблице 2 представлены основные агрохимические показатели плодородия основных подтипов чернозёмных почв Челябинской области.

Таблица 2 – Агрохимические показатели плодородия пахотного слоя (0-30 см) основных подтипов чернозёмных почв Челябинской области  
(Сенькова Л.А., 2009)

№ п/п	Тип, подтип почвы	Показатели плодородия						
		Гумус, %	N общ., %	N л.г., мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	pH <sub>сол.</sub>	pH <sub>вод.</sub>
1	Чернозём обыкновенный	6,26	0,339	84,3	28,7	188,6	6,52	7,17
2	Чернозём выщелоченный	6,48	0,277	86,2	59,9	137,0	5,68	6,61
3	Чернозём южный	4,11	0,250	76,5	14,7	128,0	7,28	8,13

**Чернозёмы выщелоченные.** Выщелоченные чернозёмы являются наиболее ценными в сельскохозяйственном отношении, играют ведущую экологическую функцию на территории Южного Урала. Их площадь в Челябинской области велика и составляет 1861,5 тыс. га, в том числе в лесостепи 1799,4 тыс.га. В настоящее время они почти все распаханы, занимая с северной, южной лесостепи и степи соответственно 55,49 и 23% площади пашни. В Челябинской области встречаются среднесуглинистые и тяжелосуглинистые иловато-песчаные чернозёмы. Для Уйского района характерны чернозёмы выщелоченные глинистые с преобладанием илистой фракции, составляющей около 40% всех частиц (Козаченко А.П., 1999).

Выщелоченные чернозёмы Южного Урала заметно отличаются от черноземов европейской части России меньшей мощностью гумусового горизонта, а по общему запасу гумуса (490 т/га на целине и 431 т/га в пашне) мало им уступают; в европейской части гумуса в метровом слое содержится 500-600 т/га (Афанасьева Е.А., 1966; Бахарева А., 1948).

Большинство почв в ряду выщелоченных черноземов обладают благоприятными физическими, физико-химическими и биологическими свойствами (Акулов П.Г., 1992; Васенев И.И., 1996). Это высокоплодородные почвы, поэтому более других освоены под земледелие, но вследствие слабой обеспеченности влагой на них не всегда получают отвечающие их плодородию урожай. Поэтому основные приемы улучшения и поддержания плодородия чернозёмов должны сводиться в первую очередь к борьбе за накопление и сохранение влаги. Длительное сельскохозяйственное использование при низком уровне агротехники приводит к снижению содержания гумуса и азота в пахотном слое. Систематическое применение органических и минеральных удобрений, севообороты и рациональная агротехника будут способствовать накоплению гумуса, улучшению их физических свойств (Вильямс В.Р., 1936, 1948; Бондарев А.Г., 1980, 1987, 1994, 1999; Ziechmann W., 1998).

По данным агрохимических исследований содержание валовых форм азота, фосфора и калия в целинных чернозёмах выщелоченных высокое, в пашне оно несколько снижается. Что касается легкогидролизуемой фракции азота, то она составляет всего 3,1-4,3% от его валового запаса (Грехова И.В., 2011).

Чернозёмы южные в Челябинской области занимают всего 7,9% пахотных земель. Их гранулометрический состав средне- и тяжелосуглинистый. Среди южных карбонатных чернозёмов, развитых на глинистых отложениях, встречаются глинистые разновидности (Козаченко А.П., 1999).

**Чернозёмы обыкновенные.** Чернозёмы обыкновенные распространены широко в степной зоне Казахстанской провинции и встречаются в южной части лесостепной зоны, южнее 54° с. ш. На формирование этих почв оказали влияние широтная зональность и Уральские горы. Чернозёмы обыкновенные занимают хорошо дренированные равнинные повышения и верхние трети пологих склонов.

Они располагаются в агроландшафтах сплошными массивами как в восточной равнинной части области, так и в западной части – в комплексе с черноземами южными. Распространены черноземы обыкновенные и в комплексах с интразональными почвами – солонцами, солончаками, солодями и другими почвами. Эти почвы имеют большое сельскохозяйственное значение, поэтому повсеместно распаханы. Но в конце XX века часто трансформировались в залежь (Адерихин П.Г., 1973).

Формирование обыкновенных черноземов шло под типчаково-ковыльными и разнотравными растительными формациями. Грунтовые воды залегают глубоко (5-10 м и более) и не принимают участие в их образовании.

При использовании в качестве сельскохозяйственных угодий при лимите влаги эти почвы деградируют: снижаются содержание гумуса, водопрочность макроструктуры, ухудшаются физические и водные свойства (Егоров Е.В., 1978). Причиной их деградации является смена фитоценозов нерационально используемыми агроценозами. Для воспроизводства плодородия чернозёмов обыкновенных назрела необходимость разработки и применения корнеоборота (Вражнов А.В., 2003). Чернозёмы обыкновенные занимают в Челябинской области 1376,2 тыс.га. В южной лесостепной зоне на них приходится 36,0% пахотных земель, а в степной зоне – 52% пашни (Козаченко А.П., 1999). Встречаются они локально и в северной лесостепи.

**Чернозёмы южные.** Формирование чернозёмов южных происходило под разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью, на увалистых повышениях и различных почвообразующих породах; глинах, тяжелых и средних суглинках. Грунтовые воды залегают глубже 6 м (Качинский Н.А., 1965).

В настоящее время южные чернозёмы большей частью распаханы, нередко, особенно на склонах, подвержены процессам эрозии и представляют проблему дальнейшего их рационального использования.

По мощности гумусового горизонта чернозёмы южные, как и все почвы Южного Урала, несколько уступают европейским почвам (Иванова Е.Н., 1976; Карпачевский Л.О., 1989). В то же время мощность гумусового горизонта этих почв не меньше, чем у расположенных севернее обыкновенных и выщелоченных чернозёмов. Среди южных чернозёмов распространены обычные, карбонатные и солонцеватые роды (Захаров П.С., 1927). Вскипание от карбонатов начинается на глубине 20-25 см в зависимости от рода почвы. В таблице 3 показаны площади основных подтипов чернозёмных почв Челябинской области и площади угодий, подверженных эрозии.

Таблица 3 – Площади основных подтипов чернозёмных почв Челябинской области на 1 января 2012 г. (Сенькова Л.А., 2009)

Подтип чернозёма, вид эрозии	Сельскохозяйственные угодья, тыс. га			
	всего	пашня	сенокосы	пастбища
чernозёмы (все)	3056,4	1976,1	217,2	432,4
основные подтипы чернозёмов				
чernозём обыкновенный	894,0	679,6	54,0	124,0
чernозём выщелоченный	1961,5	1249,7	157,9	298,1
чernозём южный	200,9	46,8	5,3	10,3
всего по области				
водная эрозия	14,3	14,8	-	-
ветровая эрозия (дефляция)	71,0	64,1	-	6,9
одновременные проявления	718,1	587,1	2,7	128,3

#### 1.4 Агрогенная деградация почв зональных агроландшафтов

Человек, превратив целинные почвы в пашню, прервал в природных ландшафтах течение естественных почвообразовательных процессов (Вильямс В.Р., 1936, 1948). На долю антропогенно-изменённых приходится около 50% всех почв (Герасимова М.И., 2003; Ганжара Н.Ф., 2001; Major Soils of the World, 2001). Большие площади почв с трансформированными признаками и свойствами приходятся на земли сельскохозяйственного назначения. К нарушенным относят агроландшафты, территории которых подвержены эрозии, дефляции, зараженности и прочим процессам.

В самых ценных почвах – чернозёмах в результате распашки снизилось содержание гумуса, ухудшилась структура. На динамику органического вещества пахотных почв стала влиять система её основной обработки.

Данные Н.Ш. Борисковой и В.А. Синявского (1995) свидетельствуют о том, что избежать в агроценозах с однолетними культурами потерю гумуса невозможно, но этот процесс можно значительно ослабить при уменьшении количества обработок.

Возникновение водной эрозии тесно связано со стоком дождевых и талых вод. Процессы эрозии начинают развиваться при крутизне склона 0,5-2°. Исследования, проведённые Новосельской опытно-овражной станцией, показали, что общий размер смыва почвы при снеготаянии увеличивается пропорционально длине склона в степени 1,5 (Заславский М.Н., 1979).

На склонах крутизной 2-6° эрозия заметно усиливается, а при крутизне от 6° до 10° она проявляется в полной мере.

Наиболее подвержена эрозии степная зона с проявлением повседневной ветровой эрозии в виде позёмки, когда мелкозём при скорости ветра 5 м/с может подниматься выше 1 м от поверхности почвы, а при скорости более 10 м/с возникают пыльные бури (Захаров П.С., 1965).

Общая площадь эродированных земель в Челябинской области составляет 1,3 млн га. Водная эрозия проявляется в Уйском, Чебаркульском, Верхнеуральском районах. Однако, корреляция между количеством осадков и интенсивностью эрозии незначительна, поскольку одно и то же количество осадков может вызвать разную степень проявления эрозии (1974; Глазовская М.А., 1981).

Наиболее ощутимый вред эрозия наносит в степной зоне землям Агаповского, Брединского, Кизильского, Чесменского, Троицкого и других районов, где только ветровой эрозии подвержено 38 % сельскохозяйственных угодий. Однако противоэрэзионная почвозащитная

технология возделывания сельскохозяйственных культур во многих хозяйствах области не применяется совсем (Комплексный доклад..., 2004).

Эффективным признаком устойчивости почв к ветровой эрозии является наличие комковатости в слое 0-5 см. Агрегаты диаметром более 2 мм являются эффективным защитным противоэррозионным слоем. Ветроустойчивость чернозёмов зависит от наличия в почве 22-40 % агрегатов размером более 2 мм, причём 10-25 % из них должны быть больше 10 мм. Менее эффективна роль агрегатов размером 1-2 мм, а агрегаты, размером менее 0,5 мм, совсем неэффективны и легко переносятся ветром (Докучаев В.В., 1952; Bodman G.B., 1965; Добровольский В.В., 1999; Добровольский Г.В., 1985, 2000).

Для сохранения плодородия почв А.Н. Каштанов и В.Е. Явтушенко (1997) обосновали научную концепцию развития агрохимии ландшафтного земледелия, учитывающую особенности эродированных почв, обусловленные рельефом, которая сегодня развивается.

Деградационные изменения почв агроландшафтов при этом несравнимы с трансформацией почв агроландшафтов при сельскохозяйственном использовании. Проблема исследования и внесения почв таких агроландшафтов в отечественные и зарубежные классификации возникла еще в XX веке и остро стоит сегодня в связи с увеличением их площади. Биологическая продуктивность нашей планеты опирается на нормальное функционирование почвенного покрова (Иванова Е.Н., 1964; Добровольский Г.В., 1985; Классификация почв России, 1997; Конке К., 1962; Lecture Notes on the Major Soils of the World, 2001).

Таким образом, постоянный контроль за плодородием почв – неотъемлемый атрибут цивилизованного государства, он входит в функцию земельных органов, агрохимической службы, научно-исследовательских учреждений, органов контроля за состоянием природных ресурсов и окружающей среды. На основе мониторинга разрабатываются нормативы оптимальных параметров плодородия почв.

Составляются законодательные акты на предмет сохранения и восстановления агроландшафтов, осуществления комплекса мер по расширенному воспроизводству плодородия почв, мелиорации и рекультивации, приостановлению негативных явлений, вызываемых эрозионными процессами и техногенным загрязнением. Ведутся разработки рекомендаций по системам ведения сельского хозяйства на биолого-экологической основе со строго нормированным применением минеральных удобрений, агрохимикатов (Егоров В.Е., 1981; Brady N.C., 2002).

Для более дифференцированного и рационального использования почв, создания новых форм и технологий управления их физическими и водными свойствами, а также для прогноза изменений почв при дальнейшей антропогенной нагрузке, необходим постоянный контроль за состоянием почв агроландшафтов Южного Урала. В Челябинском НИИСХ в 1993 году были начаты работы по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения в различных почвенно-климатических зонах области.

## **2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Природно-климатические условия Челябинской области**

Географическое положение территории Челябинской области определяется координатами  $52^001'$  и  $58^023'$  с.ш.,  $57^008'$  и  $63^021'$  в.д. (по Гринвичу). Более  $\frac{3}{4}$  её территории лежит в степном и лесостепном Зауралье. Около  $\frac{1}{4}$  заходит в пределы горно-лесного Урала. На севере область граничит со Свердловской, на востоке – с Курганской областями, на юго-востоке – с Казахстаном, на юге – с Оренбургской областью и на западе – с Башкирией.

Характерной особенностью климата Челябинской области является наличие продолжительной малоснежной холодной зимы с частыми метелями и короткого, но достаточно теплого лета с периодически повторяющимися засухами. К концу апреля почва оттаивает на глубину 20-30 см и полностью – во второй декаде мая. Переход среднесуточных температур воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  отмечается 8-10 апреля (Агроклиматические ресурсы..., 1977).

Лето обычно жаркое, сухое, особенно в первой его половине. Июль и август более благоприятны для роста и развития растений. В июне бывает до 10 дней с суховеями, а за тёплый период их количество колеблется до 30 и более. В неблагоприятные годы число суховейных дней увеличивается.

Осень на Южном Урале ранняя, пасмурная, нередко дождливая, что усугубляет уборку урожая.

Зима суровая, холодная, чаще всего малоснежная. Первый снег отмечается 21-25 октября, но устойчивый снеговой покров устанавливается в первой или во второй декадах ноября.

По тепло- и влагообеспеченности территория области распределена на четыре агроклиматические зоны.

1 зона – горно-лесная, менее обеспеченная теплом, но лучше – влагой с суммой осадков до 250-300 мм за вегетационный период.

2 зона – северная лесостепь, умеренно увлажненная с суммой осадков за активный период вегетации около 200-250 мм.

3 зона – южная лесостепь, полузасушливая с суммой осадков за вегетацию 175-225 мм.

4 зона – степная, характеризующаяся острозасушливостью с суммой осадков за вегетацию 160-210 мм.

Различия в природно-климатических условиях указанных зон создают неравнозначные условия для формирования почв. В северной лесостепи – чернозёмы выщелоченные; в южной лесостепи – чернозёмы обыкновенные; и в самой южной части степной зоны – чернозёмы южные карбонатные.

## **2.2 Объекты исследований и география размещения стационарных пунктов мониторинга земель сельскохозяйственного назначения**

Репрезентативность стационарных участков мониторинга земель обусловливается их типичностью по отношению к окружающей территории по почвенному покрову, рельефу, а на естественных фитоценозах – растительным ассоциациям.

Почва на участке мониторинга идентична основному типу, подтипу и разновидности почвы на возможно большей окружающей территории данной природной зоны. При выборе стационарных пунктов мониторинга брались во внимание следующие обязательные условия:

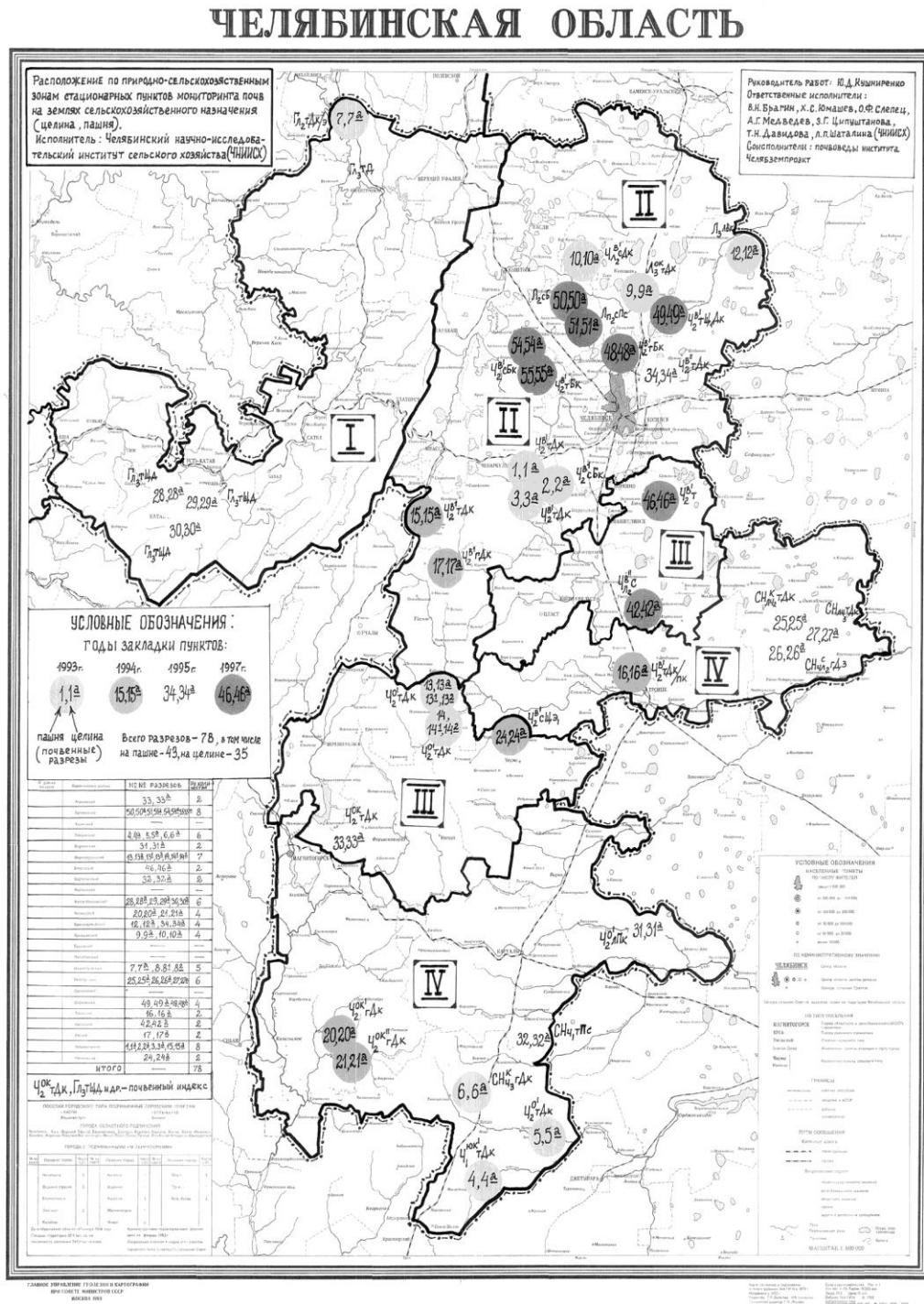
- охват всего разнообразия природных зональных условий области в районах с развитым сельским хозяйством;
- типичность почвы на площадках мониторинга почвенному покрову данной зоны;
- типичность природных условий по отношению к зональным особенностям;
- обязательное наличие наиболее распространенных в данной зоне подтипов почвы;

- максимальная широта охвата территории области от ее северной границы (Нязепетровский район) до южной (Брединский район) и от западной границы (Катав-Ивановский район) до восточной (Октябрьский район);
- возможность сравнения целины и пашни, а также различных элементов рельефа по основным агрономическим и экологическим характеристикам;
- получение наиболее полной информации о качественном состоянии земельного фонда с учетом требований агроландшафтного земледелия – высоты над уровнем моря, крутизны и экспозиции склонов, залегания грунтовых вод, степени эродированности пахотных земель, выхода горных пород и т.д.

Почвенные разрезы на пашне и целине по программе мониторинга земель заложены в 1993 году в трёх природно-сельскохозяйственных зонах Челябинской области: северная лесостепная зона – разрезы 1, 1<sub>a</sub>, 2, 2<sub>a</sub>, 3, 3<sub>a</sub> (чернозём выщелоченный), разрезы 13, 13<sub>a</sub>, 16, 16<sub>a</sub> (чернозём обыкновенный); южная лесостепная зона – разрезы 24, 24<sub>a</sub> и 48, 48<sub>a</sub> (чернозём выщелоченный); степная зона – разрезы 20, 20<sub>a</sub> (чернозём обыкновенный) и 4, 4<sub>a</sub> (чернозём южный карбонатный) (рис. 1, прил. А-3). Наиболее южная точка расположена в координате 52°15' северной широты и 60°18' восточной долготы (разрезы 4 и 4<sub>a</sub> в АОЗТ Наследницкое Брединского района). Таким образом, расстояние от северной до южной точки составляет более четырёх широтных градусов, и расположены они друг от друга по прямой на расстоянии 236 км.

При проведении исследований по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения возникла необходимость топографо-геодезической привязки стационарных реперных площадок с целью использования их в будущем для выполнения аналогичных работ. Наличие географических и геодезических координат по каждому почвенному разрезу позволяет быстро и точно определить их местонахождение.

Основой для топографо-геодезической привязки служили топосоветы 1:625000 масштаба. Опорными точками были хорошо читаемые контурные точки.



Зоны: I – горно-лесная; II – северная лесостепная; III – южная лесостепная; IV – степная.

Рисунок 1 – Карта размещения пунктов мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области

Полевые работы включали проверку идентичности контуров на топоснове и на местности, опознавание их, выбор опорных контурных точек, закрепление разрезов реперами, измерение длин линий по створам стальной 20-метровой лентой. Местонахождение каждого почвенного разреза определяли линейными засечками с трёх выбранных опорных точек. Опорными точками служили точечные объекты топосновы, а именно, пункты полигонометрии, теле- и радиомачты, столбы ЛЭП и связи, отдельно стоящие деревья и т.д. По линейным засечкам точно наносили почвенные разрезы и репера на топоснову 1:625000 масштаба. С топосновы снимаются геодезические и географические координаты, абсолютная высотная отметка каждого разреза.

### **2.3 Методика исследований**

Исследования по оценке состояния чернозёмных почв проводились в течение четырёх туроров: 1 тур – 1993-1997 гг., 2 тур – 1998-2002 гг., 3 тур – 2003-2007 гг., 4 тур – 2008-2012 гг. Содержание гумуса и азота общего определялось в 1, 2 и 4 турах.

Отбор почвенных образцов проводился с 10 прикопок вокруг разрезов с двух слоёв: 0-20 и 20-40 см. С учетом типичности почвенного покрова вокруг разреза на пашне и целине прикопки, с которых берутся почвенные образцы, располагались равномерно с тем, чтобы наиболее полно охарактеризовать агрохимическое и экологическое состояние исследуемого угодья.

Масса почвы одного образца с прикопки с учётом потребности банка постоянного хранения образцов – 4 кг. Минимальная масса почвы одного образца, передаваемого на агрохимические анализы в аналитическую лабораторию ГНУ ЧНИИСХ – не менее 1 кг, на физико-химические анализы – не менее 500 г. Результаты анализов почвенных образцов подвергались статистической обработке на персональном компьютере по программе Snedekor.

Виды и методы химических анализов почвенных образцов, предусмотренные программой мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, в полной мере отвечают поставленным целям и задачам и позволяют получать разностороннюю информацию о качественных и количественных изменениях параметров естественного и эффективного плодородия почв. Виды и методы химических анализов почвенных образцов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Виды и методы химических анализов почвенных образцов со стационарных пунктов мониторинга земель сельскохозяйственного назначения

Виды анализа и методы
Виды кислотности почвы: - гидролитическая кислотность по Каппену (ГОСТ 26212-91), мг-экв/100 г - pH водной вытяжки потенциометрически ГОСТ 27753.3-88 - pH солевой вытяжки потенциометрически ГОСТ 26484-85
Основные элементы питания в почве: - азот легкогидролизуемый по Тюрину-Кононовой, мг/кг - азот общий по Къельдалю, % - фосфор подвижный по Чирикову, мг/кг - калий обменный по Чирикову, мг/кг
Гумусное состояние почвы: - общий гумус по Тюрину в модификации Симакова, % - групповой и фракционный состав гумуса – по Тюрину в модификации Пономарёвой и Плотниковой (Аринушкина Е.В., 1952)

Аналитические работы выполнялись в аналитической лаборатории ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

### 3 МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ

#### 3.1 Чернозёмы выщелоченные

Чернозёмы выщелоченные преобладают в северной и южной лесостепи области, встречаются в горно-лесной и степной зонах. Формируются на слабоволнистой равнине, в долинах рек, преимущественно в нижних частях склонов холмов и увалов под луговыми разнотравно-злаковыми степями, которые на больших площадях распаханы. Водный режим в отдельные годы и в отдельных местоположениях промывной. Преобладающий гранулометрический состав тяжелосуглинистый. Материнскими породами преимущественно служат жёлто-бурые делювиальные карбонатные глины и тяжёлые суглинки, встречаются и породы более легкого гранулометрического состава, иногда скелетные.

Для морфологического профиля чернозёма выщелоченного характерен довольно мощный гумусовый горизонт А тёмно-серого или серовато-чёрного цвета, хотя в области и преобладают маломощные виды. Гумусовый горизонт АВ неравномерно прокрашенный с тёмно-сероватым буроватым оттенком, с ореховатой и мелкокомковатой структурой, иногда с белесоватой присыпкой. Уплотнённый иллювиальный бескарбонатный горизонт В мощностью от 5 до 55 см очень неоднородный языковатый комковато-ореховатой структуры. Для этих почв характерна пониженная глубина залегания карбонатов. Описание морфологических особенностей чернозёма выщелоченного приводим по разрезам 1, 1<sub>a</sub>, 2, 2<sub>a</sub>, 3, 3<sub>a</sub>, заложенным на пашне и целине ГНУ Челябинский НИИСХ в Чебаркульском районе, по разрезу 24, 24<sub>a</sub>, заложенному в Чесменском районе в АОЗТ «Черноборское» и 48, 48<sub>a</sub> в Сосновском районе.

**Разрез 1 а. Чебаркульский район. Поле ГНУ ЧНИИСХ. Целина.  
54°57' СШ 60°43' ВД**

Волнистая равнина. Верхняя часть пологого склона.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый слабощебнистый.

$A_0$  0-3 см. Дернина.

$A_1$  3-20 см. Свежий, тёмно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, уплотнён, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

$AB$  20-33 см. Свежий, тёмно-бурый, редкие языки пород, тяжелосуглинистый, комковатый, уплотнён, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

$B_0$  33-50 см. Слегка влажный, бурый, с затёками гумуса, глина лёгкая, комковато-ореховатый, плотный, слабая скелетность, редкие кротовины, постепенный характер перехода.

$B_2$  50-75 см. Влажный, бурый, с затёками гумуса, глина легкая, призмовидный, плотный, слабая скелетность, слабый глянец, постепенный характер перехода.

$BC$  75-101 см. Влажный, бурый, глинистый, комковато-ореховатый, очень плотный, слабая скелетность, слабый глянец, постепенный характер перехода.

$C$  101-135 см. Влажный, бурый, глина легкая, неясно-комковатый, плотный, карбонаты.

**Разрез 1. Чебаркульский район. Поле ГНУ ЧНИИСХ. Пашня.  
54°57' СШ 60°43' ВД**

Волнистая равнина. Верхняя часть пологого склона.

Почва: Чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый слабощебнистый.

$A_{\text{пах.}}$  0-27 см. Пахотный горизонт, тёмно-серый, тяжелосуглинистый, непрочно-комковатый, уплотнён, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

$B_1$  27-40 см. Влажный, бурый с затёками гумуса, тяжелосуглинистый, комковато-ореховатый, уплотнён, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

$B_2$  40-60 см. Влажный, бурый с редкими затёками гумуса, тяжелосуглинистый, ореховатый, плотный, слабая скелетность, редкие кротовины, постепенный характер перехода.

$BC$  60-92 см. Влажный, бурый с единичными затёками гумуса, глинистый, ореховато-призмовидный, плотный, слабая скелетность, ясный характер перехода.

$C$  92-135 см. Влажный, буро-коричневый, глинистый, слитно-комковатый, плотный, имеются карбонаты.

### **Разрез 2 а. Чебаркульский район. Поле ГНУ ЧНИИСХ. Целина.**

**54°56' СШ 60°44' ВД**

Волнистая равнина. Нижняя треть склона.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный среднесуглинистый слабощебнистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурый карбонатный средний суглинок.

$A_0$  0-3 см. Дернина.

$A_1$  3-19 см. Свежий, тёмно-серый, средний суглинок, комковатый, уплотнён, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

$AB$  19-29 см. Свежий, тёмно-бурый, редкие языки породы, средний суглинок, крупно-комковатый, уплотнён, редкие гальки, постепенный характер перехода.

**B<sub>1</sub>** 29-51 см. Слегка влажный, бурый, редкие затёки гумуса, тяжёлый суглинок, мелко-ореховатый, плотный, редкие гальки, постепенный характер перехода.

**B<sub>2</sub>** 51-74 см. Слегка влажный, бурый, редкие затёки гумуса, тяжёлый суглинок, комковатый, плотный, редкие гальки, постепенный характер перехода.

**ВС** 74-95 см. Влажный, жёлто-бурый, средний суглинок, комковатый, уплотнён, карбонаты, постепенный характер перехода.

**С** 95-140 см. Влажный, жёлто-бурый, средний суглинок, бесструктурный, уплотнён, карбонаты.

## **Разрез 2. Чебаркульский район. Поле ГНУ ЧНИИСХ. Пашня.**

**54<sup>0</sup>56' СШ 60<sup>0</sup>44' ВД**

Волнистая равнина, нижняя треть склона.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный среднесуглинистый слабощебнистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурый карбонатный лёгкий суглинок.

**A<sub>пах.</sub>** 0-27 см. Свежий, тёмно-серый, средний суглинок, комковато-пылеватый, уплотнён, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

**B<sub>1</sub>** 27-48 см. Свежий, тёмно-бурый, языки породы, тяжёлый суглинок, комковатый, плотный, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

**B<sub>2</sub>** 48-65 см. Влажный, бурый с затёками гумуса, средний суглинок комковато-ореховатый, плотный, слабая скелетность, постепенный характер перехода.

**ВС** 65-87 см. Влажный, палево-бурый, средний суглинок, неясно-комковатый, плотный, карбонаты, постепенный характер перехода.

**С** 87-150 см. Влажный, желто-бурый, лёгкий суглинок, бесструктурный, уплотнён, карбонаты.

**Разрез 3 а. Чебаркульский район. Поле ГНУ ЧНИИСХ. Целина.**

**54°57' СШ 60°54' ВД**

Волнистая равнина, юго-западный склон, слабоволнистый.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурая карбонатная глина.

$A_0$  0-4 см. Дернина.

$A_1$  4-25 см. Свежий, тёмно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, уплотнён, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода.

$AB$  25-36 см. Свежий, тёмно-бурый, тяжелосуглинистый, комковатый, уплотнён, постепенный характер перехода.

$B_1$  36-52 см. Влажный, тёмно-бурый, языки породы, тяжелосуглинистый, крупно-комковатый, плотный, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода.

$B_2$  52-69 см. Влажный, бурый, с затёками гумуса, глинистый, комковато-ореховатый, плотный, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода.

$BC$  69-101 см. Влажный, бурый, глинистый, комковато-ореховатый, очень плотный, карбонаты в виде конкреций, ясный характер перехода в нижний горизонт.

$C$  101-150 см. Влажный, жёлто-бурый, глинистый, неясно-комковатый, очень плотный, имеются псевдомицелии.

**Разрез 3. Чебаркульский район. Поле ГНУ ЧНИИСХ. Пашня.**

**54°57' СШ 60°54' ВД**

Волнистая равнина. Пологий склон.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурая карбонатная глина.

$A_{\text{пах.}}$  0-29 см. Свежий, тёмно-серый, тяжёлый суглинок, комковатый, уплотнен, редкая скелетность, ясный характер перехода в нижний горизонт.

$B_1$  29-47 см. Слегка влажный, тёмно-бурый, языки породы, тяжелосуглинистый, крупно-комковатый, плотный, постепенный характер перехода.

$B_2$  47-77 см. Влажный, бурый с затёками гумуса, тяжелосуглинистый, комковато - призмовидный, плотный, имеются карбонаты, постепенный характер перехода.

$AC$  77-101 см. Влажный, жёлто-бурый, тяжелосуглинистый, комковатый, уплотнён, карбонаты, постепенный характер перехода.

$C$  101-155 см. Влажный, жёлто-бурый, глинистый, неясно-комковатый, уплотнён.

#### **Разрез 24 а. Чесменский район. АОЗТ Черноборское. Целина.**

**53°54'СШ 60°32'ВД**

Слабоволнистая равнина. Верхняя треть пологого склона.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный очень маломощный щебнистый среднесуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: щебнистый элювий.

$A_0$  0-2 см. Дернина.

$A_1$  2-14 см. Слегка влажный, тёмно-серый, среднесуглинистый, непрочно-комковатый, уплотнён, мелкая дресва, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$AB$  14-22 см. Свежий, темно-бурый, редкие пятна бурого цвета, среднесуглинистый, комковатый, плотный, включает дресву, щебень, постепенный характер перехода.

$B$  22-45 см. Свежий, бурый с затёками гумуса, легкосуглинистый, неясно-комковатый, плотный, крупная дресва, постепенный характер перехода.

С 45-60 см. Свежий, серовато-бурый, супесчаный, бесструктурный, плотный, содержит щебень и дресву, резкий характер перехода в нижний горизонт.

D60-90 см. Свежий, зеленовато-бурый, содержит дресва, бесструктурный, плотный, содержит щебень.

**Разрез 24. Чесменский район. АОЗТ «Черноборское». Пашня.**

**53°54'СШ 60°32'ВД**

Слабоволнистая равнина. Верхняя треть склона.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный укороченный щебнистый среднесуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: щебнистый элювий.

A<sub>пах.</sub> 0-19 см. Сухой, тёмно-серый, среднесуглинистый, неясно-комковатый, плотный, щебень и дресва, ясный характер перехода в нижний горизонт.

В 19-38 см. Свежий, бурый с затёками гумуса, среднесуглинистый, комковатый, плотный, щебень и дресва, постепенный характер перехода.

CD 38-59 см. Свежий, серовато-бурый, супесчаный, бесструктурный, плотный, содержит щебень, резкий характер перехода в нижний горизонт.

D 59-90 см. Свежий, зеленовато-бурый, дресва, бесструктурный, плотный, содержит щебень.

**Разрез 48 а. Сосновский район, Каштакский. Целина.**

**55°08'СШ 61°28'ВД**

Слабо волнистая равнина. Средняя часть пологого склона юго-западной экспозиции.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: жёлто-бурый карбонатный тяжёлый суглинок.

$A_0$  0-4 см. Дернина.

$A_1$  4-22 см. Свежий, тёмно-серый однородно-окрашенный, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, слабо уплотнён, имеются корни растений, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$AB$  22-32 см. Свежий, тёмно-серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, слабо уплотнён, встречаются корни растений, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$B_1$  32-50 см. Свежий, тёмно-бурый с затёками гумуса, тяжелосуглинистый, комковато-ореховатый, плотный, редкие корни растений, постепенный характер перехода.

$B_2$  50-100 см. Свежий, бурый с редкими затеками гумуса, тяжелосуглинистый, мелко-ореховато-комковатый, плотный, единичные корни растений, постепенный характер перехода.

$BC$  100-120 см. Свежий, бурый с гумусовыми пятнами, тяжелосуглинистый, неясно-комковатый, плотный, карбонаты в виде псевдомицелия и конкреций, постепенный характер перехода.

$C$  120-150 см. Свежий, жёлто-бурый, тяжелосуглинистый, неясно-комковатый, плотный, карбонаты в виде конкреций.

#### **Разрез 48. Сосновский район, Каштакский. Пашня.**

**55°08'СШ 61°28'ВД**

Слабо волнистая равнина. Средняя часть пологого склона юго-западной экспозиции.

Почва: чернозём выщелоченный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: жёлто-бурый карбонатный лёгкий суглинок.

$A_{\text{пах.}}$  0-22 см. Свежий, тёмно-серый однородно-окрашенный, тяжелосуглинистый, комковато-пылеватый, слабо уплотнён, имеются

корни растений, единично мелкий щебень, характер перехода в нижний горизонт ясный по линии вспашки.

AB 22-33 см. Свежий, тёмно-серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, комковатый, слабо уплотнён, встречаются корни растений, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

B<sub>1</sub> 33-50 см. Свежий, тёмно-бурый с затеками гумуса, тяжелосуглинистый, комковато-мелко-ореховатый, плотный, редкие корни растений, постепенный характер перехода.

B<sub>2</sub> 50-100 см. Свежий, бурый с редкими затеками гумуса, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, единичные корни растений, постепенный характер перехода.

BC 100-120 см. Свежий, бурый с гумусовыми пятнами, среднесуглинистый, неясно-комковатый, очень плотный, карбонаты в виде псевдомицелия и конкреций, постепенный характер перехода.

C 120-170 см. Свежий, жёлто-бурый, легкосуглинистый, неясно-комковатый, очень плотный, карбонаты в виде конкреций.

В основном исследуемые разрезы, представленные чернозёмами выщелоченными, имеют сходное морфологическое строение. Преобладающей является тяжелосуглинистая почва. Гумусовый горизонт окрашен в тёмно-бурый цвет, за исключением разреза 48<sub>a</sub>, гумусовый горизонт которого тёмно-серый с бурым оттенком. Можно отметить, что гумусовый горизонт этого разреза слабо уплотнён в отличие от остальных. Наибольшей глубиной гумусового горизонта отличается разрез 3<sub>a</sub>, наименьшей – разрез 24<sub>a</sub>.

### **3.2 Чернозёмы обыкновенные**

Формируются чернозёмы обыкновенные на слабоволнистых водораздельных равнинах, на пологих склонах под разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью, в настоящее время распаханной.

Почвообразующими породами в большинстве случаев являются делювиальные карбонатные глины и суглинки.

Чернозёмы обыкновенные среднегумусные маломощные занимают основную площадь в центральной и южной частях области. Используются в основном в пашне и незначительно как кормовые угодья. Для характеристики морфологического строения приводим описание разрезов 13, 13<sub>a</sub>, заложенных в Верхнеуральском районе области в Петропавловском хозяйстве, разрезов 16, 16<sub>a</sub>, заложенных в ОПХ «Троицкое» в Троицком районе, и разрезов 20, 20<sub>a</sub>, заложенных в АОЗТ «Измайловское» Кизильского района.

**Разрез 13<sub>a</sub>. Целина. Верхнеуральский район. Петропавловское.**

**53°59' СШ 60°00' ВД**

Макрорельеф волнисто-увалистый. Пологий склон (волнистый).

Почва: чернозём обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурая карбонатная глина.

A<sub>0</sub> 0-2 см. Дернина.

A<sub>1</sub> 2-20 см. Свежий, тёмно-серый, тяжелосуглинистый, зернисто-комковатый, уплотнён, новообразований и включений нет, характер перехода в нижний горизонт постепенный.

AB 20-38 см. Увлажнён, тёмно-бурый, редкие тёмные пятна, тяжелосуглинистый, крупно-зернистый, уплотнён, новообразований и включений нет, характер перехода в нижний горизонт постепенный.

B<sub>1</sub> 38-56 см. Влажный, тёмно-бурый, языки породы, глинистый, ореховато-зернистый, плотный, имеются псевдомицелии, редкие кротовины, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

B<sub>2</sub> 56-78 см. Влажный, бурый с затёками гумуса, глинистый, крупно-комковато-ореховатый, плотный, имеются псевдомицелии, постепенный характер перехода.

ВС 78-120 см. Влажный, жёлто-бурый с затеками гумуса, глинистый, ореховато-комковатый, плотный, белоглазки, псевдомицелии, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

С 120-140 см. Влажный, жёлто-бурый, глинистый, бесструктурный, плотный, белоглазки.

**Разрез 13. Пашня. Верхнеуральский район. Петропавловское.**

**53°59' СШ 60°00' ВД**

Волнисто-увалистый макрорельеф. Пологий слабоволнистый склон.

Почва: чернозём обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурая карбонатная глина.

А<sub>пах.</sub> 0-25 см. Свежий, тёмно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, рыхлый, новообразований и включений нет, ясный характер перехода в нижний горизонт.

АВ 25-38 см. Слегка увлажнён, темно бурый, редко встречаются тёмные пятна, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, уплотнён, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

В<sub>1</sub> 38-61 см. Влажный, тёмно-бурый, языки породы, глинистый, крупно-комковато-ореховатый, плотный, внизу псевдомицелии, постепенный характер перехода.

В<sub>2</sub> 61-73 см. Влажный, бурый с затёками гумуса, глинистый, комковато-ореховатый, плотный, псевдомицелии, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

ВС 73-119 см. Влажный, жёлто-бурый с затёками гумуса, глинистый, крупно-комковатый, плотный, белоглазка, постепенный характер перехода.

С 119-148 см. Влажный, жёлто-бурый, глинистый, бесструктурный, плотный, белоглазка.

**Разрез 16 а. Троицкий район. ОПХ Троицкое. Целина.**

**53°58' СШ 61°01' ВД**

Слабо волнистая равнина. Очень пологий склон.

Почва: чернозём обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый слабощебнистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурая карбонатная глина.

А<sub>0</sub> 0-3 см. Дернина.

А<sub>1</sub> 3-13 см. Влажный, желто-серый, среднесуглинистый, непрочно-комковатый, уплотнён, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

АВ 21-31 см. Влажный, тёмно-бурый с редкими языками породы, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, редкие псевдомицелии, постепенный переход.

В 31-45 см. Свежий, бурый с затёками гумуса, тяжелосуглинистый, комковатый, уплотнён, редкие псевдомицелии, постепенный переход.

С 45-75 см. Палево-бурый, средний суглинок, неясно-комковатый, уплотнён, имеются примазки, волнистый характер перехода в нижний горизонт.

Д 75-125 см. Свежий, жёлтый с прослойками белого цвета, песок, бесструктурный, рыхлый, без новообразований и включений.

**Разрез 16. Троицкий район. ОПХ Троицкое. Пашня.**

**53°58' СШ 61°01' ВД**

Слабо волнистая равнина. Очень пологий склон.

Почва: чернозём обыкновенный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурый карбонатный средний суглинок, подстилаемый песком.

$A_{\text{пах.}}$  0-20 см. Влажный, жёлто-серый, среднесуглинистый, непрочно-комковатый, уплотнён, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$AB$  20-32 см. Влажный, тёмно-бурый с редкими языками породы, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, редкие псевдомицелии, постепенный переход.

$B$  32-54 см. Свежий, бурый с затёками гумуса, тяжелосуглинистый, комковатый, уплотнён, редкие псевдомицелии, постепенный переход.

$C$  54-82 см. Палево-бурый, средний суглинок, неясно-комковатый, уплотнён, имеются примазки, волнистый характер перехода в нижний горизонт.

$D$  82-125 см. Свежий, жёлтый с прослойками белого цвета, песок, бесструктурный, рыхлый, без новообразований и включений.

#### **Разрез 20 а. Кизильский район, АОЗТ Измайловское. Целина.**

##### **52°45' СШ 59°27' ВД**

Волнисто-увалистая равнина. Верхняя треть пологого склона.

Почва: чернозём обыкновенный карбонатный среднегумусный маломощный глинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурая карбонатная глина.

$A$  0-3 см. Дернина.

$A_1$  3-18 см. Свежий, тёмно-серый глинистый, комковатый, уплотнён, редкие камешки, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$AB$  18-34 см. Свежий, тёмно-бурый, редкие языки породы, глинистый, комковатый, уплотнён, псевдомицелии, постепенный характер перехода.

$B_1$  34-70 см. Слегка влажный, тёмно-бурый, редкие языки породы, глинистый, комковатый, уплотнён, псевдомицелии, постепенный характер перехода.

$B_2$  70-90 см. Слегка влажный, бурый с редкими затёками гумуса, глинистый, крупно-призмовидный, очень плотный, есть белоглазка, характер перехода в нижний горизонт постепенный.

$BC$  90-125 см. Влажный, коричнево-бурый с редкими затёками гумуса, глинистый, неясно-ореховатый, плотный, белоглазка, ясный характер перехода.

$C$  125-155 см. Влажный, буро-коричневый, глинистый, слитно-комковатый, плотный, белоглазка.

#### **Разрез 20. Кизильский район. АОЗТ Измайловское. Пашня.**

**52°45' СШ 59°27' ВД**

Волнисто-увалистая равнина. Верхняя треть пологого склона.

Почва: чернозём обыкновенный карбонатный среднегумусный маломощный глинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: бурая карбонатная глина.

$A_{пах.}$  0-23 см. Сухой, тёмно-серый, глинистый, комковато-пылеватый, уплотнён, редкий щебень, псевдомицелии с 5 см, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$AB$  23-33 см. Свежий, тёмно-бурый с затеками гумуса, глинистый, комковатый, плотный, псевдомицелии, постепенный характер перехода.

$B_1$  33-70 см. Свежий, тёмно-бурый, языки породы, глинистый, комковато-ореховатый, очень плотный, псевдомицелии, белоглазки, постепенный характер перехода.

$B_2$  70-98 см. Слегка влажный, бурый, с затёками гумуса, глинистый, ореховато-призмовидный, очень плотный, есть белоглазки, конкреции, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$BC$  98-128 см. Влажный, коричнево-бурый с редкими затёками гумуса, глинистый, неясно-комковатый, плотный, конкреции, ясный характер перехода.

С 128-150 см. Влажный, буро-коричневый, глинистый, слитно-комковатый, плотный, конкреции.

Чернозёмы обычные среднегумусные среднемощные в подзоне занимают относительно небольшие площади. Используются они преимущественно в пашне. Залегают на пологих склонах слабоволнистой равнины. Почвообразующими породами являются делювиальные карбонатные глины и суглинки. По мощности гумусового горизонта среди разрезов, заложенных на чернозёме обычном, можно выделить разрез 13<sub>a</sub>. Разрез 13 отличается наиболее рыхлым пахотным горизонтом. Тёмно-бурый цвет гумусового горизонта характерен для всех исследуемых разрезов.

### **3.3 Чернозёмы южные**

Чернозёмы южные встречаются в юго-восточной части Карталинского района и в Брединском районе. Формируются они на плоских повышениях слабоволнистой равнины под разнотравно-полынно-злаковой растительностью на жёлто-бурых делювиальных карбонатных отложениях тяжёлого гранулометрического состава, на пестроцветных породах и изредка на щебенистом элювии плотных пород. Морфологической особенностью черноземов южных является укороченный профиль с небольшим содержанием гумуса в верхнем горизонте. Обеспеченность почвы фосфором низкая, а калием высокая. Почвы подвержены ветровой эрозии.

Чернозёмы южные карбонатные малогумусные маломощные приурочены к повышенным плоским участкам водоразделов. Формируются на жёлто-бурых карбонатных глинах и тяжёлом суглинке, изредка на щебенистом элювии плотных пород. Для морфологической характеристики чернозёмов южных карбонатных проведено описание разрезов 4 и 4<sub>a</sub>, заложенных на целине и пашне хозяйства «Наследницкое» Брединского района.

**Разрез 4<sub>а</sub>. Брединский район. Наследницкое. Целина.**

**52°15' СШ 60°18' ВД**

Слабоволнистая равнина. Очень пологий северо-восточный склон.

Почва: чернозём южный карбонатный малогумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: жёлто-бурая карбонатная глина.

$A_0$  0-2 см. Дернина.

$A_1$  2-21 см. Сухой, серо-бурый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$AB$  21-38 см. Сухой, серовато-бурый, тяжелосуглинистый, комковато-ореховатый, плотный, белоглазки карбонатов, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$B_1$  38-62 см. Сухой, бурый, с затеками гумуса, глинистый, непрочно-призморидный, плотный, белоглазки карбонатов, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$B_2$  62-98 см. Сухой, жёлто-бурый, глинистый, комковатый, очень плотный, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$C$  98-135 см. Сухой, жёлто-бурый, глинистый, бесструктурно-литый, очень плотный, белоглазки карбонатов.

**Разрез 4. Брединский район. Наследницкое. Пашня.**

**52°15' СШ 60°18' ВД**

Слабоволнистая равнина. Средняя часть очень пологого северо-восточного склона.

Почва: чернозём южный карбонатный малогумусный маломощный тяжелосуглинистый.

Почвообразующая и подстилающая породы: жёлто-бурая карбонатная глина.

$A_{\text{пах.}}$  0-22 см. Сухой, буровато-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$AB$  22-36 см. Сухой, серовато-бурый, тяжелосуглинистый, комковатый, очень плотный, новообразований и включений нет, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$B_1$  36-62 см. Влажный, бурый с затёками гумуса, глинистый, комковато-ореховатый, очень плотный, встречаются белоглазки карбонатов, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$B_2$  62-122 см. Влажный, бурый с затёками гумуса, глинистый, комковатый, плотный, встречаются белоглазки карбонатов, постепенный характер перехода в нижний горизонт.

$C$  122-155 см. Влажный, бурый, глинистый, комковатый, плотный, встречаются белоглазки карбонатов.

Почвы в разрезах в основном тяжелосуглинистые. Результаты проведённых исследований показали различия в строении чернозёмных почв. Почвообразующая порода чернозёмов обыкновенных представлена в основном бурой карбонатной глиной, в то время как почвообразующая порода большинства разрезов чернозёмов выщелоченных – карбонатный средний и лёгкий суглинок. Чернозёмы южные имеют жёлто-бурую карбонатную глину в качестве почвообразующей и подстилающей породы. Чернозём выщелоченный и обыкновенный имеют гумусовый горизонт тёмно-серой окраски и комковатую структуру в пахотном горизонте (0-20 см). Окраска гумусового горизонта чернозёма южного отличается бурой окраской и комковато-пылеватой структурой. В большинстве пунктов мониторинга чернозёмные почвы имеют суглинистый и глинистый состав, причём преобладают средние и тяжёлые суглинки. В некоторых пунктах в горизонтах встречаются С и D. Примером служат разрезы 24 и 16.

#### **4 ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ**

Программа мониторинга предусматривает контроль за гумусным состоянием исследуемых угодий, которое является интегрированным показателем естественного плодородия почвы (Малышев И.Г., 1991; Методические указания..., 2003; Шарков И.Н., 2011). Вместе с тем, это весьма устойчивый показатель, мало изменяющийся во времени при отсутствии деструкционных процессов, грубых нарушений технологий и дисбаланса органического вещества. От содержания гумуса и его качественных характеристик зависят агрофизические и агрохимические свойства почвы, состояние её биологической активности. В хорошо гумусированных почвах лучше протекают процессы мобилизации элементов питания растений при механической обработке и паровании (Когут Б.М., 2004). Такие почвы лучше аэрируются, меньше подвержены переуплотнению и растрескиванию.

Наиболее активные дискуссии ведутся по проблеме изменения гумусового состояния почв при трансформации естественных биогеоценозов в агроценозы (Агрофизическая характеристика..., 1966; Кауричев И.С., 1982). Широко распространено мнение, что при распашке целинных и залежных земель равновесие между приходом и минерализацией гумуса нарушается (Манторова Г.Ф., 2002). На динамику органического вещества пахотных почв большое влияние оказывает система её основной обработки. Низкая способность почвы к гумусообразованию объясняется недостаточным поступлением свежего органического вещества в почву вследствие возросших темпов минерализации органики при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям. По данным анализов мониторинга почв сельскохозяйственного назначения, проведённых в ГНУ Челябинский

НИИСХ, меньшее содержание гумуса на пахотных угодьях по сравнению с целинными отмечено на всех подтипах зональных почв области. За годы проведения мониторинга почв произошло уменьшение содержания гумуса на пашне, что объясняется снижением объёмов применения органических удобрений, недостаточным поступлением в почву органического вещества, а также проявлением эрозионных процессов. Наиболее заметные изменения произошли в степных агроландшафтах области.

Запасы гумуса обусловлены степенью распаханности, уровнем культуры земледелия, эрозионными процессами, количеством возвращаемых в почву органических веществ – навоза, пожнивных и корневых остатков и др. (Деревягин В.А., 1989).

В среднем, по данным исследований первого тура мониторинга почв сельскохозяйственного назначения, проведённых в ЧНИИСХ, по всем подтипа姆 зональных почв области содержание гумуса и его запасы на целине выше, чем на пашне на 0,84-1,44 % (табл. 4). Особенно заметные различия по содержанию гумуса отмечены на чернозёмах обыкновенных и южных карбонатных. Запасы гумуса на этих почвах на целине на 18,03 и 31,39 т/га соответственно выше, чем на пахотном аналоге. Среднегодовые потери гумуса после их сельскохозяйственного освоения составили на чернозёмах обыкновенных 0,52 т/га, на южных – 0,45 т/га. Гумусное состояние основных подтипов почв Челябинской области показано в таблице 5 (данные ЧНИИСХ 1993-1997 гг.)

Таблица 4 – Содержание гумуса в чернозёмных почвах (0-20 см) на стационарных пунктах мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области (Мониторинг земель..., 1998)

Почва	Выборка	Содержание гумуса, %				Снижение содержания на пашне по отношению к целине	Среднедовные потери гумуса после распашки целины, т/га		
		целина		пашня					
		%	т/га	%	т/га				
Чернозём выщелоченный	132	7,93 ± 1,04	169,70	7,09 ± 0,76	167,32	- 0,84	- 2,38	0,01	
Чернозём обыкновенный	110	7,36 ± 0,77	160,45	5,92 ± 0,62	129,06	- 1,44	- 31,39	0,52	
Чернозём южный карбонатный	11	5,10 ± 0,33	120,36	3,79 ± 0,28	102,33	- 1,31	- 18,03	0,45	

Таблица 5 – Гумусное состояние чернозёмных почв Челябинской области (Мониторинг земель..., 1998)

Тип почвы	Тип угодья	Содержание гумуса	Запасы гумуса, т/га	Уровень, характер проявления	C <sub>общ.</sub> , %	N <sub>общ.</sub> , %	Обогащённость гумуса азотом	Уровень, характер проявления
Чернозём выщелоченный	целина	7,9	293,9	оч. высокий	4,58	0,241	19,0	оч. низкий
	пашня	6,8	301,9	оч. высокий	3,94	0,232	17,0	оч. низкий
Чернозём обыкновенный	целина	8,2	238,6	оч. высокий	4,73	0,248	19,1	оч. низкий
	пашня	6,5	193,1	высокий	3,79	0,234	16,2	оч. низкий
Чернозём южный карбонатный	целина	5,1	197,4	высокий	2,95	0,246	12,0	низкий
	пашня	3,9	161,5	высокий	2,26	0,244	9,3	средний

Чернозёмные почвы области являются наиболее цennыми и плодородными, образование их связано с развитием степной разнотравно-злаковой растительности, которая совместно с климатическими условиями оказывает большое влияние на процессы гумификации органического вещества. В этой связи одним из важных показателей оценки гумусного состояния зональных почв области по программе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения является определение фракционно-группового состава гумуса, представленного в таблице 6.

Результаты анализов фракционно-группового состава гумуса показали, что в большинстве типов почв в составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. В чернозёмах южных содержание фульвокислот выше, чем гуминовых. Это в свою очередь предопределило высокую их оптическую плотность, что указывает на преобладание в составе гумуса бурых гуминовых кислот. В остальных типах почв зонального ряда в составе гумуса преобладают черные гуминовые кислоты.

По типу гумуса все почвы зонального ряда относятся к фульватно-гуматному типу и только выщелоченные чернозёмы имеют гуматный тип гумусообразования.

Гумусное состояние почв зонального ряда по типу угодья существенно не различаются, за исключением их оптической плотности, которая на всех типах почв на целинных аналогах выше, чем на пашне, кроме чернозёмов обычновенных. Характер гумусообразования в основных типах почв в зависимости от хозяйственного использования не изменяется. Однако, встречаются отдельные локальные участки, где между типами угодья в результате антропогенного воздействия на пашню имеются различия. Например, в чернозёмах южных карбонатных на пашне тип гумуса – фульватно-гуматный, а на целине – гуматно-фульватный (табл. 6).

Таблица 6 – Групповой и фракционный состав гумуса чернозёмных почв Челябинской области по результатам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения (Мониторинг земель..., 1998)

Тип почвы	Тип угодья	Оптическая плотность, Е	$C_{общ.}$	$C_{ГК}$	$C_{ФК}$	$C_{ГК}:C_{ФК}$	Тип гумуса
Чернозём выщелоченный	целина	0,57	<u>5,70</u> 100	<u>3,01</u> 52,8	<u>1,60</u> 27,9	1,9	гуматно-фульватный
	пашня	0,51	<u>4,56</u> 100	<u>2,07</u> 56,7	<u>1,27</u> 30,2	1,9	
Чернозём обыкновенный	целина	0,27	<u>4,01</u> 100	<u>1,42</u> 35,7	<u>1,33</u> 30,2	1,2	гуматно-фульватный
	пашня	0,29	<u>3,80</u> 100	<u>1,48</u> 39,1	<u>1,38</u> 29,7	1,3	
Чернозём южный карбонатный	целина	0,08	<u>2,80</u> 100	<u>0,65</u> 22,8	<u>0,80</u> 27,3	0,9	гуматно-фульватный
	пашня	0,07	<u>2,38</u> 100	<u>0,69</u> 27,9	<u>0,58</u> 23,6	1,2	фульватно-гуматный

Примечание: в дроби числитель – отношение к почве, %; знаменатель – отношение к  $C_{общ.}$ , %

Изменения в гумусном состоянии почвы в результате длительного сельскохозяйственного использования выражается в усилении фульватности гумуса, уменьшении гуминовых кислот и значительном снижении агрессивности фульвокислот (Ганжара Н.Ф., 1995).

В составе гумусовых веществ выщелоченных и обычновенных чернозёмов превалирует фракция ГК<sub>2</sub>, в которой гуминовые кислоты прочно связаны с поглощенными основаниями. Для этих подтипов почв характерна наиболее высокая сумма гуминовых и фульвокислот, с преобладанием в ней гуминовых кислот, что свидетельствует о высоком потенциальном плодородии этих почв. Отношение С<sub>ГК</sub>:С<sub>ФК</sub> на пашне колеблется от 1,1 до 2,0, на целине от 1,1 до 1,8.

Выщелоченные чернозёмы имеют очень высокую оптическую плотность, что указывает на преобладание в составе гумуса зрелых гуминовых кислот. В составе гумусовых веществ чернозема южного карбонатного превалируют фульвокислоты, а отношение С<sub>ГК</sub>:С<sub>ФК</sub> не превышает 1. Этот тип почв имеет более низкую оптическую плотность гуминовых кислот.

Таким образом, гумусное состояние почв Челябинской области обусловлено генезисом их формирования, географией распространения и характером сельскохозяйственного использования.

**Чернозёмы выщелоченные.** По показателям мониторинга земель сельскохозяйственного назначения чернозёмы выщелоченные хорошо гумусированы. В пункте мониторинга № 1, 1а на землях опытного поля ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» чернозёмы выщелоченные среднегумусные маломощные тяжелосуглинистые содержат гумуса в среднем по всем туркам обследования в верхнем слое целины 7,2%, в верхнем слое пашни 6,4%. При этом в верхнем слое почвы на целине наблюдается увеличение содержания гумуса от первого к четвертому турку с 6,7 до 8,1% (табл. 7). Видна также разница в содержании гумуса в пользу целины по отношению к пахотному

аналогу. В верхнем слое почвы наблюдается небольшое снижение содержания гумуса, что объясняется снижением объёмов применения органических удобрений, недостаточным поступлением в почву органического вещества. В нижнем слое пашни произошло увеличение содержания гумуса во втором туре на 0,4 %, в четвёртом – на 1,5 %.

Таблица 7 – Изменение гумусного состояния чернозёма выщелоченного (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 1а)						
0-20	6,7±0,1	4,0	7,0±0,5	9,8	8,1±0,2	3,1
20-40	7,7±0,2	9,5	5,5±0,9	13,8	6,0±0,3	4,0
пашня (разрез 1)						
0-20	6,7±0,1	4,2	6,3±0,1	2,4	6,2±0,2	3,9
20-40	4,0±0,5	3,6	4,4±0,4	8,0	5,9±0,2	3,2

Во втором разрезе наблюдается та же тенденция в изменении содержания гумуса, что и в 1 пункте мониторинга. На целине его содержание увеличилось с 7,3 до 8,2% от первого к четвёртому туре в верхнем слое почвы (табл. 8). В нижнем слое целины содержание гумуса в четвёртом туре стало меньше на 1,9% по отношению к первому. Что касается пашни, то наблюдается снижение содержания гумуса во втором туре исследований в слое почвы 0-20 см на 0,3%, в слое 20-40 см на 0,2%. В четвёртом туре эти показатели вновь выросли на 0,6% и на 0,9% соответственно. Кроме того, на примере второго пункта мониторинга хорошо видна разница в содержании гумуса между целиной и пашней. Распашка целинного чернозёма приводит к существенному ухудшению гумусного состояния, что отражается в снижении запасов гумуса на пашне по сравнению с целиной.

Таблица 8 – Изменение гумусного состояния чернозёма выщелоченного (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 2а)						
0-20	7,3±0,2	8,1	7,1±0,6	12,8	8,2±1,0	13,4
20-40	8,0±0,3	13,9	5,0±1,0	13,5	6,1±0,6	11,3
пашня (разрез 2)						
0-20	4,5±0,2	13,3	4,2±0,2	6,4	4,8±0,3	9,3
20-40	3,7±0,4	12,4	3,5±0,9	12,5	4,5±0,3	8,2

В третьем пункте мониторинга в первом и втором турах наблюдений содержание гумуса на целине практически не менялось, а к четвёртому туре наблюдается увеличение его содержания на 0,98% в слое почвы 0-20 см и на 1,2% в слое почвы 20-40 см (табл. 9). На пахотном аналоге наблюдается снижение данного показателя ко второму туре как в верхнем (0,7%), так и в нижнем (0,8%) слоях почвы. Затем содержание гумуса снова возрастает, и разница между вторым и четвёртым турами составляет 0,4% в слое 0-20 см и 1,8% в слое 20-40 см.

Таблица 9 – Изменение гумусного состояния чернозёма выщелоченного (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 3а)						
0-20	8,0±0,1	4,4	7,9±0,6	10,4	8,8±0,2	2,8
20-40	7,0±0,3	12,5	6,2±0,7	15,5	7,4±0,2	2,7
пашня (разрез 3)						
0-20	7,3±0,2	8,0	6,6±0,1	1,7	7,0±0,1	2,2
20-40	6,0±0,5	7,1	5,2±0,4	9,8	7,0±0,2	3,0

В 24 разрезе Чесменского района возросло содержание гумуса от второго к четвёртому туре обследования почвы на целине в слое почвы 0-20 см с 7,4 до 8,2% (табл. 10). В нижнем слое почвы снижение содержания

гумуса составило 0,5% в четвёртом туре по отношению к первому. На пашне его содержание в верхнем слое немного уменьшилось во втором туре (с 6,4 до 6,2%) и вновь повысилось к четвёртому (с 6,2 до 6,4%), в нижнем слое пашни снижение содержания гумуса составило 0,4%.

Таблица 10 – Изменение гумусного состояния чернозёма выщелоченного (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 24а)						
0-20	7,4±0,3	13,6	7,4±0,8	5,3	8,2±0,1	2,1
20-40	4,3±0,2	12,8	4,2±1,2	16,6	3,8±0,8	3,1
пашня (разрез 24)						
0-20	6,4±0,2	8,1	6,2±0,5	8,3	6,4±0,8	2,0
20-40	5,2±0,4	6,7	5,0±1,5	10,4	4,9±0,6	3,1

На целине 48 разреза наблюдается постепенное увеличение содержания гумуса по турам обследования почвы (табл. 11). Рост его содержания в верхнем слое почвы составил 0,9%, в нижнем 0,6%. На пашне же произошло снижение содержания гумуса в верхнем слое почвы с 9,5% до 8,3%; в нижнем слое почвы 20-40 см от первого ко второму туре наблюдается увеличение содержания гумуса на 1,1%, затем снижение показателя на 0,5%.

Таблица 11 – Изменение гумусного состояния чернозёма выщелоченного (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 48а)						
0-20	8,1±0,8	12,6	8,6±1,0	14,3	9,0±0,2	6,2
20-40	5,1±0,4	7,6	5,2±1,0	10,2	5,7±0,6	8,1
пашня (разрез 48)						
0-20	9,5±0,3	5,8	9,1±0,3	3,7	8,3±0,2	6,0
20-40	7,3±1,0	9,6	8,5±0,7	9,6	7,9±0,1	2,0

Причиной потери гумуса в верхних слоях пашни является не только общепризнанное усиление минерализации гумуса и растительных остатков,

но и усиление миграции его вглубь почвы. Ранее к аналогичному выводу пришёл Д.И. Ерёмин (2012).

**Чернозёмы обыкновенные.** На чернозёме обыкновенном 13 разреза наблюдается увеличение содержания гумуса на пашне как в верхнем (на 0,7%), так и в нижнем (на 1,2%) слоях почвы (табл. 12). На целине снижение его содержания в верхнем слое почвы от первого к четвёртому туре составило 0,3%, в слое почвы 20-40 см – 0,2%.

Таблица 12 – Изменение гумусного состояния чернозёма обыкновенного (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 13а)						
0-20	8,3±0,2	6,1	8,0±0,5	9,9	8,2±0,3	3,2
20-40	6,9±0,4	7,3	6,8±0,7	9,1	6,7±0,1	2,1
пашня (разрез 13)						
0-20	6,1±0,1	5,9	6,5±0,3	5,8	6,8±0,2	2,2
20-40	5,3±0,2	14,1	5,7±0,4	9,7	6,4±0,1	2,0

Изменение гумусного состояния в чернозёме обыкновенном 16 разреза в верхнем слое пашни произошло в сторону уменьшения содержания гумуса на 0,3% в четвёртом туре по отношению к первому (табл.13). В нижнем слое пашни содержание гумуса, напротив, возросло до 5,0%.

Таблица 13 – Изменение гумусного состояния чернозёма обыкновенного (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 16а)						
0-20	7,4±0,3	10,6	6,6±0,7	2,3	7,8±0,2	5,1
20-40	5,2±0,2	13,4	4,8±0,3	3,8	5,2±0,1	4,3
пашня (разрез 16)						
0-20	5,8±0,2	10,5	5,4±0,7	6,1	5,5±0,4	8,6
20-40	4,9±0,3	16,6	4,7±0,8	9,9	5,0±0,1	4,6

На целинном аналоге в обоих слоях почвы наблюдается сначала снижение содержания гумуса на 0,8% и на 0,4% (от первого ко второму тур), затем увеличение его содержания на 1,2% и на 0,4% к четвёртому туре исследований.

В районе 20 разреза на чернозёме обыкновенном маломощном глинистом на старопахотном угодье содержание гумуса в верхнем слое почвы за пятилетний период с первого по второй тур мониторинга снизилось с 6,1 до 5,8% (табл. 14) и по оценочной шкале Гришиной и Орловой перешло из категории «высокое содержание» в категорию «среднее содержание». Но к четвёртому туре его содержание вновь повысилось до 6,1%. Это касается верхнего слоя почвы. На нижнем слое пашни происходило постепенное увеличение содержания гумуса, оно составило 0,8 % к четвёртому туре по отношению к первому. На целине данного пункта мониторинга земель сельскохозяйственного назначения наблюдается увеличение содержания гумуса на 0,4 % (0-20 см), на 0,2 % (20-40 см) во втором туре, затем снижение его содержания на 1,0 % (0-20 см) и на 0,3 % (20-40 см) в четвёртом туре.

Таблица 14 – Изменение гумусного состояния чернозёма обыкновенного (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 20а)						
0-20	6,68±0,15	7,0	7,10±0,24	1,1	6,06±0,15	2,9
20-40	5,63±0,26	18,4	5,80±0,14	8,7	5,51±0,22	4,6
пашня (разрез 20)						
0-20	6,11±0,11	5,6	5,78±0,19	2,0	6,08±0,29	4,9
20-40	4,90±0,18	11,5	5,04±0,57	8,1	5,67±0,12	3,1

**Чернозём южный карбонатный.** Бессистемная пашня привела к значительному вытаптыванию и нарушению ковыльно-типчакового фитоценоза, что не могло не сказаться на гумусном состоянии маломощной и малогумусной по своей природе почвы чернозёма южного карбонатного в 4

разрезе Брединского района. Это и объясняется существенной разницей в содержании гумуса между целиной и пашней. На этом разрезе наблюдается увеличение содержания гумуса на пашне от первого к четвёртому туре мониторинга земель сельскохозяйственного назначения на 0,4% в слое почвы 0-20 см и на 0,3% в слое почвы 20-40 см (табл. 15). Этот факт можно объяснить внесением навоза и травосеянием. На целинном аналоге показатели содержания гумуса в верхнем слое почвы на протяжении четырёх туров не увеличивались.

Таблица 15 – Изменение гумусного состояния чернозёма южного карбонатного (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы, см	Гумус, %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 4а)						
0-20	5,0 $\pm$ 0,1	6,5	5,0 $\pm$ 0,1	5,8	4,9 $\pm$ 0,3	6,8
20-40	4,3 $\pm$ 0,1	6,5	4,5 $\pm$ 0,1	4,9	4,2 $\pm$ 0,2	5,1
пашня (разрез 4)						
0-20	3,7 $\pm$ 0,1	8,2	3,8 $\pm$ 0,1	6,4	4,1 $\pm$ 0,2	5,1
20-40	3,4 $\pm$ 0,1	6,0	3,7 $\pm$ 0,1	3,4	3,8 $\pm$ 0,3	4,8

На рисунке 2 показано изменение содержания гумуса в чернозёмных почвах Челябинской области в разрезах, заложенных по программе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, с первого по четвёртый тур обследований. Проявляется некоторое снижение содержания гумуса на пахотных землях, причиной чего является недостаточное поступление в почву свежего органического вещества, вызванное снижением объемов применения органических удобрений, низкая доля многолетних трав в структуре посевов, а также проявление эрозионных процессов. В то время как на участках целинных угодий произошло некоторое увеличение содержания гумуса, что связано с поступлением в почву свежего органического вещества.

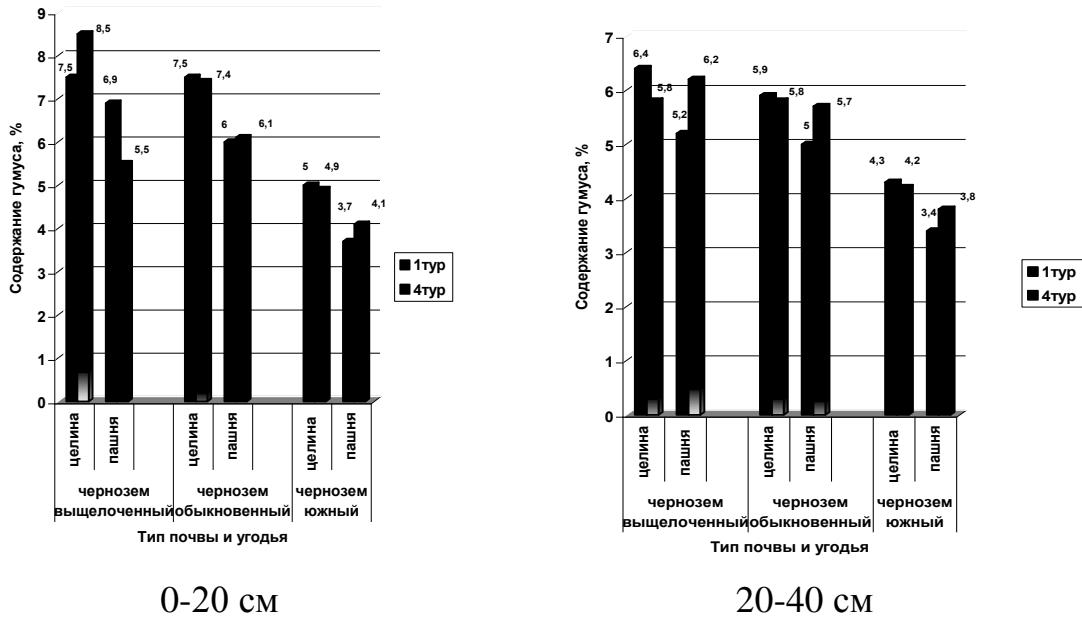


Рисунок 2 – Содержание гумуса в чернозёмных почвах Челябинской области

На целинных почвах незначительное увеличение запасов гумуса связано также со снижением нагрузки, а именно уменьшением поголовья животных и уменьшением объёмов заготовки кормов на этих угодьях.

Тенденции в изменении гумусированности почв от первого к четвёртому туру обследования обусловлены, главным образом, количеством поступающего в почву органического вещества.

Результатами 4 тура обследования выявлено увеличение содержания гумуса на пашне чернозёмов выщелоченных и обыкновенных вследствие систематического оставления соломы после уборки зерновых культур в полевых севооборотах. На участках целинных угодий происходит увеличение содержания гумуса за счёт постоянного поступления в почву биогенных элементов, что совпадает с ранее полученными данными (Алёшин С.Н., Шевцова Л.К., 1971; Шевцова Л.К., 1972, 1989; Шевцова Л.К., Дробкова Ю.А., 1981; Гришина Л.А., 1986; Дергачёва М.И., 1986; Ziechmann W., 1998; Dergachyeva M.I., 2001).

В естественных условиях в системе почва-растение формируется равновесное соотношение между поступлением и разложением

органического вещества. При распашке целины это равновесие нарушается. Отчуждение части растительного материала (сбор урожая) приводит к резкому уменьшению органического вещества в почву. Помимо этого, корневая масса сельскохозяйственных культур, особенно зерновых, в 3-5 раз меньше многолетней травянистой растительности, что приводит к усилению дефицита растительных остатков, необходимых для гумификации (Ковда В.А., 2004). Также на пашне усиливается процесс минерализации органического вещества из-за увеличившейся аэрации, возникающей при постоянном рыхлении верхнего слоя (Фокин А.Д., 1978, 1983, 1994, 1996).

По результатам мониторинга земель установлено, что для предотвращения снижения запасов гумуса в различных агроклиматических зонах области, особенно в степных агроландшафтах, подверженных эрозионным процессам, необходимо увеличить объемы применения органических удобрений.

## **5 ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВАХ**

Одной из наиболее важных задач мониторинга земель сельскохозяйственного назначения является контроль за содержанием в зональных почвах валовых и подвижных форм основных элементов питания, дающий представление о направлении и темпах динамических процессов, ведущих к позитивным или негативным изменениям естественного и эффективного плодородия почв (Swaine D., 1955; Адерихин П.Г., 1970, 1973, 1974; Takkar P., 1978; Александрова Л.Н., 1980; Орлов Д.С., 1985; Запша Н.А., 1989).

### **5.1 Содержание азота**

Азотный режим почвы включает в себя параметры содержания в ней различных соединений этого элемента питания растений – азота общего, легкогидролизуемого, амидов, аммиака, нитритов и нитратов (Ганжара Н.Ф., 1997, 2001, 1990). Минеральные соединения азота, за счёт которых происходит питание растений, составляют небольшую часть общего азота почв (1-7%). Они в основном представлены нитратами и соединениями аммония. Аммоний присутствует в почвах в форме водорастворимых солей, обменного аммония и необменного (фиксированного) аммония. Нитраты находятся в почвах в виде водорастворимых солей. Определенную роль в азотном режиме играет и биологический азот, поступающий в почву за счет уникальной способности бобовых растений и микроорганизмов фиксировать молекулярный азот атмосферы. Содержание аммонийного и нитратного азота в почве очень динамично и во многом зависит от микробиологической деятельности. Лишь многократное определение этих форм в течение вегетационного периода дает представление об азотном режиме почв (Булгаков Д.С., 2002). Минеральные соединения азота характеризуют эффективное плодородие, они динамичны, относительно быстро трансформируются в процессе окислительно-восстановительных реакций под воздействием погодных условий и антропогенных факторов, меняются в

зависимости от сезона года, предшественника и уровня удобренности почвы (Березин П.Н., 1985; Берестецкий О.А., 1984; Богданов Н.И., 1952; Carter M.R., 1996). В связи с этим программа мониторинга земель сельскохозяйственного назначения исключает наблюдения за  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$  и предусматривает контроль за содержанием общего азота и азота в легкогидролизуемой форме, дающих представление как об естественном плодородии ( $\text{N}_{\text{общ.}}$ ), так и о резерве азота легкогидролизуемых соединений гумусовых веществ, способных в перспективе окислиться до простых минеральных соединений и, следовательно, быть доступными растениям (Мониторинг земель..., 1999, 2000; Гамзиков Г.П., 1981).

Программа мониторинга земель сельскохозяйственного назначения предусматривает контроль за содержанием общего азота. Содержание общего азота в третьем туре мониторинга почв сельскохозяйственного назначения не определялось, анализы на определение содержания азота легкогидролизуемого азота проводились во всех четырёх турах.

**Чернозёмы выщелоченные.** На пахотном угодье в районе первого разреза содержание общего азота от первого к четвёртому туре обследования почв практически не изменилось (табл. 16).

Таблица 16 – Изменение содержания азота общего в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	N <sub>общ.</sub> , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 1а)						
0-20	0,24 <sub>±</sub> 0,03	4,3	0,21 <sub>±</sub> 0,03	1,6	0,35 <sub>±</sub> 0,02	4,1
20-40	0,22 <sub>±</sub> 0,03	4,4	0,20 <sub>±</sub> 0,02	3,5	0,25 <sub>±</sub> 0,01	3,6
пашня (разрез 1)						
0-20	0,23 <sub>±</sub> 0,03	3,5	0,24 <sub>±</sub> 0,04	3,8	0,26 <sub>±</sub> 0,01	4,4
20-40	0,21 <sub>±</sub> 0,06	3,9	0,23 <sub>±</sub> 0,06	3,4	0,24 <sub>±</sub> 0,02	4,4

На целинном аналоге выражено увеличение его содержания от второго к четвертому туре на 0,14% в верхнем слое почвы и на 0,05% в нижнем.

Наблюдая за показателями содержания азота легкогидролизуемого, можно отметить, что в первом разрезе на чернозёме выщелоченном среднегумусном тяжелосуглинистом они снизились в обоих слоях почвы как на целинном, так и на пахотном угодье. На целине уменьшение содержания  $N_{\text{л.г.}}$  составило 8,1% в верхнем слое и 11,9 % в нижнем слое почвы (табл. 17). На пахотном аналоге уменьшение его содержания составило 19,1% и 23,3% соответственно.

Таблица 17 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$N_{\text{л.г.}}$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 1а)								
0-20	95,5 $\pm$ 0,9	2,9	89,3 $\pm$ 2,7	3,4	87,4 $\pm$ 8,3	12,3	87,4 $\pm$ 2,2	3,6
20-40	86,7 $\pm$ 1,1	3,9	86,5 $\pm$ 0,4	6,2	73,0 $\pm$ 5,6	11,5	74,8 $\pm$ 2,6	3,1
пашня (разрез 1)								
0-20	96,6 $\pm$ 1,1	3,1	92,2 $\pm$ 2,5	3,6	74,2 $\pm$ 1,8	3,6	77,5 $\pm$ 2,8	4,9
20-40	88,9 $\pm$ 1,2	4,3	87,5 $\pm$ 2,9	4,5	80,0 $\pm$ 2,4	3,9	65,6 $\pm$ 1,9	3,4

Существенных изменений в содержании  $N_{\text{общ.}}$  на пашне разреза 2, расположенного на поле ЧНИИСХ в Чебаркульском районе, не наблюдалось, чего нельзя сказать о целинном угодье этого пункта. В разрезе 2а произошло увеличение содержания азота общего на 0,19% в верхнем слое почвы и на 0,08% в нижнем слое (табл. 18).

Таблица 18 – Изменение содержания азота общего в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$N_{\text{общ.}}$ , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 2а)						
0-20	0,24 $\pm$ 0,05	6,3	0,22 $\pm$ 0,06	3,7	0,43 $\pm$ 0,01	4,1
20-40	0,21 $\pm$ 0,05	7,8	0,23 $\pm$ 0,03	1,8	0,29 $\pm$ 0,02	4,1
пашня (разрез 2)						
0-20	0,24 $\pm$ 0,04	6,1	0,21 $\pm$ 0,03	3,9	0,21 $\pm$ 0,01	4,0
20-40	0,23 $\pm$ 0,03	4,6	0,22 $\pm$ 0,04	3,7	0,22 $\pm$ 0,02	9,4

Показатели азота легкогидролизуемого снизились на целине и на пашне в обоих слоях почвы. Уменьшение содержания  $N_{л.г}$  на целине от первого к четвёртому туре наблюдений в слое почвы 0-20 см составило 13 мг/кг, а на пахотном аналоге эта разница составила 36,5 мг/кг (табл. 19).

Таблица 19 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$N_{л.г.}$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 2а)								
0-20	99,8 $\pm$ 0,1	4,5	87,6 $\pm$ 0,3	4,8	79,8 $\pm$ 2,1	5,8	86,8 $\pm$ 6,8	14,6
20-40	90,0 $\pm$ 0,8	2,7	88,2 $\pm$ 0,4	6,9	65,2 $\pm$ 3,4	7,1	64,8 $\pm$ 2,4	4,2
пашня (разрез 2)								
0-20	98,6 $\pm$ 0,9	3,0	86,3 $\pm$ 0,3	4,0	53,2 $\pm$ 3,4	8,7	62,4 $\pm$ 4,3	10,0
20-40	87,5 $\pm$ 1,0	3,7	84,5 $\pm$ 0,4	5,4	56,4 $\pm$ 3,7	9,2	52,0 $\pm$ 2,2	3,2

Произошло повсеместное увеличение содержания общего азота со второго по четвёртый тур наблюдений по программе мониторинга в 3 разрезе как на пашне, так и на целине. Наибольшее увеличение содержания  $N_{общ.}$  составило 0,16% в верхнем слое целины; наименьшее увеличение в нижнем слое пашни – 0,10% (табл. 20). От первого ко второму туре содержание общего азота оставалось почти неизменным.

Таблица 20 – Изменение содержания азота общего в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$N_{общ.}$ , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 3а)						
0-20	0,24 $\pm$ 0,04	4,7	0,23 $\pm$ 0,01	5,2	0,39 $\pm$ 0,02	3,9
20-40	0,22 $\pm$ 0,02	2,8	0,22 $\pm$ 0,05	3,7	0,35 $\pm$ 0,01	2,2
пашня (разрез 3)						
0-20	0,25 $\pm$ 0,02	3,4	0,23 $\pm$ 0,07	3,5	0,35 $\pm$ 0,01	3,2
20-40	0,22 $\pm$ 0,04	6,3	0,21 $\pm$ 0,03	4,7	0,31 $\pm$ 0,02	4,0

Данные по содержанию азота легкогидролизуемого в 3 разрезе говорят о постепенном снижении этого показателя по турям обследования на целинном угодье. В слое почвы 0-20 см уменьшение содержания  $N_{л.г.}$  в четвёртом туре по отношению к первому произошло более, чем на 20%, в слое почвы 20-40 см разница составила почти 26% (табл. 21). Такая же тенденция наблюдается и на пахотном аналоге почвы. Здесь снижение содержания легкогидролизуемого азота от первого к четвёртому туре составило 8% в верхнем слое и 16% в нижнем слое почвы.

Таблица 21 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$N_{л.г.}$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 3а)								
0-20	96,5 $\pm$ 1,1	3,6	89,0 $\pm$ 1,8	2,6	74,8 $\pm$ 2,6	4,9	72,8 $\pm$ 2,4	3,8
20-40	86,0 $\pm$ 0,4	1,4	81,8 $\pm$ 2,3	7,8	65,6 $\pm$ 4,3	7,9	63,6 $\pm$ 3,1	4,1
пашня (разрез 3)								
0-20	95,1 $\pm$ 0,7	2,2	89,9 $\pm$ 2,5	3,6	66,0 $\pm$ 4,8	8,8	88,4 $\pm$ 2,7	4,4
20-40	86,4 $\pm$ 0,7	2,4	82,6 $\pm$ 5,2	8,1	69,6 $\pm$ 0,6	1,3	72,8 $\pm$ 2,2	3,7

В слое почвы 0-20 см в районе разреза 24 наблюдалось увеличение содержания общего азота и на пахотном, и на целинном угодьях. На целине ко второму туре увеличение произошло на 0,03 %, затем к четвёртому туре ещё на 0,07% (табл. 22). На пашне увеличение составило 0,06%.

Таблица 22 – Изменение содержания азота общего в чернозёме выщелоченном (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	$N_{общ.}$ , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 24а)						
0-20	0,24 $\pm$ 0,01	14,9	0,27 $\pm$ 0,01	4,5	0,34 $\pm$ 0,02	2,4
20-40	0,19 $\pm$ 0,01	14,4	0,25 $\pm$ 0,02	7,1	0,20 $\pm$ 0,02	2,3
пашня (разрез 24)						
0-20	0,24 $\pm$ 0,01	12,0	0,28 $\pm$ 0,01	3,5	0,30 $\pm$ 0,01	2,1
20-40	0,22 $\pm$ 0,01	11,0	0,26 $\pm$ 0,02	8,9	0,25 $\pm$ 0,02	3,0

Рассматривая данные наблюдений за содержанием азота легкогидролизуемого в 24 разрезе, можно отметить рост показателей на целине в слое почвы 0-20 см (на 18,4 мг/кг почвы от второго к четвёртому туре исследований) (табл. 23). В верхнем слое пашни содержание  $N_{л.г.}$  изменилось незначительно, лишь от третьего к четвертому туре мониторинга увеличение составило 5,6%. При этом во втором туре содержание легкогидролизуемого азота, напротив, уменьшилось; особенно заметно снижение его содержания на пашне (с 94,9 до 91,0 мг/кг в слое 0-20 см и с 93,2 до 87,1 мг/кг в слое 20-40 см).

Таблица 23 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме выщелоченном (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	$N_{л.г.}$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 24а)								
0-20	91,8 $\pm$ 3,7	12,7	91,0 $\pm$ 6,0	6,8	97,4 $\pm$ 3,3	5,9	109,4 $\pm$ 6,5	7,2
20-40	91,3 $\pm$ 4,3	14,8	86,2 $\pm$ 2,2	3,0	85,4 $\pm$ 2,3	4,8	98,3 $\pm$ 1,9	2,7
пашня (разрез 24)								
0-20	94,9 $\pm$ 2,2	7,4	91,0 $\pm$ 3,0	1,4	87,8 $\pm$ 5,4	9,4	93,0 $\pm$ 1,2	1,5
20-40	93,2 $\pm$ 3,1	10,6	87,1 $\pm$ 1,3	1,8	68,4 $\pm$ 5,3	9,6	78,5 $\pm$ 5,5	8,2

Целинное угодье 48 разреза, расположенного в Сосновском районе, характеризуется небольшим увеличением содержания общего азота. В слое почвы 0-20 см в первом туре наблюдений содержалось  $N_{общ.}$  0,22%, во втором – 0,26%, а в четвёртом уже 0,30% (табл. 24). На пахотном угодье 48 разреза в верхнем слое почвы содержание  $N_{общ.}$  оставалось на одном уровне, лишь в слое почвы 20-40 см наблюдалось небольшое увеличение его содержания во втором туре мониторинга (на 0,07%).

Таблица 24 – Изменение содержания азота общего в чернозёме выщелоченном (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	N <sub>общ.</sub> , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 48а)						
0-20	0,22±0,01	2,3	0,26±0,02	2,6	0,30±0,03	3,9
20-40	0,21±0,01	2,4	0,20±0,03	2,5	0,30±0,02	4,1
пашня (разрез 48)						
0-20	0,29±0,02	3,2	0,29±0,03	9,9	0,29±0,01	4,8
20-40	0,27±0,01	4,6	0,34±0,03	8,6	0,27±0,03	3,6

В 48 разрезе показатели содержания легкогидролизуемого азота на целинном угодье варьируют в пределах 5-11%, при этом с первого по третий тур мониторинга эти показатели снижались, а от третьего к четвёртому произошёл скачок в сторону роста (табл. 25).

Таблица 25 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме выщелоченном (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	N <sub>л.г.</sub> , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 48а)								
0-20	96,8±3,5	8,4	91,6±5,8	9,9	86,4±8,5	10,3	108,8±7,0	8,1
20-40	86,8±2,9	4,6	77,2±4,6	7,9	78,4±4,5	8,3	85,3±3,8	4,1
пашня (разрез 48)								
0-20	86,8±3,5	5,6	108,0±1,6	9,6	109,8±5,4	5,8	107,0±3,5	6,2
20-40	89,6±2,9	3,4	92,6±3,1	12,6	97,6±7,7	10,4	107,3±6,3	6,8

В третьем туре (0-20 см) содержалось 86,4 мг/кг общего азота, тогда как в четвёртом туре его содержание составило 108,8 мг/кг почвы. Такая же тенденция наблюдалась в слое почвы 20-40 см: 78,4 мг/кг в третьем туре мониторинга и 85,3 мг/кг в четвёртом. На пашне же произошло увеличение содержания N<sub>л.г.</sub> на 20,2 мг/кг в верхнем, на 17,7 мг/кг в нижнем слое почвы от первого к четвёртому туре.

Обобщая данные анализов изменения содержания азота общего в почвах разрезов, заложенных на чернозёме выщелоченном, можно отметить повсеместный рост этих показателей. Считаем, что этому способствовало накопление в почве свежего органического вещества за счет массы корней растений. Содержание же азота легкогидролизуемого во всех пунктах чернозёма выщелоченного снижалось от первого к четвёртому туре мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

**Чернозёмы обыкновенные.** В почве 13 разреза наблюдалось увеличение содержания азота общего на 0,07-0,1% к четвёртому туре как на пахотном, так и на целинном угодьях (табл. 26).

Таблица 26 – Изменение содержания азота общего в чернозёме обыкновенном (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы, см	N <sub>общ.</sub> , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	X <sub>±S<sub>x</sub></sub>	V, %	X <sub>±S<sub>x</sub></sub>	V, %	X <sub>±S<sub>x</sub></sub>	V, %
целина (разрез 13а)						
0-20	0,25 <sub>±0,01</sub>	12,1	0,23 <sub>±0,05</sub>	3,1	0,32 <sub>±0,01</sub>	3,0
20-40	0,21 <sub>±0,01</sub>	7,9	0,21 <sub>±0,05</sub>	2,7	0,30 <sub>±0,02</sub>	7,1
пашня (разрез 13)						
0-20	0,24 <sub>±0,01</sub>	12,3	0,23 <sub>±0,05</sub>	3,1	0,34 <sub>±0,01</sub>	4,1
20-40	0,23 <sub>±0,01</sub>	15,3	0,21 <sub>±0,04</sub>	2,7	0,31 <sub>±0,02</sub>	8,9

Содержание же азота легкогидролизуемого, напротив, снизилось к четвёртому туре обследования в обоих слоях почвы пашни и целины; наиболее значительное снижение его содержания отмечается на пашне в слое почвы 0-20 (табл. 27). Существенных различий в содержании N<sub>общ.</sub> и N<sub>л.г.</sub> между типами угодий в районе разреза 13 не выявлено.

Таблица 27 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме обыкновенном (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы, см	N <sub>л.г.</sub> , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %
целина (разрез 13а)								
0-20	85,5 <sub>±2,9</sub>	10,7	88,0 <sub>±3,4</sub>	5,1	90,8 <sub>±5,8</sub>	9,2	78,0 <sub>±4,6</sub>	8,5
20-40	72,3 <sub>±3,3</sub>	4,6	89,0 <sub>±3,5</sub>	5,2	76,4 <sub>±7,7</sub>	12,1	74,8 <sub>±2,6</sub>	4,9
пашня (разрез 13)								
0-20	103,6 <sub>±2,1</sub>	6,2	88,0 <sub>±3,4</sub>	5,1	76,0 <sub>±3,2</sub>	5,3	67,2 <sub>±2,2</sub>	4,5
20-40	92,7 <sub>±2,0</sub>	7,4	89,0 <sub>±3,5</sub>	5,2	67,2 <sub>±3,8</sub>	6,5	63,6 <sub>±2,1</sub>	4,7

Аналогично 13-му разрезу, в почвенных образцах, отобранных в районе 16 разреза, произошло увеличение по турям обследования содержания азота общего в среднем на 0,1% (табл. 28). Заметна небольшая разница в содержании азота общего в пользу целины. Например, в первом туре мониторинга содержание N<sub>общ.</sub> в верхнем слое почвы составило 0,24%, а на пашне – 0,18%; в четвёртом туре разница в его содержании между типами угодий в пользу целины – 0,03%.

Таблица 28 – Изменение содержания азота общего в чернозёме обыкновенном (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы, см	N <sub>общ.</sub> , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %
целина (разрез 16а)						
0-20	0,24 <sub>±0,01</sub>	10,3	0,27 <sub>±0,02</sub>	3,2	0,33 <sub>±0,03</sub>	8,1
20-40	0,19 <sub>±0,01</sub>	7,3	0,26 <sub>±0,01</sub>	3,1	0,29 <sub>±0,02</sub>	6,0
пашня (разрез 16)						
0-20	0,18 <sub>±0,01</sub>	12,5	0,26 <sub>±0,01</sub>	3,6	0,29 <sub>±0,02</sub>	8,5
20-40	0,17 <sub>±0,01</sub>	3,9	0,25 <sub>±0,01</sub>	3,7	0,27 <sub>±0,02</sub>	7,6

Содержание азота легкогидролизуемого уменьшилось на 8,3 мг/кг (0-20 см) и 3,0 мг/кг (20-40 см) на целине и осталось на одном уровне на пашне (разница между турями не превысила 3,5%) (табл. 29). Лишь от второго к третьему туре наблюдений произошло уменьшение содержания N<sub>л.г.</sub> на пашне на 23,7%, которое к четвёртому туре вновь повысилось до 95,1 мг/кг.

Таблица 29 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме обыкновенном (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы, см	N <sub>л.г.</sub> , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %
целина (разрез 16а)								
0-20	98,3 <sub>±1,0</sub>	3,1	87,0 <sub>±0,9</sub>	2,5	83,6 <sub>±0,5</sub>	7,9	90,0 <sub>±1,0</sub>	5,6
20-40	88,5 <sub>±0,6</sub>	2,2	85,8 <sub>±1,2</sub>	1,6	70,8 <sub>±0,5</sub>	9,0	85,5 <sub>±0,8</sub>	10,0
пашня (разрез 16)								
0-20	91,8 <sub>±2,5</sub>	8,7	87,0 <sub>±4,0</sub>	3,6	66,4 <sub>±2,1</sub>	3,9	95,1 <sub>±3,1</sub>	4,5
20-40	78,4 <sub>±3,8</sub>	15,3	89,0 <sub>±2,6</sub>	4,0	69,2 <sub>±3,0</sub>	6,1	78,0 <sub>±4,0</sub>	8,6

В подавляющем большинстве случаев нераспаханные целинные почвы, покрытые луговым фитоценозом, содержат общего азота больше, чем старопахотные. Исключение составляют деградированные пастбища, выбитые бессистемной пастью (Адерихин П.Г., 1970; Биолог. основы плодородия..., 1984; Антипина Л.П., 1988). В степной зоне на разрезе 20 в первом туре обследования содержание в чернозёме обыкновенном карбонатном содержание N<sub>общ.</sub> на целине было чуть меньше, чем на угодье, освоенном под пашню (табл. 30). Во втором туре обследования эти различия оказались менее выраженными. К четвёртому туре содержание азота общего в 20 разрезе возросло, на целине рост составил 0,09% в верхнем слое почвы, 0,11% в нижнем; на пашне – 0,02% в верхнем, 0,04% в нижнем слое.

Таблица 30 – Изменение содержания азота общего в чернозёме обыкновенном (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы, см	N <sub>общ.</sub> , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %	X <sub>л.г.</sub>	V, %
целина (разрез 20а)						
0-20	0,21 <sub>±0,01</sub>	7,7	0,25 <sub>±0,01</sub>	3,3	0,30 <sub>±0,03</sub>	4,5
20-40	0,19 <sub>±0,01</sub>	12,3	0,27 <sub>±0,01</sub>	5,1	0,30 <sub>±0,02</sub>	3,5
пашня (разрез 20)						
0-20	0,24 <sub>±0,03</sub>	5,2	0,24 <sub>±0,01</sub>	4,8	0,26 <sub>±0,02</sub>	3,1
20-40	0,21 <sub>±0,02</sub>	3,5	0,24 <sub>±0,01</sub>	7,0	0,25 <sub>±0,02</sub>	4,0

Содержание  $N_{л.г.}$  возросло в нижнем слое почвы как на пашне, так и на целине. При этом слой почвы 0-20 см отмечался снижением показателей на 13,5% на целине и на 4,7% на пашне (табл. 31).

Таблица 31 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме обыкновенном (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы, см	$N_{л.г.}$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 20а)								
0-20	95,4 $\pm$ 2,7	8,9	85,0 $\pm$ 0,9	1,2	72,8 $\pm$ 1,4	2,3	82,5 $\pm$ 3,8	6,7
20-40	85,4 $\pm$ 3,2	11,8	85,0 $\pm$ 2,2	3,5	80,2 $\pm$ 3,0	4,6	90,8 $\pm$ 5,7	6,2
пашня (разрез 20)								
0-20	99,1 $\pm$ 1,3	4,3	85,0 $\pm$ 3,4	2,9	83,8 $\pm$ 2,6	3,9	94,4 $\pm$ 3,5	4,3
20-40	88,2 $\pm$ 1,1	4,0	84,4 $\pm$ 1,4	1,8	86,3 $\pm$ 0,2	3,6	96,6 $\pm$ 4,7	6,2

Для обыкновенных чернозёмов характерно, что от первого ко второму туре наблюдений содержание в почвах общего азота независимо от типа угодья повышалось, а легкогидролизуемого понижалось, что можно объяснить обилием осадков и недостатком тепла в 1999 г. Такие метеоусловия с одной стороны способствовали накоплению в почве свежего органического вещества за счет массы корней растений, а с другой – снижению биологической активности почвы и замедлению процессов их минерализации.

**Чернозём южный карбонатный.** Значительных изменений в содержании общего азота в 4 разрезе на чернозёме южном карбонатном за годы обследования не произошло. Лишь в слое почвы 0-20 на целине отмечен рост данного показателя от второго к четвёртому туре на 0,06% (табл. 32).

Таблица 32 – Изменение содержания азота общего в чернозёме южном карбонатном (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы, см	N <sub>общ.</sub> , %					
	1 тур		2 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 4а)						
0-20	0,25 <sub>±</sub> 0,02	3,1	0,23 <sub>±</sub> 0,01	4,6	0,29 <sub>±</sub> 0,02	7,7
20-40	0,22 <sub>±</sub> 0,04	5,4	0,23 <sub>±</sub> 0,02	3,6	0,22 <sub>±</sub> 0,02	7,1
пашня (разрез 4)						
0-20	0,24 <sub>±</sub> 0,03	4,2	0,23 <sub>±</sub> 0,01	5,4	0,25 <sub>±</sub> 0,01	7,1
20-40	0,22 <sub>±</sub> 0,05	6,9	0,22 <sub>±</sub> 0,01	6,2	0,22 <sub>±</sub> 0,01	5,1

Что касается изменения содержания азота легкогидролизуемого в данном пункте обследования почвы, то из таблицы 33 видно постепенное снижение N<sub>л.г.</sub> от первого к четвёртому туре. В итоге, содержание его уменьшилось на 21,2 мг/кг почвы в верхнем слое целины и на 18,6 мг/кг в верхнем слое пахотного аналога. В слое почвы 20-40 см уменьшение содержания азота легкогидролизуемого составило 15,9 мг/кг на целине и 14,7 мг/кг на пашне.

Таблица 33 – Изменение содержания азота легкогидролизуемого в чернозёме южном карбонатном (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы, см	N <sub>л.г.</sub> , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 4а)								
0-20	95,2 <sub>±</sub> 1,7	5,6	91,8 <sub>±</sub> 1,8	4,5	87,4 <sub>±</sub> 2,0	4,0	74,0 <sub>±</sub> 2,0	3,1
20-40	89,1 <sub>±</sub> 2,7	9,6	90,7 <sub>±</sub> 2,0	4,4	86,6 <sub>±</sub> 2,5	5,2	73,2 <sub>±</sub> 2,2	4,8
пашня (разрез 4)								
0-20	98,1 <sub>±</sub> 1,6	5,1	85,1 <sub>±</sub> 1,1	4,8	82,1 <sub>±</sub> 0,9	4,3	79,5 <sub>±</sub> 1,5	2,5
20-40	84,6 <sub>±</sub> 0,9	3,4	83,2 <sub>±</sub> 0,1	5,6	74,3 <sub>±</sub> 0,2	4,8	69,6 <sub>±</sub> 0,3	5,1

Содержание общего азота в различных подтипах почв, как на пахотных, так и целинных угодьях варьирует в незначительных пределах, но наблюдается тенденция к увеличению содержания общего азота от 1 к 4 туре на целине (рис. 3, прил. И), что можно объяснить поступлением большого количества органического вещества.

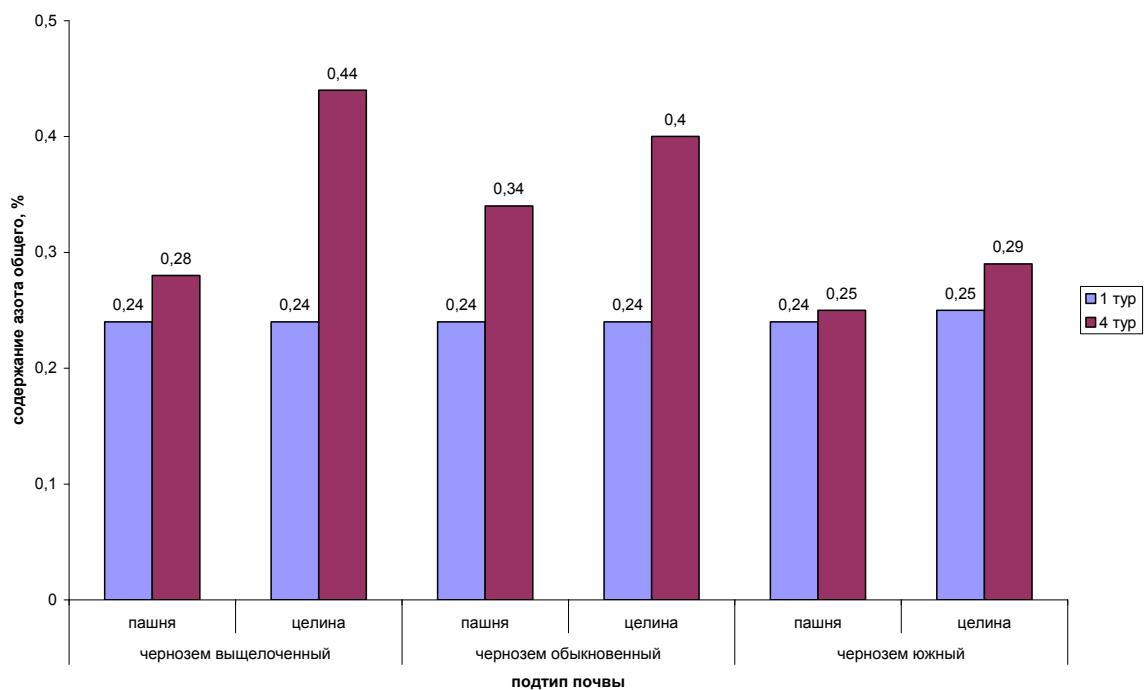


Рисунок 3 – Содержание азота общего в чернозёмных почвах (0-20 см)

К четвёртому туру обследования на всех подтипах чернозёмных почв и типах угодья в обоих слоях почвы содержание азота легкогидролизуемого, в отличие от азота общего, снизилось (рис. 4-5, прил. К).

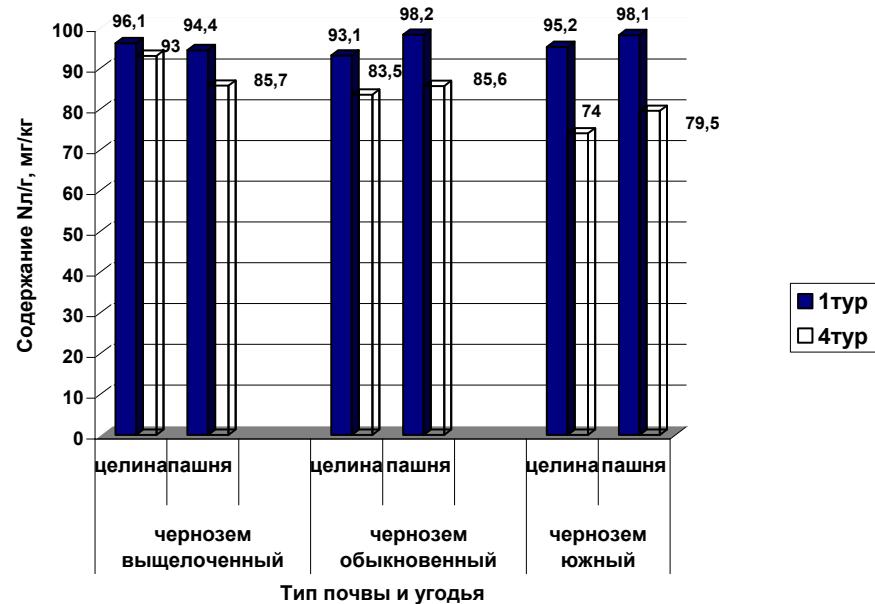


Рисунок 4 – Содержание азота легкогидролизуемого в чернозёмных почвах (0-20 см)

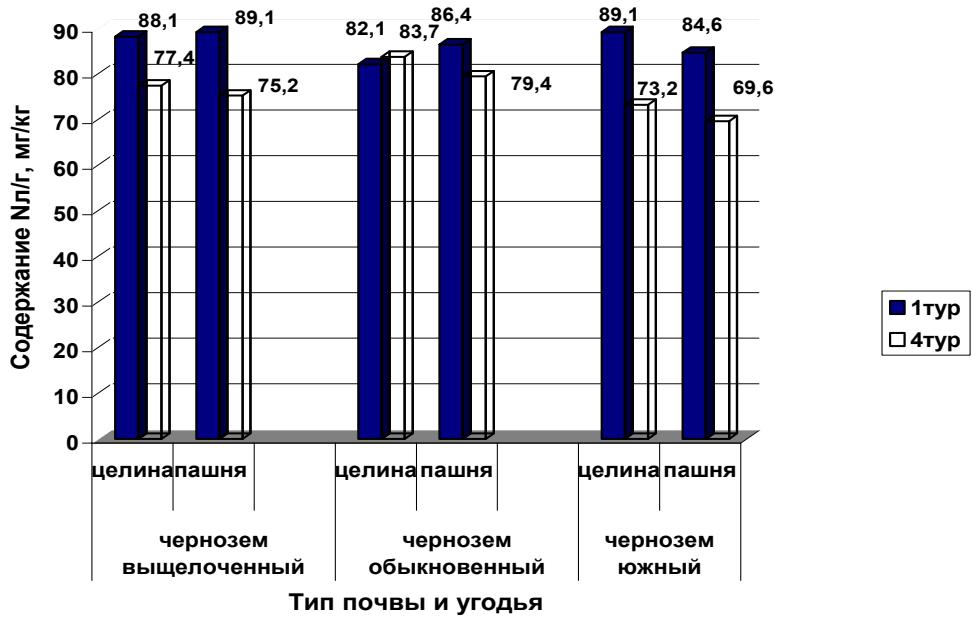


Рисунок 5 – Содержание азота легкогидролизуемого в чернозёмных почвах (20-40 см)

Снижение азота легкогидролизуемого на целине чернозёмов выщелоченных составило 3,2% в верхнем слое почвы и 12,1% в нижнем слое; на пашне – 9,2% и 15,6% соответственно. Снижение азота легкогидролизуемого на чернозёмах обыкновенных составило 10,3% в верхнем слое целины; на пашне – 12,8% и 8,1% в слое почвы 0-20 и 20-40 см соответственно. Снижение содержания азота легкогидролизуемого на чернозёмах южных составило 22,3% (0-20 см) и 17,8% (20-40 см) на целинном угодье; 19,0% (0-20 см) и 18,0% (20-40 см) на пашне.

## 5.2 Содержание подвижного фосфора

Программа мониторинга земель сельскохозяйственного назначения предусматривает контроль за содержанием подвижного фосфора, дающего представление о плодородии почв. Содержание подвижного фосфора определяют методом Чирикова. Фосфатный режим зависит не только от типа почвы, геохимического состава почвообразующей породы, но также от рельефа местности (Попова И.В., Пирогова Т.И., 1985) и уровня химизации,

что, главным образом, относится к пахотным угодьям (Кушниренко Ю.Д., 1991). Несомненно, научный и практический интерес представляет сравнительная оценка фосфатного режима пахотных земель и параллельно – целины в условиях одного и того же почвообразовательного процесса и контура почвы с максимальной приближенностью точек отбора почвенных образцов.

**Чернозёмы выщелоченные.** В первом разрезе на чернозёме выщелоченном наблюдается существенная разница в содержании подвижного фосфора между пахотным и целинным угодьями. Здесь свою роль играет процесс окультуривания почвы. По всем турям обследования как в верхнем, так и в нижнем слоях почвы на пашне содержание  $P_2O_5$  значительно превосходит его содержание на целине. Наибольшая разница отмечена во втором туре: содержание  $P_2O_5$  на пахотном угодье в слое почвы 0-20 см на 48% выше, чем на целинном аналоге (табл. 34). Наблюдается увеличение содержания подвижного фосфора на пашне к четвёртому туре мониторинга от 29 до 39 мг/кг. На наш взгляд это обусловлено интенсивностью обработки почвы, поскольку на целинном аналоге данной разновидности чернозёмной почвы существенные изменения не выявлены.

Таблица 34 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$P_2O_5$ , мг/кг, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 1а)								
0-20	24 $\pm$ 3,5	12,2	18 $\pm$ 1,7	12,8	24 $\pm$ 4,2	8,8	24 $\pm$ 1,7	9,7
20-40	23 $\pm$ 2,5	13,8	19 $\pm$ 2,5	12,4	23 $\pm$ 1,5	9,1	24 $\pm$ 1,4	8,4
пашня (разрез 1)								
0-20	29 $\pm$ 2,0	15,5	35 $\pm$ 3,8	15,5	36 $\pm$ 4,9	9,9	39 $\pm$ 2,2	7,3
20-40	28 $\pm$ 1,3	10,9	25 $\pm$ 3,6	8,4	35 $\pm$ 2,6	10,9	37 $\pm$ 3,2	10,5

В почве 2 разреза в первом туре обследования содержание подвижного фосфора на пашне и целине не различалось. По результатам четырёх туров

обследования выявлено увеличение его содержания на целине в верхнем слое почвы, в то время как в слое 20-40 см такие изменения не установлены, что обусловлено накоплением большого количества растительных остатков на поверхности почвы. Аналогично первому разрезу, на пашне за четыре тура обследования увеличилось содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см с 29 до 41 мг/кг, в слое почвы 20-40 см такие изменения не наблюдались (табл. 35).

Таблица 35 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$P_2O_5$ , мг/кг, мг/кг.							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %	$X \pm S_x$	V, %
целина (разрез 2а)								
0-20	33 $\pm$ 7,1	2,7	35 $\pm$ 9,0	16,3	34 $\pm$ 3,0	9,1	38 $\pm$ 3,1	13,8
20-40	25 $\pm$ 4,9	7,8	23 $\pm$ 4,5	13,5	26 $\pm$ 3,2	8,2	28 $\pm$ 7,4	6,1
пашня (разрез 2)								
0-20	29 $\pm$ 1,1	9,7	29 $\pm$ 3,8	10,6	33 $\pm$ 3,9	10,2	41 $\pm$ 3,2	5,3
20-40	26 $\pm$ 4,9	6,7	29 $\pm$ 10,9	13,6	28 $\pm$ 6,4	8,6	30 $\pm$ 5,8	9,9

Третий разрез данного подтипа почв в землепользовании Челябинского НИИСХ расположен на расстоянии более 10 км от первых двух разрезов, что обуславливает существенные различия в фосфатном режиме выщелоченного чернозёма. На начало динамических наблюдений содержание подвижного фосфора как на целине, так и на пашне в верхнем слое почвы было одинаковым (табл. 36). К четвёртому туре содержание подвижного фосфора на целине снизилось с 55 до 34 мг/кг почвы, в то же время на пашне его содержание возросло в слое почвы 0-20 см с 55 до 80 мг/кг, в слое почвы 20-40 см с 52 до 64 мг/кг почвы.

Таблица 36 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	$P_2O_5$ , мг/кг, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 3а)								
0-20	55 $\pm$ 5,0	12,1	57 $\pm$ 4,1	13,1	45 $\pm$ 2,2	11,2	34 $\pm$ 3,3	12,0
20-40	40 $\pm$ 1,8	13,4	32 $\pm$ 2,2	10,4	29 $\pm$ 1,1	4,9	35 $\pm$ 2,2	10,2
пашня (разрез 3)								
0-20	55 $\pm$ 5,0	12,1	88 $\pm$ 3,7	5,2	75 $\pm$ 3,4	6,3	80 $\pm$ 6,0	9,9
20-40	52 $\pm$ 1,0	4,3	66 $\pm$ 8,4	15,7	71 $\pm$ 4,3	8,8	64 $\pm$ 4,7	8,9

Содержание подвижного фосфора в чернозёме выщелоченном среднешебнистом (разрезы 24, 24а) на целинном угодье было практически вдвое ниже, чем на пашне (табл. 37), что можно объяснить результатом окультуренности почвы. Подобные данные были получены ранее в работах ряда авторов (Болотина В.В., 1999; Гинзбург К.Е., 1975, 1981; Кушниренко Ю.Д., 1987). К четвёртому туре обследования на обоих типах угодий повысилось содержание подвижного фосфора. В верхнем слое пашни увеличение содержания  $P_2O_5$  составило 15%, в нижнем слое – более 20%. В верхнем слое целины увеличение содержания  $P_2O_5$  составило почти 18%, в нижнем слое – 13%. На целине главной причиной увеличения содержания подвижного фосфора является, на наш взгляд, сжигание травы, а на пашне – пожнивные остатки.

Таблица 37 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме выщелоченном (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	$P_2O_5$ , мг/кг, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 24а)								
0-20	46 $\pm$ 1,0	8,2	52 $\pm$ 0,8	15,2	54 $\pm$ 1,7	4,6	56 $\pm$ 3,4	14,0
20-40	48 $\pm$ 1,3	7,6	58 $\pm$ 2,6	13,3	58 $\pm$ 8,9	14,2	55 $\pm$ 3,0	8,2
пашня (разрез 24)								
0-20	83 $\pm$ 1,9	9,8	90 $\pm$ 1,7	12,0	95 $\pm$ 1,0	14,0	98 $\pm$ 5,4	9,5
20-40	87 $\pm$ 1,2	31,4	81 $\pm$ 3,7	5,5	90 $\pm$ 6,7	10,2	109 $\pm$ 10,3	8,8

Анализ почвенных образцов, отобранных в районе разрезов 48 и 48<sub>a</sub>, показал существенную разницу между содержанием подвижного фосфора на целине и на пашне (табл. 38).

Таблица 38 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме выщелоченном (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	Р <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 48а)								
0-20	113 <sub>±</sub> 1,1	14,2	134 <sub>±</sub> 2,6	8,0	170 <sub>±</sub> 1,6	11,4	177 <sub>±</sub> 0,3	15,2
20-40	63 <sub>±</sub> 0,3	12,8	81 <sub>±</sub> 1,2	10,5	93 <sub>±</sub> 1,0	12,6	80 <sub>±</sub> 0,5	9,9
пашня (разрез 48)								
0-20	107 <sub>±</sub> 2,6	14,3	86 <sub>±</sub> 2,1	8,4	105 <sub>±</sub> 2,2	5,6	81 <sub>±</sub> 0,9	13,7
20-40	61 <sub>±</sub> 3,4	10,4	67 <sub>±</sub> 1,6	9,4	69 <sub>±</sub> 1,3	12,0	84 <sub>±</sub> 1,4	11,3

В первом туре мониторинга разница в пользу целины в верхнем слое почвы составила 5,3%. Во втором туре этот показатель достиг 35,8% в слое 0-20 см и 17,3% в слое 20-40 см. В третьем и четвёртом турах наблюдений наименьшая разница между целиной и пашней составила 26%, наибольшая превысила 50%.

По данным мониторинга по запасам подвижного фосфора выщелоченные чернозёмы превосходят другие подтипы зональных почв. Кроме того, на этих почвах наблюдается увеличение содержания подвижного фосфора в четвёртом туре по отношению к первому.

**Чернозёмы обыкновенные.** Запасы подвижного фосфора в чернозёме обыкновенном на 13 разрезе, заложенном в Верхнеуральском районе области, незначительно различаются по типам угодий. Это обстоятельство объясняется относительно небольшим возрастом пашни по отношению к другим подтипам почвы, например, чернозёмам выщелоченным, освоенным значительно раньше. Разница в содержании Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> между пашней и целиной в слое почвы 0-20 см не превышала 9% (табл. 39).

Таблица 39 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме обыкновенном (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы см	$P_2O_5$ , мг/кг, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 13а)								
0-20	34±2,8	18,4	30±2,6	16,8	36±4,2	12,3	30±5,2	7,1
20-40	39±1,5	8,7	29±1,4	3,6	26±1,2	4,1	24±2,3	6,6
пашня (разрез 13)								
0-20	30±1,4	10,4	30±0,9	6,8	35±2,9	10,5	27±1,1	5,5
20-40	19±1,9	11,8	18±1,5	11,3	23±2,9	5,7	24±2,2	12,6

На чернозёме обыкновенном, где расположен 16 разрез с очень низким содержание подвижного фосфора, различия между целиной и пашней незначительны. К четвёртому туре обследования на целине содержание подвижного фосфора не изменилось, в то время как на пашне, аналогично остальным подтипам чернозёмных почв, произошло увеличение содержания  $P_2O_5$  в 0-20 см слое почвы в среднем на 18% (табл. 40).

Таблица 40 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме обыкновенном (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы см	$P_2O_5$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 16а)								
0-20	18±1,3	12,2	17±1,6	12,3	16±1,3	14,0	19±4,3	14,7
20-40	19±3,5	5,6	16±2,1	4,4	17±3,1	2,4	16±1,3	14,2
пашня (разрез 16)								
0-20	19±1,5	15,9	18±0,9	12,1	20±0,6	14,2	23±2,0	10,2
20-40	18±2,3	16,9	16±1,0	10,3	20±1,0	6,8	16±1,5	12,6

Чернозём обыкновенный 20 разреза расположен в Кизильском районе, на крайнем юго-западе области. Содержание подвижного фосфора на пашне здесь заметно выше, чем на целине. Это является результатом деятельности человека: возделывания сельскохозяйственных культур, внесения удобрений. К четвёртому туре обследования в верхнем слое почвы 0-20 см содержание фосфора возросло на целине на 35%, на пашне на 13% (табл. 41).

Таблица 41 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме обыкновенном (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы см	$P_2O_5$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 20а)								
0-20	20±1,0	11,2	28±3,3	11,7	31±0,5	12,7	27±1,5	6,3
20-40	16±0,4	5,4	20±5,0	12,0	23±0,6	3,1	21±1,3	8,6
пашня (разрез 20)								
0-20	27±0,8	4,2	37±4,5	11,9	31±2,6	12,0	30±1,9	8,5
20-40	25±2,1	10,6	29±2,6	8,5	24±1,1	5,9	21±0,5	4,2

**Чернозём южный карбонатный.** В 4 разрезе, расположенным в Брединском районе Челябинской области на чернозёме южном карбонатном, разница между содержанием подвижного фосфора на пашне и целине составила от 3 до 42 % в пользу пахотного угодья (табл. 42). Считаем, что это связано с освоением пахотных угодий.

Таблица 42 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёме южном карбонатном (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы см	$P_2O_5$ , мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 4а)								
0-20	26±1,2	10,7	27±0,1	8,6	32±0,1	10,0	23±2,0	12,4
20-40	19±2,1	14,3	23±0,1	9,6	27±0,1	8,8	29±5,4	5,5
пашня (разрез 4)								
0-20	38±4,1	13,7	35±0,1	10,4	31±0,1	8,6	35±3,0	7,7
20-40	30±0,5	6,1	31±0,1	8,0	44±0,1	6,8	50±0,3	10,8

Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёмных почвах Челябинской области по турям мониторинга показано на рисунках 6-7, в приложении Л.

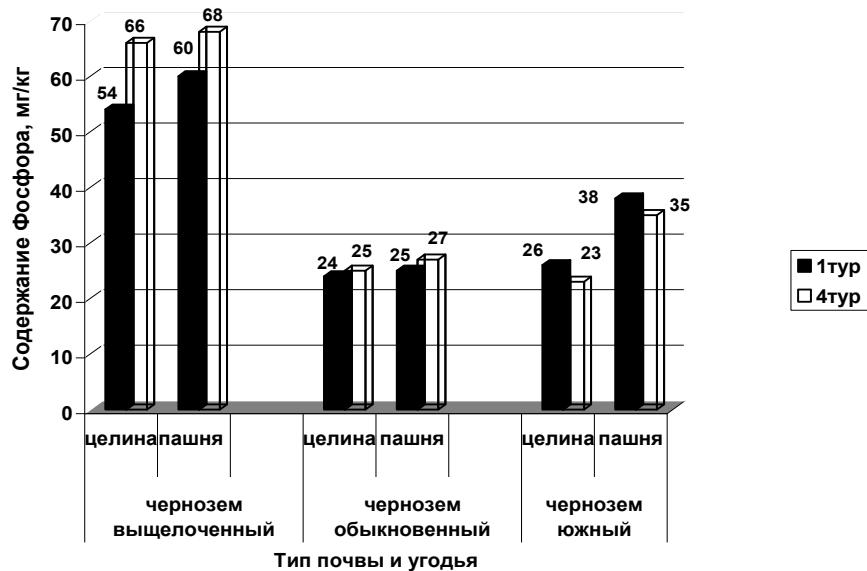


Рисунок 6 – Содержание подвижного фосфора в чернозёмных почвах (0-20 см)

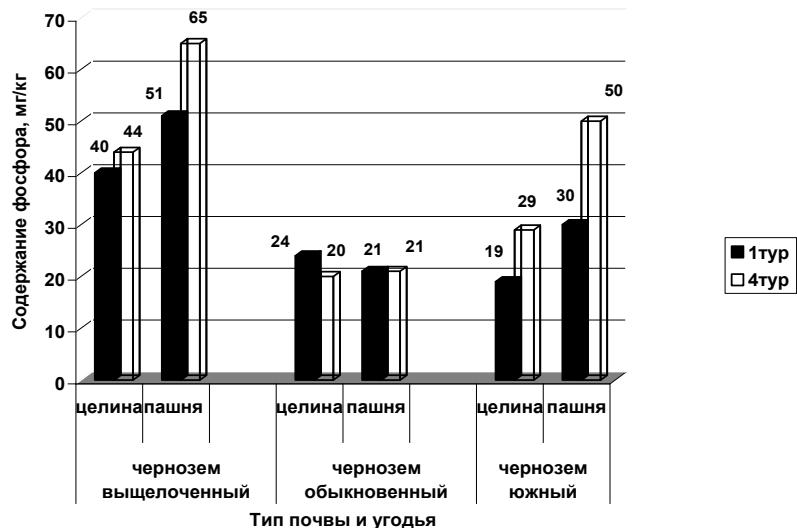


Рисунок 7 – Содержание подвижного фосфора в чернозёмных почвах (20-40 см)

Содержание подвижного фосфора в почве в сильной степени зависит от степени окультуренности почвы, в основе которой частично лежит уровень её удобренности, а также связано с климатическими факторами: чередованием острозасушливых и переувлажнённых лет. Последнее может привести к повышению растворимости фосфатов, на что в своих исследованиях указывали А.Н. Лебедянцев (1960) и В.А. Францессон (1963). Низкое содержание в почвах фосфора на основной площади

сельскохозяйственных угодий ограничивает продуктивность агроценозов, ведёт к значительному недобору зерна, кормов и другой продукции в регионе.

Объяснению причин повышения содержания фосфора в пахотных почвах посвящена одна из глав монографии «Агробиологический цикл фосфора» под редакцией академика А.П. Иванова (Мониторинг земель..., 2000), где отмечено, что различные кислоты, выделяющиеся при разложении органического вещества, способствуют мобилизации почвенных и новообразованных фосфатов, снижая темпы перехода легкорастворимых фракций в труднорастворимые формы.

### **5.3 Содержание обменного калия**

Существенное превышение выноса над возвратом вызывает необходимость постоянного мониторинга за динамикой в почвах другого зольного элемента – калия, несмотря на то, что запасы его в обменных формах в почвах региона весьма высоки (Кушниренко Ю.Д., 1968, Возбуцкая А.Е., 1968; Кирюшин В.И., 2010).

**Чернозёмы выщелоченные.** В первом разрезе, расположеннном на 1 поле ЧНИИСХ, произошло уменьшение содержания обменного калия к четвёртому туру мониторинга почв в слое 0-20 см целинного угодья на 8,4% по отношению к первому туру наблюдений. Такая же тенденция прослеживается и на пахотном угодье данного разреза. В первом туре мониторинга содержание  $K_2O$  в верхнем слое пашни было 112 мг/кг, в четвёртом – 93 мг/кг (уменьшение содержания  $K_2O$  составило 17%); в нижнем слое показатели изменились с 101 до 91 мг/кг (на 9,9%) (табл. 43).

Таблица 43 – Изменение содержания обменного калия в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 1а)								
0-20	299 <sub>±</sub> 6	13,8	297 <sub>±</sub> 6	14,0	275 <sub>±</sub> 6	15,2	274 <sub>±</sub> 4	9,6
20-40	198 <sub>±</sub> 4	14,9	169 <sub>±</sub> 9	19,5	193 <sub>±</sub> 7	10,2	177 <sub>±</sub> 6	5,8
пашня (разрез 1)								
0-20	112 <sub>±</sub> 6	11,9	113 <sub>±</sub> 5	4,8	99 <sub>±</sub> 6	8,1	93 <sub>±</sub> 2	2,4
20-40	102 <sub>±</sub> 2	5,0	108 <sub>±</sub> 8	9,6	88 <sub>±</sub> 4	5,4	91 <sub>±</sub> 5	6,0

Содержание обменного калия на целинном угодье второго разреза во всех четырёх турах мониторинга значительно выше, чем на пашне. К четвёртому туру обследования на целине содержание калия практически не изменилось, в то время как на пашне уменьшение содержания обменного калия составило соответственно 23 и 22% (табл. 44).

Таблица 44 – Изменение содержания обменного калия в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 2а)								
0-20	203 <sub>±</sub> 14	6,9	190 <sub>±</sub> 7	9,1	200 <sub>±</sub> 6	6,2	199 <sub>±</sub> 9	18,3
20-40	201 <sub>±</sub> 5	8,3	190 <sub>±</sub> 13	14,2	190 <sub>±</sub> 5	10,2	191 <sub>±</sub> 5	16,6
пашня (разрез 2)								
0-20	147 <sub>±</sub> 4	6,9	136 <sub>±</sub> 9	8,8	115 <sub>±</sub> 3	8,9	120 <sub>±</sub> 8	6,5
20-40	148 <sub>±</sub> 5	8,3	102 <sub>±</sub> 10	13,9	110 <sub>±</sub> 1	8,1	121 <sub>±</sub> 5	4,8

На целине 3 разреза, представленного чернозёмом выщелоченным, содержание обменного калия осталось без изменений, в то время как на пашне, аналогично первым двум разрезам, произошло снижение его содержания как в верхнем слое почвы, так и в нижнем, соответственно на 37 и 21% (табл. 45). Данное явление связано в первую очередь с превалированием выноса над внесением и характерно оно практически для

всех типов почв, включая и чернозёмные почвы, на что указывали в своих работах ряд авторов (Кольцова Г.А., 1994; Лыков А.М., 1985).

Таблица 45 – Изменение содержания обменного калия в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 3а)								
0-20	133 <sub>±</sub> 11	10,8	124 <sub>±</sub> 8	8,8	132 <sub>±</sub> 6	5,9	130 <sub>±</sub> 6	11,8
20-40	116 <sub>±</sub> 10	11,2	95 <sub>±</sub> 8	6,3	92 <sub>±</sub> 2	12,3	94 <sub>±</sub> 2	13,0
пашня (разрез 3)								
0-20	88 <sub>±</sub> 4	10,7	76 <sub>±</sub> 7	12,4	63 <sub>±</sub> 6	13,6	64 <sub>±</sub> 5	6,9
20-40	82 <sub>±</sub> 2	4,8	65 <sub>±</sub> 2	4,7	63 <sub>±</sub> 3	6,9	65 <sub>±</sub> 4	6,9

Содержание обменного калия на целине 24 разреза к четвёртому туре выросло на 10% в верхнем слое почвы, в то время как на пашне оно практически не изменилось (табл. 46).

Таблица 46 – Изменение содержания обменного калия в чернозёме выщелоченном (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 24а)								
0-20	187 <sub>±</sub> 2	13,3	202 <sub>±</sub> 4	12,0	211 <sub>±</sub> 4	8,5	208 <sub>±</sub> 2	11,9
20-40	106 <sub>±</sub> 6	13,2	108 <sub>±</sub> 4	11,1	207 <sub>±</sub> 3	14,6	101 <sub>±</sub> 2	10,0
пашня (разрез 24)								
0-20	131 <sub>±</sub> 3	8,2	126 <sub>±</sub> 3	7,4	137 <sub>±</sub> 2	13,4	128 <sub>±</sub> 3	12,3
20-40	111 <sub>±</sub> 3	6,5	110 <sub>±</sub> 4	12,6	119 <sub>±</sub> 3	3,6	105 <sub>±</sub> 2	12,4

Содержание обменного калия в образцах почвы, взятых на анализ в районе 48 разреза, различалось по типам угодий. Наибольшая разница в его содержании в пользу пашни наблюдалась в слое почвы 20-40 см в четвёртом туре обследования почв и составила почти 50% (табл. 47).

Таблица 47 – Изменение содержания обменного калия  
в чернозёме выщелоченном (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 48а)								
0-20	103 <sub>±</sub> 6	12,6	122 <sub>±</sub> 4	12,6	123 <sub>±</sub> 3	9,7	114 <sub>±</sub> 2	11,8
20-40	68 <sub>±</sub> 3	10,2	90 <sub>±</sub> 2	12,4	90 <sub>±</sub> 3	6,6	83 <sub>±</sub> 2	3,5
пашня (разрез 48)								
0-20	158 <sub>±</sub> 6	10,3	197 <sub>±</sub> 2	15,4	200 <sub>±</sub> 2	13,2	155 <sub>±</sub> 2	13,9
20-40	128 <sub>±</sub> 3	6,8	144 <sub>±</sub> 2	14,0	164 <sub>±</sub> 2	10,9	150 <sub>±</sub> 1	10,5

**Чернозёмы обыкновенные.** Как на целинном, так и на пахотном угодье 13 разреза на чернозёме обыкновенном существенных изменений в содержании обменного калия не произошло. Не наблюдалась существенная разница в содержании K<sub>2</sub>O между типами угодий на этом разрезе (табл. 48).

Таблица 48 – Изменение содержания обменного калия  
в чернозёме обыкновенном (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы, см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 13а)								
0-20	156 <sub>±</sub> 12	14,9	166 <sub>±</sub> 12	17,2	175 <sub>±</sub> 3	10,2	157 <sub>±</sub> 9	12,6
20-40	137 <sub>±</sub> 14	16,1	168 <sub>±</sub> 12	9,3	147 <sub>±</sub> 3	8,6	152 <sub>±</sub> 9	9,6
пашня (разрез 13)								
0-20	176 <sub>±</sub> 7	9,5	154 <sub>±</sub> 7	5,5	190 <sub>±</sub> 3	11,2	189 <sub>±</sub> 2	5,6
20-40	130 <sub>±</sub> 4	6,4	119 <sub>±</sub> 5	6,9	97 <sub>±</sub> 0,1	2,3	107 <sub>±</sub> 0,4	5,1

Содержание обменного калия в верхнем слое целинного угодья чернозёма обыкновенного в 16 разрезе Троицкого района к четвёртому туре незначительно возросло (на 13,1%), в то время как на пашне оно осталось на уровне 1 тура (табл. 49)

Таблица 49 – Изменение содержания обменного калия в чернозёме обыкновенном (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 16а)								
0-20	146 <sub>±2</sub>	15,6	149 <sub>±3</sub>	16,1	167 <sub>±2</sub>	14,0	168 <sub>±4</sub>	8,0
20-40	129 <sub>±3</sub>	12,6	110 <sub>±3</sub>	10,6	128 <sub>±4</sub>	13,6	109 <sub>±1</sub>	9,9
пашня (разрез 16)								
0-20	130 <sub>±3</sub>	5,7	143 <sub>±2</sub>	10,3	139 <sub>±2</sub>	11,3	134 <sub>±1</sub>	9,8
20-40	111 <sub>±7</sub>	14,0	120 <sub>±3</sub>	11,4	118 <sub>±2</sub>	10,9	121 <sub>±1</sub>	7,8

Содержание обменного калия в чернозёме обыкновенном Кизильского района области на целине очень высокое, а на пашне – высокое, поскольку почвы на данной территории сформировались на почвообразующих породах, богатых калием. К четвёртому туре обследования содержание калия на целине снизилось, а на пашне возросло (табл. 50). Считаем, что здесь сказалось влияние характера использования пашни.

Таблица 50 – Изменение содержания обменного калия в чернозёме обыкновенном (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 20а)								
0-20	304 <sub>±12</sub>	12,6	316 <sub>±11</sub>	12,0	286 <sub>±6</sub>	15,7	249 <sub>±2</sub>	2,7
20-40	221 <sub>±15</sub>	15,5	202 <sub>±8</sub>	3,2	185 <sub>±3</sub>	15,2	148 <sub>±3</sub>	5,4
пашня (разрез 20)								
0-20	173 <sub>±6</sub>	8,5	181 <sub>±4</sub>	8,7	203 <sub>±3</sub>	13,3	225 <sub>±1</sub>	6,5
20-40	125 <sub>±8</sub>	15,6	114 <sub>±3</sub>	9,6	106 <sub>±2</sub>	15,6	117 <sub>±1</sub>	7,3

**Чернозёмы южные карбонатные.** В таблице 51 показано изменение содержания обменного калия в 4 разрезе на чернозёме южном карбонатном по турам мониторинга почв сельскохозяйственного назначения. К четвёртому туре произошло снижение содержания K<sub>2</sub>O на 15% на пахотном угодье в слое почвы 0-20 см. На целине не наблюдалось значительных изменений в содержании обменного калия. Во всех турах обследования

отмечалась разница в содержании данного показателя между пашней и целиной. Наибольшее превышение в содержании K<sub>2</sub>O на целине было в третьем туре в слое почвы 0-20 см, оно составило 36%.

Таблица 51 – Изменение содержания обменного калия в чернозёме южном карбонатном (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы см	K <sub>2</sub> O, мг/кг							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 4а)								
0-20	193 <sub>±</sub> 8	11,1	134 <sub>±</sub> 0,1	9,4	189 <sub>±</sub> 0,1	9,2	185 <sub>±</sub> 3	8,1
20-40	100 <sub>±</sub> 9	14,6	88,0 <sub>±</sub> 0,1	9,2	88 <sub>±</sub> 1	8,4	102 <sub>±</sub> 1	15,4
пашня (разрез 4)								
0-20	152 <sub>±</sub> 2	2,3	115 <sub>±</sub> 0,1	8,8	121 <sub>±</sub> 0,1	9,4	129 <sub>±</sub> 1	11,9
20-40	101 <sub>±</sub> 5	10,4	76 <sub>±</sub> 0,1	8,6	79 <sub>±</sub> 0,1	9,2	111 <sub>±</sub> 1	11,7

За пятилетний срок между турами обследования существенных изменений в содержании обменного калия в почвах произойти не могло, так как калийные удобрения практически повсеместно не применялись, а относительно удовлетворительные запасы обменного калия в чернозёмах позволяют поддерживать калийный режим почв длительное время без изменения. По мнению С.Н. Юркина С.Н. (1975) и Д.Н. Прянишникова (1976) даже при значительном отчуждении этого элемента с урожаем сельскохозяйственных культур калийный режим не меняется.

Незначительное снижение (на 10%) содержания обменного калия в среднем в двух слоях пашни от первого к четвёртому туре наблюдалось только на чернозёме выщелоченном (рис. 8-9, прил. М).

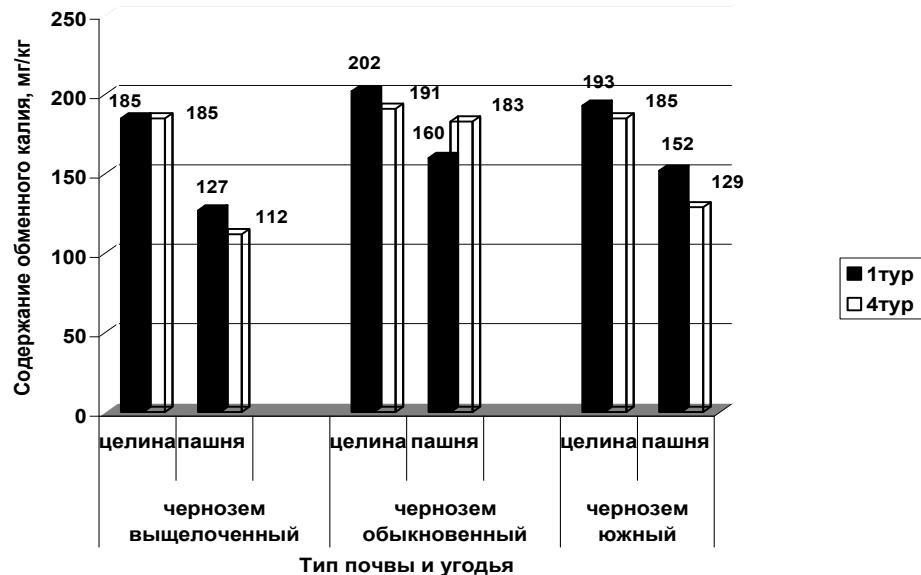


Рисунок 8 – Содержание обменного калия в чернозёмных почвах (0-20 см)

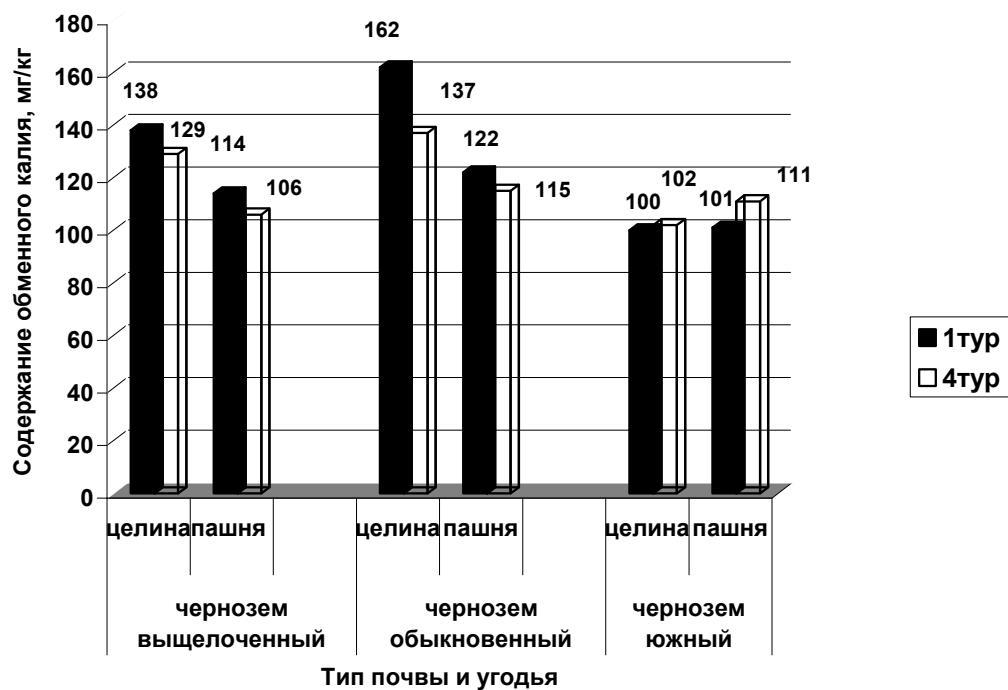


Рисунок 9 – Содержание обменного калия в чернозёмных почвах (20-40 см)

В хозяйствах, располагающих обновлённой информацией об агрохимических свойствах почвы, дозы удобрений необходимо корректировать с учетом содержания азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы, выноса их с урожаем и коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений. Запасы обменного калия на основной

площади области достаточны, однако, результаты мониторинга земель позволили отметить некоторое снижение запасов обменного калия. Это диктует необходимость внесения калийных удобрений и комплексных калийсодержащих удобрений. Причём калийные удобрения лучше вносить в комплексе с азотными и азотно-фосфорными.

## 6 ИЗМЕНЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ

Кислотность почвы – способность почвы подкислять воду и растворы нейтральных солей. Различают актуальную и потенциальную кислотность. Актуальной кислотностью называется кислотность почвенного раствора. Это самый динамичный показатель физико-химических свойств. Её величина зависит от наличия в почве кислот, способных диссоциировать, и одной из них является угольная кислота, образующаяся в результате дыхания корней и микроорганизмов. Потенциальная кислотность характерна для твёрдой фазы почвы. Между актуальной и потенциальной кислотностью в почве сохраняется подвижное равновесие, но доминирующее значение во всех почвах имеет кислотность твердой фазы почвы. Гидролитическая кислотность определяется как общая кислотность почвы, включающая в себя актуальную, обменную и «собственно» гидролитическую. Она значительно больше обменной и выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. В отсутствие актуальной и обменной видов «собственно» гидролитическая кислотность не вредна для растений и микроорганизмов. Определять её необходимо для решения ряда практических вопросов применения удобрений – установления норм извести и возможности эффективного применения фосфоритной муки (Philip J.R., 1957; Палавеев Т., 1983; Орлов Д.С., 1985; 1990, 1996; Надточий П.П., 1993, 1998; Haise H.R., 1995; Козаченко А.П., 2000; Ягодин Б.А., 2003).

В разных регионах России наблюдаются процессы, ведущие к изменению физико-химических свойств почвы (Абрамян С.А., 1981; Александрова А.М., 1983). Изменение реакции в кислую сторону может происходить под влиянием различных природных и антропогенных факторов: вымывание осадками и талыми водами из почвенно-поглощающего комплекса катионов Ca и Mg, выноса их с отчуждаемой частью урожая; загрязнение почвы кислыми выбросами из промышленных стационарных установок и транспортных средств; внесение в высоких дозах

в почву кислых удобрений (Смирнов П.М., 1984; Филеп Д., 1989). Южный Урал относится к одному из более сложных в экологическом отношении регионов Российской Федерации из-за наличия на его территории предприятий тяжелой индустрии, объектов металлургической, нефтехимической, горнодобывающей промышленности, большого количества автотранспорта. Все они в той или иной мере оказывают влияние на окружающую среду, в том числе и на кислотность почвы. Кислотообразующие соединения серы, азота и углерода являются веществами, оказывающими отрицательное действие на физико-химические свойства почвы, в частности, способствуют смещению почвенной среды в кислую сторону (Аскинази Д.А., 1955; Амельянчик О.А., 1991).

## 6.1 Чернозёмы выщелоченные

Актуальная кислотность почв в первом разрезе на целине существенно не изменилась между турами обследования. При этом на пашне, особенно в верхнем слое почвы, произошло изменение активной кислотности от первого к четвёртому туре с 6,2 до 6,7 ед. (табл. 52). Это объясняется снижением объёмов применения фосфорсодержащих удобрений.

Таблица 52 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	рН <sub>водн</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 1а)								
0-20	6,4 <sub>±</sub> 0,07	2,6	6,5 <sub>±</sub> 0,08	1,5	6,5 <sub>±</sub> 0,08	1,5	6,4 <sub>±</sub> 0,04	2,6
20-40	6,5 <sub>±</sub> 0,07	2,5	6,6 <sub>±</sub> 0,19	3,5	6,7 <sub>±</sub> 0,14	2,9	6,3 <sub>±</sub> 0,12	2,6
пашня (разрез 1)								
0-20	6,2 <sub>±</sub> 0,03	0,9	6,5 <sub>±</sub> 0,07	1,7	6,7 <sub>±</sub> 0,30	6,4	6,7 <sub>±</sub> 0,06	2,7
20-40	6,3 <sub>±</sub> 0,04	1,4	6,6 <sub>±</sub> 0,10	2,0	6,5 <sub>±</sub> 0,07	1,4	6,3 <sub>±</sub> 0,02	3,2

Обменная кислотность чернозёма выщелоченного в районе 1 разреза существенно не изменилась в обоих типах угодий (табл. 53). Лишь к 3 туре

на пахотном угодье она несколько сдвинулась в кислую сторону, это обусловило и увеличение гидролитической кислотности данных почв (с 5,1 до 4,0 мг-экв./100 г в верхнем слое и с 4,9 до 3,8 мг-экв./100 г в нижнем слое почвы) (табл. 54).

Таблица 53 – Изменение обменной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	рН <sub>сол</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 1а)								
0-20	5,4 <sub>±</sub> 0,16	1,3	5,6 <sub>±</sub> 0,16	3,6	5,3 <sub>±</sub> 0,11	2,5	5,4 <sub>±</sub> 0,06	3,5
20-40	5,5 <sub>±</sub> 0,10	6,4	5,6 <sub>±</sub> 0,20	4,2	5,4 <sub>±</sub> 0,06	1,6	5,4 <sub>±</sub> 0,12	4,0
пашня (разрез 1)								
0-20	5,5 <sub>±</sub> 0,03	1,3	5,4 <sub>±</sub> 0,11	3,0	5,7 <sub>±</sub> 0,31	7,7	5,5 <sub>±</sub> 0,07	4,6
20-40	5,5 <sub>±</sub> 0,03	1,3	5,4 <sub>±</sub> 0,03	0,8	5,4 <sub>±</sub> 0,16	3,5	5,4 <sub>±</sub> 0,04	3,1

Таблица 54 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 1 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	H <sub>F</sub> , мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 1а)								
0-20	4,3 <sub>±</sub> 0,08	3,0	4,3 <sub>±</sub> 0,14	4,8	5,02 <sub>±</sub> 0,66	15,2	4,19 <sub>±</sub> 0,18	3,1
20-40	4,0 <sub>±</sub> 0,23	7,6	4,1 <sub>±</sub> 0,10	3,4	5,00 <sub>±</sub> 0,20	6,5	3,86 <sub>±</sub> 0,32	4,0
пашня (разрез 1)								
0-20	5,1 <sub>±</sub> 0,09	4,2	4,6 <sub>±</sub> 0,22	8,4	3,93 <sub>±</sub> 0,93	31,2	4,04 <sub>±</sub> 0,20	3,9
20-40	4,9 <sub>±</sub> 0,45	3,6	4,2 <sub>±</sub> 0,15	7,8	3,90 <sub>±</sub> 0,10	11,2	3,81 <sub>±</sub> 0,22	3,2

Во втором разрезе изменения как актуальной (табл. 55), так и обменной кислотности (табл. 56), происходило аналогично первому разрезу, поскольку разрезы расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Актуальная кислотность на целинном угодье изменилась от первого к четвёртому туре с 6,9 до 6,6 ед. в слое почвы 0-20 см и с 7,1 до 6,8 ед. в слое почвы 20-40 см.

Аналогичная ситуация сложилась и на пахотном угодье, особенно в нижнем слое почвы (изменение актуальной кислотности составило 5,7%).

Таблица 55 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	рН <sub>водн.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 2а)								
0-20	6,9 <sub>±</sub> 0,25	8,1	6,8 <sub>±</sub> 0,15	2,8	6,7 <sub>±</sub> 0,16	2,8	6,6 <sub>±</sub> 0,10	1,1
20-40	7,1 <sub>±</sub> 0,23	2,0	6,9 <sub>±</sub> 0,12	2,3	6,9 <sub>±</sub> 0,14	2,8	6,8 <sub>±</sub> 0,10	1,2
пашня (разрез 2)								
0-20	6,8 <sub>±</sub> 0,04	1,4	6,8 <sub>±</sub> 0,08	1,7	7,0 <sub>±</sub> 0,08	1,8	6,6 <sub>±</sub> 0,05	1,1
20-40	7,0 <sub>±</sub> 0,06	2,0	7,3 <sub>±</sub> 0,22	4,3	7,0 <sub>±</sub> 0,11	2,2	6,6 <sub>±</sub> 0,08	1,1

Таблица 56 – Изменение обменной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	рН <sub>сол.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>±</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 2а)								
0-20	6,3 <sub>±</sub> 0,29	10,3	5,9 <sub>±</sub> 0,21	4,1	5,6 <sub>±</sub> 0,23	6,1	5,5 <sub>±</sub> 0,08	1,7
20-40	6,1 <sub>±</sub> 0,28	7,3	5,8 <sub>±</sub> 0,14	2,8	5,7 <sub>±</sub> 0,19	5,2	5,5 <sub>±</sub> 0,12	2,0
пашня (разрез 2)								
0-20	5,8 <sub>±</sub> 0,03	1,1	5,9 <sub>±</sub> 0,12	2,7	5,6 <sub>±</sub> 0,06	1,6	5,7 <sub>±</sub> 0,08	1,9
20-40	5,9 <sub>±</sub> 0,06	2,3	6,4 <sub>±</sub> 0,21	4,8	5,7 <sub>±</sub> 0,07	1,6	5,6 <sub>±</sub> 0,10	1,7

В районе второго разреза отмечаются различия гидролитической кислотности между пашней и целиной. В 1 туре гидролитическая кислотность на целине составила 4,2 мг-экв. /100 г, на пашне – 2,5 мг-экв. /100 г в верхнем слое почвы, 3,5 и 1,4 мг-экв. /100 г почвы в нижнем слое соответственно. (табл. 57). Различия в показателях между типами угодий отмечены и в других турах исследования почвы. Снижение гидролитической кислотности на целине от первого к третьему туре связано с увеличением поступления органического вещества в почву.

Таблица 57 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	Н <sub>г</sub> , мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 2а)								
0-20	4,2±0,03	1,2	3,3±0,04	3,2	3,1±0,21	3,5	3,9±0,09	2,1
20-40	3,5±0,06	2,0	2,3±0,04	3,0	2,5±0,05	2,6	3,2±0,06	1,9
пашня (разрез 2)								
0-20	2,5±0,04	2,1	2,2±0,12	2,8	2,4±0,22	11,8	2,5±0,11	2,2
20-40	1,4±0,10	2,0	1,4±0,13	2,8	1,9±0,02	10,0	2,3±0,14	8,6

Различий между показателями актуальной кислотности почвы в третьем разрезе не наблюдалось (табл. 58).

Таблица 58 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	рН <sub>водн.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 3а)								
0-20	6,5±0,13	4,5	6,7±0,36	6,7	6,6±0,14	2,5	6,6±0,12	2,1
20-40	6,7±0,11	3,7	6,7±0,10	1,9	6,7±0,07	1,6	6,6±0,20	2,4
пашня (разрез 3)								
0-20	6,2±0,03	1,2	6,5±0,16	3,4	6,5±0,06	1,3	6,4±0,08	1,8
20-40	6,4±0,04	1,6	6,6±0,03	0,7	6,6±0,05	0,8	6,5±0,12	2,0

Данные таблицы 59 указывают на увеличение обменной кислотности почвы в 3 разрезе с 5,9 до 5,6 в верхнем слое, с 5,8 до 5,6 в слое почвы 20-40 см на целине, и с 5,5 до 5,3, с 5,6 до 5,2 соответственно в верхнем и нижнем слоях на пашне.

Таблица 59 – Изменение обменной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	pH <sub>сол.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 3а)								
0-20	5,9 <sub>±</sub> 0,18	6,9	5,7 <sub>±</sub> 0,33	7,2	5,5 <sub>±</sub> 0,18	4,2	5,6 <sub>±</sub> 0,12	3,0
20-40	5,8 <sub>±</sub> 0,11	4,3	5,6 <sub>±</sub> 0,07	1,9	5,8 <sub>±</sub> 0,13	2,9	5,6 <sub>±</sub> 0,14	3,0
пашня (разрез 3)								
0-20	5,5 <sub>±</sub> 0,07	3,0	5,4 <sub>±</sub> 0,12	3,2	5,2 <sub>±</sub> 0,04	1,4	5,3 <sub>±</sub> 0,08	2,2
20-40	5,6 <sub>±</sub> 0,13	5,1	5,4 <sub>±</sub> 0,03	0,8	5,3 <sub>±</sub> 0,05	1,0	5,2 <sub>±</sub> 0,11	2,9

Снижение гидролитической кислотности в почвенных образцах, взятых на анализ в районе разреза 3, показано в таблице 60. С первого по третий тур показатели гидролитической кислотности на целине снизились на 19,6% в слое 0-20 см и на 12,9% в слое почвы 20-40 см; в верхнем слое пашни снижение показателей H<sub>г</sub> составило 13%. С третьего по четвёртый тур мониторинга наблюдалось увеличение гидролитической кислотности, особенно заметное на целинном угодье в слое почвы 20-40 см.

Таблица 60 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме выщелоченном (Чебаркульский район, поле 8 ЧНИИСХ)

Слой почвы, см	H <sub>г</sub> , мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 3а)								
0-20	4,6 <sub>±</sub> 0,08	2,1	4,3 <sub>±</sub> 0,04	1,8	3,7 <sub>±</sub> 0,08	1,4	4,0 <sub>±</sub> 0,12	0,9
20-40	3,1 <sub>±</sub> 0,06	2,3	3,0 <sub>±</sub> 0,11	1,6	2,7 <sub>±</sub> 0,12	1,5	3,9 <sub>±</sub> 0,05	2,5
пашня (разрез 3)								
0-20	5,4 <sub>±</sub> 0,11	3,2	4,8 <sub>±</sub> 0,06	2,3	4,7 <sub>±</sub> 0,10	2,0	4,6 <sub>±</sub> 0,08	3,0
20-40	3,4 <sub>±</sub> 0,20	4,0	3,5 <sub>±</sub> 0,06	2,2	4,4 <sub>±</sub> 0,11	3,3	4,6 <sub>±</sub> 0,08	3,2

В 24 разрезе, расположеннном в южной лесостепи области на чернозёме выщелоченном щебнистом, заметных изменений актуальной кислотности в верхнем почвенном слое как на целине, так и пашне не происходило. Что касается нижнего слоя почвы, то здесь наблюдалось изменение актуальной кислотности с 6,7 до 6,4 ед. как на целине, так и на пашне (табл. 61).

Таблица 61 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	рН <sub>водн.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 24а)								
0-20	6,4 <sub>±</sub> 0,04	1,6	6,4 <sub>±</sub> 0,07	1,0	6,5 <sub>±</sub> 0,06	1,3	6,4 <sub>±</sub> 0,06	1,4
20-40	6,7 <sub>±</sub> 0,08	2,7	6,4 <sub>±</sub> 0,08	1,6	6,5 <sub>±</sub> 0,13	2,4	6,4 <sub>±</sub> 0,08	1,5
пашня (разрез 24)								
0-20	6,5 <sub>±</sub> 0,26	3,2	6,4 <sub>±</sub> 0,05	0,9	6,5 <sub>±</sub> 0,11	2,1	6,7 <sub>±</sub> 0,11	2,0
20-40	6,7 <sub>±</sub> 0,21	2,6	6,5 <sub>±</sub> 0,09	1,7	6,5 <sub>±</sub> 0,06	1,3	6,4 <sub>±</sub> 0,15	2,9

Данные изменения можно объяснить характером использования пахотного угодья, на котором длительное время возделывались многолетние травы. Это же объяснение актуально и для изменения от первого к четвёртому туре обменной кислотности на данной почве с 5,5 до 5,9 на целине, с 5,9 до 6,1 на пахотном аналоге в слое почвы 0-20 см (табл. 62).

Таблица 62 – Изменение обменной кислотности в чернозёме выщелоченном (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	рН <sub>сол.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 24а)								
0-20	5,5 <sub>±</sub> 0,06	2,4	5,8 <sub>±</sub> 0,08	1,3	5,6 <sub>±</sub> 0,10	2,3	5,9 <sub>±</sub> 0,22	4,3
20-40	5,6 <sub>±</sub> 0,13	5,0	5,9 <sub>±</sub> 0,07	1,7	5,6 <sub>±</sub> 0,11	2,4	5,7 <sub>±</sub> 0,10	2,6
пашня (разрез 24)								
0-20	5,9 <sub>±</sub> 0,13	4,9	5,9 <sub>±</sub> 0,04	0,7	5,7 <sub>±</sub> 0,10	2,3	6,1 <sub>±</sub> 0,07	1,3
20-40	5,9 <sub>±</sub> 0,10	3,8	6,1 <sub>±</sub> 0,09	1,9	5,7 <sub>±</sub> 0,06	1,5	6,1 <sub>±</sub> 0,08	1,5

В 24 разрезе наблюдается уменьшение гидролитической кислотности почвы на целине на 8% и 12% в верхнем и нижнем слоях почвы соответственно. На пашне в верхнем слое почвы Н<sub>г</sub> практически не изменилась, в нижнем слое гидролитическая кислотность возросла на 0,7 мг-экв./100 г почвы (табл. 63).

Таблица 63 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме выщелоченном (Чесменский район, Черноборское)

Слой почвы, см	Н <sub>г</sub> , мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>г</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>г</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>г</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>г</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 24а)								
0-20	3,7 <sub>±</sub> 0,25	15,1	3,6 <sub>±</sub> 1,28	17,0	3,4 <sub>±</sub> 0,22	12,0	3,4 <sub>±</sub> 0,10	8,6
20-40	2,5 <sub>±</sub> 0,26	17,2	1,9 <sub>±</sub> 0,21	13,54	2,0 <sub>±</sub> 0,14	8,0	2,2 <sub>±</sub> 0,12	4,8
пашня (разрез 24)								
0-20	2,9 <sub>±</sub> 0,18	13,9	3,0 <sub>±</sub> 0,41	6,8	3,0 <sub>±</sub> 0,20	10,0	3,1 <sub>±</sub> 0,10	6,2
20-40	2,5 <sub>±</sub> 0,22	19,7	2,0 <sub>±</sub> 0,46	20,3	2,3 <sub>±</sub> 0,08	4,3	1,8 <sub>±</sub> 0,12	4,8

В районе 48 разреза, находящемся в пределах города Челябинска, на пашне и на целине произошло снижение кислотности почвы. Актуальная кислотность в слое почвы 0-20 см на целине и на пашне понизилась на 7,1% (табл. 64); обменная кислотность понизилась на 6,4% (табл. 65). Можно предположить, что на этих почвах при выращивании сельскохозяйственных культур повсеместно применялись различные минеральные удобрения, что приводит к окультуриванию почвы. На целине уменьшение кислотности объясняется большим количеством органического вещества. В первом туре этот показатель в верхнем слое почвы целины и пашни составлял 6,5, а в четвёртом туре – 7,0. Это обусловило соответствующие изменения гидролитической кислотности почвы на обоих типах угодий (табл. 66).

Таблица 64 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме выщелоченном (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	рН <sub>водн.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>г</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 48а)								
0-20	6,5 <sub>±</sub> 0,08	2,2	7,2 <sub>±</sub> 0,14	2,7	7,4 <sub>±</sub> 0,10	1,7	7,0 <sub>±</sub> 0,13	2,4
20-40	6,3 <sub>±</sub> 0,11	3,0	6,9 <sub>±</sub> 0,04	1,0	7,1 <sub>±</sub> 0,12	2,1	6,7 <sub>±</sub> 0,12	2,3
пашня (разрез 48)								
0-20	6,5 <sub>±</sub> 0,20	3,0	6,8 <sub>±</sub> 0,11	2,0	7,1 <sub>±</sub> 0,05	1,0	7,0 <sub>±</sub> 0,04	0,6
20-40	6,6 <sub>±</sub> 0,34	2,4	6,9 <sub>±</sub> 0,06	1,2	6,9 <sub>±</sub> 0,06	1,3	7,0 <sub>±</sub> 0,11	1,8

Таблица 65 – Изменение обменной кислотности в чернозёме выщелоченном (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	pH <sub>сол.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 48а)								
0-20	5,9 <sub>±</sub> 0,20	3,2	6,2 <sub>±</sub> 0,12	3,0	6,5 <sub>±</sub> 0,09	2,0	6,3 <sub>±</sub> 0,10	2,3
20-40	5,4 <sub>±</sub> 0,14	2,8	5,8 <sub>±</sub> 0,12	2,7	6,1 <sub>±</sub> 0,16	2,6	5,9 <sub>±</sub> 0,14	3,9
пашня (разрез 48)								
0-20	5,9 <sub>±</sub> 0,12	2,6	5,9 <sub>±</sub> 0,04	0,9	6,3 <sub>±</sub> 0,12	2,7	6,3 <sub>±</sub> 0,05	1,1
20-40	5,9 <sub>±</sub> 0,10	3,4	5,9 <sub>±</sub> 0,08	1,7	6,1 <sub>±</sub> 0,04	0,8	6,3 <sub>±</sub> 0,07	1,5

Таблица 66 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме выщелоченном (Сосновский район, Каштакское)

Слой почвы, см	H <sub>Г</sub> , мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 48а)								
0-20	2,3 <sub>±</sub> 0,20	3,2	2,0 <sub>±</sub> 0,24	18,0	1,6 <sub>±</sub> 0,09	2,0	1,6 <sub>±</sub> 0,10	2,3
20-40	3,2 <sub>±</sub> 0,14	2,8	2,4 <sub>±</sub> 0,54	20,0	1,8 <sub>±</sub> 0,16	2,6	2,6 <sub>±</sub> 0,14	3,9
пашня (разрез 48)								
0-20	2,7 <sub>±</sub> 0,20	3,2	2,9 <sub>±</sub> 0,17	7,52	2,3 <sub>±</sub> 0,09	2,0	1,5 <sub>±</sub> 0,10	2,3
20-40	2,3 <sub>±</sub> 0,14	2,8	2,6 <sub>±</sub> 0,16	17,7	2,4 <sub>±</sub> 0,16	2,6	1,6 <sub>±</sub> 0,14	3,9

## 6.2 Чернозёмы обыкновенные

В 13 разрезе в верхнем и в нижнем слоях почвы на целине актуальная кислотность постепенно уменьшалась от первого к четвёртому туре мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, таким образом, разница между первым и четвёртым турами составила 10,7% в слое почвы 0-20 см и 8% в слое 20-40 см (табл. 67). Что касается пахотного аналога почвы данного разреза, то здесь актуальная кислотность повысилась в нижнем слое почвы на 12,5% от первого к четвёртому туре наблюдений.

Таблица 67 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме обыкновенном (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы, см	pH <sub>водн</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 13а)								
0-20	7,5 <sub>±</sub> 0,03	2,2	6,8 <sub>±</sub> 0,10	3,0	6,7 <sub>±</sub> 0,13	2,5	6,7 <sub>±</sub> 0,06	1,2
20-40	7,5 <sub>±</sub> 0,02	3,0	6,9 <sub>±</sub> 0,06	1,2	7,0 <sub>±</sub> 0,07	1,3	6,9 <sub>±</sub> 0,07	1,2
пашня (разрез 13)								
0-20	6,6 <sub>±</sub> 0,03	3,4	6,8 <sub>±</sub> 0,16	3,0	6,8 <sub>±</sub> 0,06	1,2	6,8 <sub>±</sub> 0,07	1,2
20-40	8,0 <sub>±</sub> 0,04	3,1	6,9 <sub>±</sub> 0,06	1,2	6,9 <sub>±</sub> 0,06	1,2	6,8 <sub>±</sub> 0,08	1,2

Обменная кислотности в районе данного разреза увеличилась от первого ко второму туре наблюдений и незначительно уменьшилась от второго к третьему туре, затем снова наблюдалось её увеличение на 3% в четвёртом туре на целинном угодье. На пашне в 13 разрезе разница в показателях обменной кислотности между турами обследований не превышала 2% (табл. 68).

Таблица 68 – Изменение обменной кислотности в чернозёме обыкновенном (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы, см	pH <sub>сол</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 13а)								
0-20	6,8 <sub>±</sub> 0,02	2,5	5,7 <sub>±</sub> 0,18	3,9	5,9 <sub>±</sub> 0,15	3,5	5,7 <sub>±</sub> 0,10	1,4
20-40	6,6 <sub>±</sub> 0,04	2,8	5,7 <sub>±</sub> 0,03	0,8	6,0 <sub>±</sub> 0,06	1,4	5,9 <sub>±</sub> 0,06	1,3
пашня (разрез 13)								
0-20	5,6 <sub>±</sub> 0,02	2,5	5,7 <sub>±</sub> 0,18	3,9	5,7 <sub>±</sub> 0,15	3,7	5,7 <sub>±</sub> 0,06	1,4
20-40	5,6 <sub>±</sub> 0,03	2,6	5,7 <sub>±</sub> 0,03	0,8	5,7 <sub>±</sub> 0,03	0,8	5,7 <sub>±</sub> 0,08	1,4

Наблюдалось повсеместное увеличение гидролитической кислотности почвы в чернозёме обыкновенном 13 разреза. В первом туре Нг составляла 1,9 мг-экв./100 г, в четвёртом 3,1 мг-экв./100 г на целине в слое почвы 0-20 см; в первом туре 0,92, в четвёртом 2,2 мг-экв./100 г в почвенном слое 20-40 см. На пашне также произошло увеличение гидролитической кислотности как в верхнем, так и в нижнем слоях почвы более, чем в 2 раза (табл. 69).

Таблица 69 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме обыкновенном (Верхнеуральский район, Петропавловский)

Слой почвы, см	Нг, мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 13а)								
0-20	1,9 $\pm$ 0,08	2,6	2,3 $\pm$ 0,05	4,3	3,1 $\pm$ 0,38	10,1	3,1 $\pm$ 0,04	5,3
20-40	1,9 $\pm$ 0,06	1,9	2,1 $\pm$ 0,04	3,7	2,1 $\pm$ 0,19	9,7	2,2 $\pm$ 0,04	6,0
пашня (разрез 13)								
0-20	1,9 $\pm$ 0,10	5,8	2,5 $\pm$ 0,04	3,0	3,1 $\pm$ 0,27	13,1	3,4 $\pm$ 0,08	4,4
20-40	1,0 $\pm$ 0,08	3,2	2,5 $\pm$ 0,09	2,8	2,9 $\pm$ 0,19	8,7	3,1 $\pm$ 0,06	5,0

Изменение активной кислотности в 16 разрезе произошло в сторону уменьшения лишь в верхнем слое целинного угодья. В нижнем слое почвы на целине, а также на пахотном аналоге заметно изменение активной кислотности в сторону подкисления, особенно это проявляется во втором туре обследований, где актуальная кислотность увеличилась на 6% в верхнем слое пашни и на 4% в нижнем слое (табл. 70).

Таблица 70 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме обыкновенном (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы, см	рН <sub>водн</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %	$X+S_x$	V, %
целина (разрез 16а)								
0-20	6,6 $\pm$ 0,10	3,4	6,5 $\pm$ 0,15	2,2	6,8 $\pm$ 0,22	3,9	6,8 $\pm$ 0,38	6,4
20-40	7,0 $\pm$ 0,14	4,6	6,5 $\pm$ 0,16	2,7	6,9 $\pm$ 0,14	2,8	6,7 $\pm$ 0,07	1,4
пашня (разрез 16)								
0-20	6,1 $\pm$ 0,06	1,9	6,4 $\pm$ 0,08	1,4	6,7 $\pm$ 0,04	1,1	6,7 $\pm$ 0,07	1,4
20-40	7,0 $\pm$ 0,10	3,4	6,7 $\pm$ 0,08	7,1	6,9 $\pm$ 0,19	3,4	6,7 $\pm$ 0,04	0,8

Изменение обменной кислотности в почвенных образцах, отобранных в районе 16 разреза, показано в таблице 71. В верхнем слое целины уменьшение обменной кислотности от первого к четвёртому туре наблюдений составило 5%, в нижнем слое – 8%. На пахотном аналоге почвы обменная кислотность по турам обследования оставалась на одном уровне.

Таблица 71 – Изменение обменной кислотности в чернозёме обыкновенном (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы, см	рН <sub>сол.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 16а)								
0-20	5,8 <sub>±</sub> 0,06	2,2	5,9 <sub>±</sub> 0,10	2,9	5,8 <sub>±</sub> 0,22	4,6	6,1 <sub>±</sub> 0,46	9,0
20-40	5,7 <sub>±</sub> 0,07	3,0	5,7 <sub>±</sub> 0,12	3,0	6,0 <sub>±</sub> 0,15	2,5	6,2 <sub>±</sub> 0,13	2,8
пашня (разрез 16)								
0-20	5,8 <sub>±</sub> 0,04	1,5	5,9 <sub>±</sub> 0,08	1,4	5,6 <sub>±</sub> 0,10	1,1	5,9 <sub>±</sub> 0,14	3,2
20-40	6,0 <sub>±</sub> 0,12	4,5	6,0 <sub>±</sub> 0,21	4,5	5,5 <sub>±</sub> 0,13	2,5	5,9 <sub>±</sub> 0,05	1,3

Показатели гидролитической кислотности в 16 разрезе изменились в сторону уменьшения на целине в слоях почвы 0-20 и 20-40 см. В верхнем слое пахотного угодья гидролитическая кислотность почти не менялась, в нижнем же слое произошло также ее уменьшение более, чем на 20% (табл. 72).

Таблица 72 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме обыкновенном (Троицкий район, Троицкое)

Слой почвы, см	Нг, мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 16а)								
0-20	4,1 <sub>±</sub> 0,38	10,6	3,3 <sub>±</sub> 0,40	9,8	2,8 <sub>±</sub> 0,66	10,2	3,1 <sub>±</sub> 0,26	8,6
20-40	2,2 <sub>±</sub> 0,16	10,3	1,7 <sub>±</sub> 0,18	9,3	1,9 <sub>±</sub> 0,20	11,2	2,4 <sub>±</sub> 0,10	7,4
пашня (разрез 16)								
0-20	3,0 <sub>±</sub> 0,21	15,2	2,9 <sub>±</sub> 0,54	9,1	3,1 <sub>±</sub> 0,21	7,4	3,1 <sub>±</sub> 0,18	6,6
20-40	3,9 <sub>±</sub> 0,40	12,6	2,2 <sub>±</sub> 0,24	11,1	3,1 <sub>±</sub> 0,53	12,3	3,0 <sub>±</sub> 0,12	7,0

На целине 20 разреза в Кизильском районе не наблюдалось значительных изменений показателей актуальной кислотности. На пашне в обоих слоях наблюдалось её увеличение в среднем на 1,5% (табл. 73).

Таблица 73 – Изменение активной кислотности в чернозёме обыкновенном (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы, см	рН <sub>водн</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 20а)								
0-20	8,1 <sub>±</sub> 0,03	0,7	8,1 <sub>±</sub> 0,25	3,0	7,8 <sub>±</sub> 0,04	0,9	8,0 <sub>±</sub> 0,06	1,0
20-40	8,2 <sub>±</sub> 0,08	2,2	8,1 <sub>±</sub> 0,12	1,9	7,9 <sub>±</sub> 0,13	1,9	8,1 <sub>±</sub> 0,06	0,9
пашня (разрез 20)								
0-20	8,1 <sub>±</sub> 0,02	0,4	8,0 <sub>±</sub> 0,08	1,0	8,0 <sub>±</sub> 0,04	0,9	7,7 <sub>±</sub> 0,05	0,8
20-40	8,2 <sub>±</sub> 0,02	0,7	8,1 <sub>±</sub> 0,08	1,3	8,0 <sub>±</sub> 0,06	1,0	7,9 <sub>±</sub> 0,03	0,6

Обменная кислотность в 20 разрезе во втором туре мониторинга в верхнем слое целины и пашни увеличилась на 6,7 и 1,8% соответственно. В то время как в нижнем слое во втором туре оставалась примерно на одном уровне (табл. 74).

Таблица 74 – Изменение обменной кислотности в чернозёме обыкновенном (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы, см	рН <sub>сол.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 20а)								
0-20	7,5 <sub>±</sub> 0,09	2,7	7,0 <sub>±</sub> 0,17	2,4	7,2 <sub>±</sub> 0,01	0,9	7,6 <sub>±</sub> 0,09	1,7
20-40	7,4 <sub>±</sub> 0,12	3,7	7,4 <sub>±</sub> 0,23	3,7	7,3 <sub>±</sub> 0,08	1,7	7,6 <sub>±</sub> 0,05	0,8
пашня (разрез 20)								
0-20	7,1 <sub>±</sub> 0,38	11,8	7,0 <sub>±</sub> 0,03	0,5	7,3 <sub>±</sub> 0,06	1,2	7,4 <sub>±</sub> 0,03	0,6
20-40	7,6 <sub>±</sub> 0,09	2,7	7,6 <sub>±</sub> 0,13	2,7	7,3 <sub>±</sub> 0,04	1,0	7,5 <sub>±</sub> 0,02	0,4

Гидролитическая кислотность повысилась на целинном угодье от первого ко второму туре с 0,6 до 0,9 мг-экв./100 г в слое почвы 0-20 и с 0,5 до 0,7 мг-экв./100 г в слое почвы 20-40, затем снова наблюдалось её уменьшение до 0,6 мг-экв./100 г в третьем туре и увеличение к 4-му до 0,7 мг-экв./100 г почвы. На пашне произошло увеличение Н<sub>г</sub> в четвёртом туре по отношению к первому на 14% и 16% в верхнем и нижнем слоях соответственно (табл. 75).

Таблица 75 – Изменение гидролитической кислотности в чернозёме обыкновенном (Кизильский район, ПСХПК им. Заплатина А.А.)

Слой почвы, см	Н <sub>г</sub> , мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 20а)								
0-20	0,6±0,07	14,0	0,9±0,06	10,2	0,6±0,01	0,9	0,7±0,11	2,2
20-40	0,5±0,05	10,4	0,7±0,04	12,0	0,5±0,03	8,0	0,6±0,08	12,6
пашня (разрез 20)								
0-20	0,6±0,04	14,6	0,6±0,06	14,2	0,6±0,04	8,8	0,7±0,04	5,6
20-40	0,5±0,03	13,5	0,6±0,11	10,8	0,5±0,04	11,8	0,6±0,08	8,8

### 6.3 Чернозём южный

В 4 разрезе, представленном чернозёмом южным карбонатным, наблюдались достаточно высокие показатели актуальной и обменной кислотности по сравнению с другими видами чернозёмных почв. При этом значительных изменения этих показателя по турям обследований и по типам угодий не выявлено (табл. 76 и 77).

Таблица 76 – Изменение актуальной кислотности в чернозёме южном карбонатном (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы, см	рН <sub>водн</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %	X+S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 4а)								
0-20	8,1±0,01	0,5	8,4±0,10	0,4	8,2±0,12	0,5	8,1±0,01	0,3
20-40	8,4±0,02	0,6	8,3±0,10	0,4	8,2±0,08	0,8	8,2±0,02	1,0
пашня (разрез 4)								
0-20	8,2±0,07	2,0	8,2±0,10	1,8	8,3±0,10	1,4	8,1±0,01	0,2
20-40	8,3±0,07	1,9	8,3±0,10	1,6	8,4±0,10	1,5	8,2±0,02	1,1

Таблица 77 – Изменение обменной кислотности  
в чернозёме южном карбонатном (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы, см	рН <sub>сол.</sub>							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %						
целина (разрез 4а)								
0-20	7,2 <sub>±</sub> 0,05	1,6	7,2 <sub>±</sub> 0,10	1,6	7,1 <sub>±</sub> 0,14	1,2	7,2 <sub>±</sub> 0,02	2,0
20-40	7,3 <sub>±</sub> 0,04	1,1	7,1 <sub>±</sub> 0,10	1,0	7,2 <sub>±</sub> 0,06	1,2	7,3 <sub>±</sub> 0,02	1,7
пашня (разрез 4)								
0-20	7,3 <sub>±</sub> 0,02	0,5	7,1 <sub>±</sub> 0,10	0,8	7,1 <sub>±</sub> 0,10	1,2	7,3 <sub>±</sub> 0,02	2,1
20-40	7,3 <sub>±</sub> 0,01	0,3	7,1 <sub>±</sub> 0,10	0,8	7,1 <sub>±</sub> 0,10	1,2	7,2 <sub>±</sub> 0,01	1,9

Показатели гидролитической кислотности на чернозёме южном карбонатном более низкие по сравнению с чернозёмом выщелоченным и чернозёмом обыкновенным. При этом в 4 разрезе скачков гидролитической кислотности по турям не наблюдалось (табл. 78). Заметна небольшая разница между пахотным и целинным аналогами разреза. На целине в 1 туре показатель Н<sub>г</sub> составил 0,7 мг-экв./100 г, на пашне – 0,5 мг-экв./100 г в слое почвы 0-20 см.

Таблица 78 – Изменение гидролитической кислотности  
в чернозёме южном карбонатном (Брединский район, Наследницкое)

Слой почвы, см	Н <sub>г</sub> , мг-экв./100 г							
	1 тур		2 тур		3 тур		4 тур	
	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %	X <sub>+</sub> S <sub>x</sub>	V, %
целина (разрез 4а)								
0-20	0,7 <sub>±</sub> 0,02	3,2	0,4 <sub>±</sub> 0,08	2,8	0,5 <sub>±</sub> 0,06	5,0	0,5 <sub>±</sub> 0,03	3,1
20-40	0,4 <sub>±</sub> 0,04	2,6	0,4 <sub>±</sub> 0,02	3,4	0,4 <sub>±</sub> 0,04	1,5	0,4 <sub>±</sub> 0,03	4,0
пашня (разрез 4)								
0-20	0,5 <sub>±</sub> 0,03	3,2	0,4 <sub>±</sub> 0,08	1,8	0,4 <sub>±</sub> 0,06	3,2	0,4 <sub>±</sub> 0,03	3,0
20-40	0,4 <sub>±</sub> 0,04	2,0	0,4 <sub>±</sub> 0,04	4,4	0,4 <sub>±</sub> 0,06	1,6	0,4 <sub>±</sub> 0,03	4,4

Кислотность почв в значительной степени обусловлена совокупностью различных факторов, основными из которых являются климат, рельеф, растительность и деятельность человека.

Бытует точка зрения, что на Южном Урале интенсивными темпами происходит закисление почв, причиной чему является превышение выноса кальция с урожаем из почвенного профиля над поступлением его с удобрением и пожнивно-корневыми остатками, а также кислотные дожди техногенного характера.

В таблицах 79-80 приведены усреднённые данные по кислотности изучаемых подтипов чернозёмных почв.

Таблица 79 – Изменение актуальной кислотности чернозёмов по турам обследования почв сельскохозяйственного назначения

Тип угодья	Глубина отбора проб, см	Тур обследования			
		1	2	3	4
Чернозём выщелоченный					
целина	0-20	6,5	6,7	6,7	6,6
	20-40	6,5	6,7	6,8	6,5
пашня	0-20	6,5	6,6	6,8	6,7
	20-40	6,6	6,8	6,7	6,4
Чернозём обыкновенный					
целина	0-20	7,4	7,1	7,1	7,2
	20-40	7,6	7,2	7,3	7,2
пашня	0-20	7,2	7,1	7,2	7,0
	20-40	7,7	7,2	7,3	7,1
Чернозём южный карбонатный					
целина	0-20	8,1	8,4	8,2	8,1
	20-40	8,4	8,3	8,2	8,2
пашня	0-20	8,2	8,2	8,3	8,1
	20-40	8,3	8,3	8,4	8,2

Таблица 80 – Изменение обменной кислотности чернозёмов по турам обследования почв сельскохозяйственного назначения

Тип угодья	Глубина отбора проб, см	Тур обследования			
		1	2	3	4
Чернозём выщелоченный					
целина	0-20	5,8	5,8	5,7	5,7
	20-40	5,7	5,7	5,7	5,6
пашня	0-20	5,7	5,7	5,7	5,8
	20-40	5,8	5,8	5,6	5,9
Чернозём обыкновенный					
целина	0-20	6,7	6,2	6,3	6,5
	20-40	6,6	6,3	6,4	6,6
пашня	0-20	6,2	6,2	6,2	6,3
	20-40	6,4	6,4	6,2	6,4
Чернозём южный карбонатный					
целина	0-20	7,2	7,2	7,1	7,2
	20-40	7,3	7,1	7,2	7,3
пашня	0-20	7,3	7,1	7,1	7,3
	20-40	7,3	7,1	7,1	7,2

Таблица 81 – Изменение гидролитической кислотности чернозёмов по турам обследования почв сельскохозяйственного назначения

Тип угодья	Глубина отбора проб, см	Тур обследования			
		1	2	3	4
Чернозём выщелоченный					
целина	0-20	3,8	3,5	3,4	3,4
	20-40	3,3	2,7	2,8	3,1
пашня	0-20	3,7	3,5	3,3	3,2
	20-40	2,9	2,7	3,0	2,8
Чернозём обыкновенный					
целина	0-20	1,9	2,2	2,2	2,3
	20-40	1,2	1,5	1,5	1,8
пашня	0-20	1,5	2,0	2,3	2,5
	20-40	1,8	1,7	2,5	2,3
Чернозём южный карбонатный					
целина	0-20	0,7	0,4	0,5	0,5
	20-40	0,4	0,4	0,4	0,4
пашня	0-20	0,5	0,4	0,4	0,4
	20-40	0,4	0,4	0,4	0,4

В среднем, в почвенных образцах, отобранных в районе рассматриваемых разрезов, актуальная и обменная кислотности почв существенно не изменились за период с первого по четвертый тур мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Незначительна и разница в показателях кислотности между пашней и целиной. Гидролитическая кислотность в верхнем слое целины и пашни в чернозёме выщелоченном снизилась на 11 и 14%, в чернозёме обыкновенном увеличилась на 21 и 67% соответственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В целинных почвах структура в горизонте А в большинстве случаев комковатая и комковато-зернистая, а на пашне структура данного горизонта меняется на комковато-пылеватую. Глубина вскипания карбонатов меняется от подтипа чернозёмной почвы. Наибольшую глубину вскипания карбонатов имеют чернозёмы выщелоченные (ниже 70 см). В чернозёмах обыкновенных и южных горизонт вскипания находится не ниже 40 см, а в отдельных случаях вскипание происходит с поверхности, примером является чернозём обыкновенный, расположенный в Кизильском районе.

2. Чернозёмные почвы характеризуются высоким естественным плодородием. Среднее содержание гумуса в верхнем слое почвы целины по данным первого тура составляло в чернозёмах выщелоченных 7,5%, обыкновенных – 7,4, южных – 5,0%, а в почве пашни соответственно 6,4, 5,2 и 3,7%.

3. К четвёртому туру обследования (через 20 лет) в чернозёмах выщелоченных и обыкновенных на целинных угодьях содержание гумуса выросло на 1,67% и 1,21% в верхнем и нижнем слоях почвы соответственно, в то время как в чернозёмах южных содержание гумуса практически не изменилось. На пахотных угодьях содержание гумуса за этот период в чернозёмах выщелоченных снизилось на 0,26%, в чернозёмах обыкновенных осталось на прежнем уровне, в южных увеличилось на 0,4%.

4. Общие запасы азота общего в слое 0-20 см в чернозёмных почвах на разных типах угодья не различались и составляли 0,24-0,25%. К четвёртому туру обследования на всех подтипах чернозёмных почв на целинных аналогах содержание азота общего возросло: в чернозёмах выщелоченных в 1,8 раза, в чернозёмах обыкновенных в 1,7 раза, в чернозёмах южных в 1,2 раза. На пашне содержание азота общего увеличилось на чернозёмах выщелоченных в 1,2 раза, в чернозёмах обыкновенных в 1,4 раза. В слое почвы 20-40 см запасы азота общего были ниже на всех подтипах почв.

5. Содержание азота легкогидролизуемого в чернозёмных почвах существенно не различалось и варьировало в пределах 90-100 мг/кг почвы. К четвёртому туру обследования на всех подтипах чернозёмных почв на целине и пашне в обоих слоях почвы содержание азота легкогидролизуемого, в отличие от азота общего, снизилось на 3,2-22,3%.

6. Содержание подвижного фосфора с первого по четвёртый тур обследования увеличилось на чернозёмах выщелоченных в обоих типах угодий и слоях почвы. Наибольший рост составил 21% на пашне в слое почвы 20-40 см. На чернозёмах обыкновенных наблюдалось увеличение содержания подвижного фосфора в верхнем слое целины и пашни на 4 и 7% соответственно и снижение в нижнем слое целины на 17%. На чернозёме южном снизилось содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см целины и пашни на 11 и 9%. В слое почвы 20-40 см, напротив, наблюдалось увеличение его содержания на 30 и 40% соответственно.

7. Содержание обменного калия в чернозёмных почвах по турам обследования существенно не менялось. Незначительное снижение (на 10%) содержания обменного калия в среднем в двух слоях пашни от первого к четвёртому туру наблюдалось только на чернозёмах выщелоченных. Отмечена существенная разница в его содержании между целиной и пашней на всех подтипах исследуемых почв.

8. Актуальная и обменная кислотности исследуемых почв за период с первого по четвёртый тур мониторинга земель существенно не изменились. Гидролитическая кислотность в верхнем слое целины и пашни в чернозёмах выщелоченных снизилась на 11 и 14%, в чернозёмах обыкновенных увеличилась на 21 и 67% соответственно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамян С.А. О методах определения кислотности почв / С.А. Абрамян, А.Ш. Галстян // Почвоведение. – 1981. – № 11. – С. 138-141.
2. Агроклиматические ресурсы Челябинской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 151 с.
3. Адерихин П.Г. Фосфор в почвах и земледелии Центрально-Чернозёмной полосы. – Воронеж, 1970. – 240 с.
4. Адерихин П.Г. Влияние длительного сельскохозяйственного использования чернозёмов на некоторые элементы плодородия / П.Г. Адерихин, А.И. Щербаков // Проблемы почвоведения, агрохимии и мелиорации. – Воронеж: ВГУ, 1973. – С. 49-69.
5. Адерихин П.Г. Азот в почвах Центрально-Чернозёмной полосы / П.Г. Адерихин, А.И. Щербаков // Воронеж: Изд-во ВГУ, 1974. – С. 32-48.
6. Акулов П.Г. Воспроизводство и продуктивность чернозёмов / П.Г. Акулов // М.: Колос, 1992. – 223 с.
7. Александрова А.М. О природе почвенной кислотности / А.М. Александрова, Н.К. Крупский, Ю.В. Дараган // Почвоведение. – 1983. – № 3. – С. 34-43.
8. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова // Л.: Наука, 1980. – 287 с.
9. Алёшин С.Н. К вопросу об изменении органического вещества почвы при длительном применении удобрений / С.Н. Алёшин, Л.К. Шевцова, В.А. Черников // Агрохимия. – 1971. – № 6. – С. 49-54.
10. Амельянчик О.А. Показатели и методы оценки почвенной кислотности и потребности почв в извести / О.А. Амельянчик, Л.А. Воробьева. // Агрохимия. – 1991. – № 2. – С. 123-135.
11. Антипина Л.П. Подвижный фосфор в почвах Западной Сибири // Химизация сельского хозяйства. – 1988. – № 4. – С. 30-32.

12. Антипов-Каратаев И.Н. Физико-химические процессы солонцеобразования / И.Н. Антипов-Каратаев, И.Д. Седлецкий // Почвоведение. – 1937. – № 5. – С. 883-884.
13. Аскинази Д.Л. К вопросу о природе почвенной кислотности / Д.Л. Аскинази, Н.П. Карпинский, Н.П. Ремезов // Почвоведение. – 1955. – № 9. – С. 17-24.
14. Афанасьева Е.А. Чернозёмы Среднерусской возвышенности [Текст] / Е.А. Афанасьева. – М.: Наука, 1966. – 224 с.
15. Афанасьева Е.А. Солевой профиль чернозёмов и пути его формирования / Е.А. Афанасьева // Чернозёмы СССР. – М.: Колос, 1974.– Т. 1. – С. 145-156.
16. Бабаева И.П. Биология почв / И.П. Бабаева, Г.М. Зенова. – М.: МГУ, 1983. – С. 29-35.
17. Базилевич Н.И. Особенности круговорота зольных элементов и азота в некоторых почвенно-растительных зонах СССР / Н.И. Базилевич // Почвоведение. – 1955. – № 4. – С. 1-32.
18. Бахарева А. О почвах Челябинской области / А. Бахарева. – Челябинск, 1948. – 16 с.
19. Березин П.Н. Количественная оценка и прогноз почвенной структуры / П.Н. Березин, Е.В. Шеин // Моделирование почвенных процессов. – Пущино, 1985. – 13 с.
20. Берестецкий О.А. Биологические основы плодородия почвы / О.А. Берестецкий, Ю.М. Возняковский, Л.М. Доросинский // М.: Колос, 1984. – 287 с.
21. Биологические основы плодородия почвы / Под ред. О.А. Берестецкого. – М.: Колос, 1984. – 286 с.
22. Богданов Н.И. Почвы и их плодородие / Н.И. Богданов. – Омск, 1952. – 40 с.
23. Богданов Н.И. Чернозёмы и лугово-чернозёмные почвы Западно-Сибирской провинции: Дисс. д-ра биол.наук. – Новосибирск, 1976. – 429 с.

24. Болотина В.В. Агроэкологический мониторинг земель // Агрохимический вестник. – 1999. – №3. – С. 18-21.
25. Бондарев А.Г. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв / А.Г. Бондарев, В.В. Медведев // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв: Тр. почв. института им. В.В. Докучаева. – М.: Наука, 1980. – С.85-98.
26. Бондарев А.Г. Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения / А.Г. Бондарев // М., 1987. – 238 с.
27. Бондарев А.Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв / А.Г. Бондарев // Почвоведение. – 1994. – №11. – С. 10-15.
28. Бондарев А.Г. Проблема деградации физических свойств почв России и пути её решения / А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецов // Почвоведение. – 1999. – №9. – С. 1126-1131.
29. Борискова Н.Ш. Динамика гумуса при различных системах обработки чернозёма выщелоченного / Н.Ш. Борискова, В.А. Синявский // Материалы региональной научно-практ.конф. – Курган: Зауралье, 1995. – С.79-81.
30. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв / Д.С. Булгаков // М., 2002. – 252 с.
31. Бурлакова Л.М. Плодородие алтайских чернозёмов / Л.М. Бурлакова // Новосибирск: Наука, 1984. – 197 с.
32. Васенев И.И. Структурное состояние и физическая характеристика чернозёмов / И.И. Васенев, В.В. Абрукова, С.Н. Коновалов, Н.А. Панина, А.А. Проценко, П.С. Шульга // Агроэкологическое состояние чернозёмов ЦЧО. – Курск, 1996. – С. 81-141.
33. Вершинин П.В. Почвенная структура и условия её формирования / П.В. Вершинин // М.-Л.: Изд-во АН ССР, 1985. – 188 с.

34. Виленский Д.Г. История почвоведения в России / Д.Г. Виленский // М.: Советская наука, 1958. – С. 38-46.
35. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами земледелия / В.Р. Вильямс // М.: Сельхозгиз, 1936. – 647 с.
36. Вильямс В.Р. Работы по почвоведению / В.Р. Вильямс // Собрание сочинений. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1948. – Т.4. – С.98-106.
37. Возбуцкая А.Е. Химия почвы. – М.: Высшая школа. – 1968. – 428 с.
38. Володин В.М. Энергетические показатели чернозёмных почв / В.М. Володин, Н.П. Масютенко // Доклады ВАСХНИЛ. – 1993. – №6. – С.12-15.
39. Володин В.М. Модели управления продуктивностью агроландшафта / В.М. Володин, Г.Н. Черкасов. – Курск, 1998. – 215 с.
40. Вражнов А.В Адаптивные системы земледелия – основа повышения плодородия и продуктивности южноуральских чернозёмов / А.В. Вражнов // Проблемы чернозёмов: Сб. науч. тр. по мат. науч.-практ.конф. РАСХН – ЧНИИСХ. – Челябинск: ЧГАУ, 1993. – С.14-24.
41. Вражнов А.В. Система обработки почвы и биологизация в агроландшафтном земледелии / А.В Вражнов, А.А. Агеев. // Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии в адаптивном земледелии. – Челябинск: ЧГАУ, 2003. – С. 20-27.
42. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г.П. Гамзиков. – М.: Наука, 1981. – 267 с.
43. Ганжара Н.Ф. Легкоразлагаемые органические вещества / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, М.А. Флоринский // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – №1. – С. 53-55.
44. Ганжара Н.Ф. Легкоразлагаемое органическое вещество и эффективное плодородие почв / Н.Ф. Ганжара, Б.А.Борисов, М.А. Флоринский // Земледелие. – 1995. – № 1. – С. 10-12.

45. Ганжара Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов. – М.: Агроконсалт, 1997. – 82 с.
46. Ганжара Н.Ф. Легкоразлагаемое органическое вещество как источник гумуса и минерального азота в дерново-подзолистых почвах / Н.Ф. Ганжара, С.Ю. Миренков, Л.П. Родионова // Известия ТСХА. – Вып.4. – 2001. – С. 69-74.
47. Ганжара Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
48. Герасимова М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова и др. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
49. Гинзбург К.Е. Методы определения фосфора в почве / К.Е. Гинзбург // Агрохимическая характеристика почв. – М.: Наука, 1975. – С. 106-190.
50. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР / К.Е. Гинзбург. – М.: Наука, 1981. – 241 с.
51. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв / М.А. Глазовская. – М.: Высшая школа, 1981. – 400 с.
52. Горшенин К.П. Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала) / К.П. Горшенин. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 592 с.
53. Грехова И.В. Влияние удобрений на агрохимические свойства почвы / Грехова И.В. // Современные проблемы научного обеспечения АПК и подготовки кадров: Мат. науч.-техн. конф. – Тюмень, 1989. – С. 74-75.
54. Грехова И.В. Оценка плодородия чернозёмов выщелоченных / И.В. Грехова, В.К. Семёнов. // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной безопасности страны: Мат. Междунар. конф. – С-Пб., 2011. – С. 51-52.
55. Грехова И.В. Оценка плодородия пахотных земель / И.В. Грехова, В.К. Семёнов. // Аграрный вестник Урала. – 2012. – №5 (97). – С. 5-7.

56. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М: Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.
57. Гуренев М.Н. Основы земледелия: учеб. / М.Н. Гуренев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 478 с.
58. Дергачёва М.И. Динамичность как одно из свойств гумуса / М.И. Дергачёва // Современные проблемы гумусообразования. – Сыктывкар, 1986. – С. 61-68.
59. Деревягин В.А. Органические удобрения в биологизации земледелия В.А. Деревягин, П.Д. Попов // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 10. – С. 33-35.
60. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: учеб. / В.В. Добровольский. – М.: Гуманит. изд. центр Владос, 1999. – 384 с.
61. Добровольский Г.В. Охрана почв / Г.В.Добровольский, Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 224 с.
62. Добровольский Г.В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин // М.: Наука. – 2000. – 185 с.
63. Докучаев В.В. Русский чернозём. Отчёт ВЭО / В.В. Докучаев. // М.: Сельхозгиз. – 1952. – 635 с.
64. Егоров В.В. Органическое вещество почвы и её плодородие / В.В. Егоров // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – №5. – С. 15-19.
65. Егоров В.Е. Некоторые вопросы повышения плодородия почв / В.Е. Егоров // Почвоведение. – 1981. – №1. – С. 71-79.
66. Егоров Е.Е. Органическое вещество почвы и её плодородие / В.В. Егоров // Почвоведение. – 1978. – №5. – С. 5-14.
67. Ерёмин Д.И. Агрогенная трансформация чернозёма выщелоченного Северного Зауралья: Дисс. д-ра наук / Д.И. Ерёмин. – Тюмень, 2012.
68. Запша Н.А. Баланс органического вещества и элементов питания в интенсивных севооборотах / Н.А. Запша // Тез. докл. 8 Всеросс. съезда почвоведов. – Новосибирск, 1989. – Кн.3. – 122 с.

69. Заславский М.Н. Эрозия почв: учеб. / М.Н. Заславский. – М.: Мысль, 1979. – 255 с.
70. Захаров П.С. Курс почвоведения: учеб. / П.С. Захаров. – М.: Сельхозгиз, 1927. – 440 с.
71. Захаров П.С. Пыльные бури / П.С. Захаров. – Л., 1965. – 164 с.
72. Иванова Е.Н. Систематика и номенклатура почв СССР / Е.Н. Иванова, Н.Н. Розов // Генезис, классификация и картография почв СССР. – М.: Наука, 1964. – С.7-17.
73. Иванова Е.Н. Классификация почв СССР / Е.Н. Иванова. – М.: Наука, 1976. – 227 с.
74. Каратин Л.Н. Чернозёмные и луговые почвы Тобол-Ишимского междуречья / Л.Н. Каратин. – Новосибирск: Наука, 1982. – 296 с.
75. Карпачевский Л.О. Жизнь почвы / Л.О. Карпачевский. – М.: Знание, 1989. – 64 с.
76. Кауричев И.С. Почвоведение /И.С. Кауричев, Л.Н. Александрова, Н.П. Панов [и др.]. – М., 1982. – 496 с.
77. Качинский Н.А. Опыт агрофизической характеристики почв на примере Центрального Урала / Н.А. Качинский, А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 240 с.
78. Качинский Н.А. Физика почв: учеб. / Н.А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1965. – 323 с.
79. Каштанов Н.А. Агрономия почв склонов / Н.А. Каштанов, В.Е. Явтушенко. – М.: Колос, 1997. – 240 с.
80. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение /В.И. Кирюшин – М.: Колос, 2010. – 687 с.
81. Классификация почв России. – М.: Почв. инст им. В.В. Докучаева РАСХН, 1997. – 236 с.

82. Ковда В.А. Почвенные ресурсы СССР, их использование и восстановление: Докл. к 8 Всесоюзному съезду почвоведов / В.А. Ковда, Я.А. Пачепский. – Пущино, 1989. – 34 с.
83. Ковда В.А. Основы учения о почвах (в двух книгах) / В.А. Ковда // М.: Колос. – 2004. – 352 с.
84. Когут Б.М. Агрогенная трансформация органического вещества черноземов / Б.М. Когут, Э. Шульц, Н.А. Титова // Почвы: национальное достояние России: Мат. IV съезда почвоведов. – Новосибирск, 2004. – С. 306-307.
85. Козаченко А.П. Состояние почв и почвенного покрова Челябинской области по результатам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / А.П. Козаченко. – Челябинск, 1997. – 112 с.
86. Козаченко А.П. Обоснование приёмов рационального использования, обработки и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области / А.П. Козаченко. – Челябинск, 1999. – 145 с.
87. Козаченко А.П Научные основы мониторинга, охраны и рекультивации земель / А.П. Козаченко, О.Р. Камеристова, И.П. Добровольский и др. – Челябинск, 2000. – 247 с.
88. Козловский Ф.И. Современные естественные процессы эволюции почв / Ф.И. Козловский. – М.: Наука. – 1991. – 196 с.
89. Комплексный доклад о состоянии окружающей природной среды Челябинской области в 2003 году. – Челябинск, 2004. – С.50-64.
90. Кольцова Г.А. Изменение фосфатного состояния чернозёма обыкновенного под влиянием органических удобрений и сидератов / Г.А. Кольцова, Р.Ф. Хазанов, И.М. Габбасова, Н.А. Середа. // Агрохимия. – 1994. - № 6. – С. 10-16.
91. Конке Г. Охрана почвы: пер. с англ. / Г. Конке, А. Бертран. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 344 с.

92. Константинов М.Д. Итоги исследования по мелиоративной обработке комплексных солонцовых, солончаковых почв в степных условиях Южного Урала / М.Д. Константинов // Теоретические основы и опыт мелиоративной обработки и химической мелиорации солонцовых почв. – Целиноград, 1980. – С.23.
93. Костычев П.А. Почвы чернозёмной области России, их происхождение, состав и свойства / П.А. Костычев. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 230 с.
94. Кочергин А.Е. Диагностика потребности сельскохозяйственных культур в азотных удобрениях на чернозёмах Западной Сибири / А.Е. Кочергин // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – №12. – С. 9-13.
95. Кретинин В.М. Почвы Челябинской области и их агролесомелиорации / В.М. Кретинин и др. – Челябинск, 2010. – 273 с.
96. Кушниренко Ю.Д. Челябинская область / Ю.Д.Кушниренко// Агрохимическая характеристика почв СССР. – Т.8. – М.: Наука, 1968. – С.219-273.
97. Кушниренко Ю.Д. Челябинская область // Агрохимическая характеристика почв СССР. – Том «Казахстан и Челябинская область» под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1968. – С.239-276.
98. Кушниренко Ю.Д. Фосфатный фонд чернозёмных почв и пути его восполнения // Пути регулирования почвенного плодородия в условиях интенсивного земледелия: Тез. науч.-практ.конф. НТО ЮжУралНИИЗ. – Челябинск, 1987. – С. 8-10.
99. Кушниренко Ю.Д. Эффективность периодического внесения фосфорных удобрений в севообороте на выщелоченном чернозёме Южного Урала / Ю.Д. Кушниренко, В.Н. Брагин // Агрохимия. – 1987. – № 7. – С. 14-22.
100. Кушниренко Ю.Д. Оценка методов определения подвижных фосфатов в выщелоченных чернозёмах Южного Урала / Ю.Д. Кушниренко, А.К. Фёдорова // Оценка условий фосфорного питания зерновых культур: науч.

техн. бюл. ВАСХНИЛ СО СибНИИЗиХим. – Новосибирск, 1988. – Вып. 6. – С. 3-16.

101. Кушниренко Ю.Д. Плодородие почвы и пути его регулирования / Ю.Д. Кушниренко, В.Я. Климов // Система ведения агропромышленного производства Челябинской области на 1991-1995 гг.: Рек. / РАСХН ЧНИИСХ. – Челябинск, 1991. – С. 77-89.
102. Кушниренко Ю.Д. Агрохимические аспекты повышения эффективного плодородия южноуральских чернозёмов / Ю.Д.Кушниренко// Проблемы чернозёмов: Сб. науч. тр. по матер. научн.-практ. конф. РАСХН – ЧНИИСХ. – Челябинск: ЧГАУ, 1993. – С.87-112.
103. Кушниренко Ю.Д. Плодородие почвы и пути его регулирования // Рекомендации по освоению адаптивно-ландшафтных систем земледелия Челябинской области / РАСХН. ЧНИИСХ. – Челябинск, 1996. – С. 66-73.
104. Кушниренко Ю.Д. К вопросу о трансформации физико-химических свойств почв Южного Урала / Ю.Д.Кушниренко// Производство зерна и кормов в агроландшафтном земледелии: агрохимические, экономические и экологические аспекты. – Миасс: Геотур, 1999. – С.59-80.
105. Лебедянцев А.Н. Избранные труды. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит.,1960. – 568 с.
106. Лыков А.М. Гумус и плодородие почв. – М.: Моск.рабочий, 1985. – 192 с.
107. Маландин Г.А. Почвы Урала: принципы агротехники и мелиорации / Г.А. Маландин. – Свердловск: Свердл. кн. изд-во, 1936. – 327 с.
108. Малышев И.Г. Проблемы производства и применения органических удобрений // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 5. – С. 32-35.
109. Манторова Г.Ф. Антропогенное воздействие и приёмы воспроизводства плодородия выщелоченных чернозёмов в лесостепной зоне Южного Урала / Г.Ф. Манторова. – Челябинск, 2002. – 212 с.

110. Медведев В.В. Изменение микростроения и водно-физических свойств чернозёмов при внесении минеральных удобрений / В.В. Медведев // Микроморфология антропогенного изменения почв. – М.: Наука. – 1988. – С. 55-63.
111. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в стационарных пунктах по почвенно-климатическим зонам Челябинской области за 1994 год: отчёт о НИИР ЧНИИСХ. – Челябинск, 1995. – 230 с.
112. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в стационарных пунктах по почвенно-климатическим зонам Челябинской области за 1998 год: отчёт о НИИР ЧНИИСХ. – Челябинск, 1999. – 136 с.
113. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в стационарных пунктах по почвенно-климатическим зонам Челябинской области за 1999 год: отчёт о НИИР ЧНИИСХ. – Челябинск, 2000. – 81 с.
114. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М., 2003.
115. Муха В.Д. Основные характеристики культурной эволюции почв / В.Д. Муха // Естественная и антропогенная эволюция почв. – Пущино, 1988. – С. 100-106.
116. Надточий П.П. Определение кислотно-основной буферности почв // Почвоведение. – 1993. – № 4. – С. 34-39.
117. Надточий П.П. Кислотно-основная буферность почвы — критерий оценки ее качественного состояния // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1094-1102.
118. Оборин А.И. Улучшение и использование солонцов и солончаковых почв лесостепного Зауралья / А.И. Оборин, В.И. Кожин. – Челябинск, 1959. – С.26.
119. Орлов Д.С. Химия почв/ Д.С. Орлов. – М.: Наука, 1985. – 135 с.
120. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

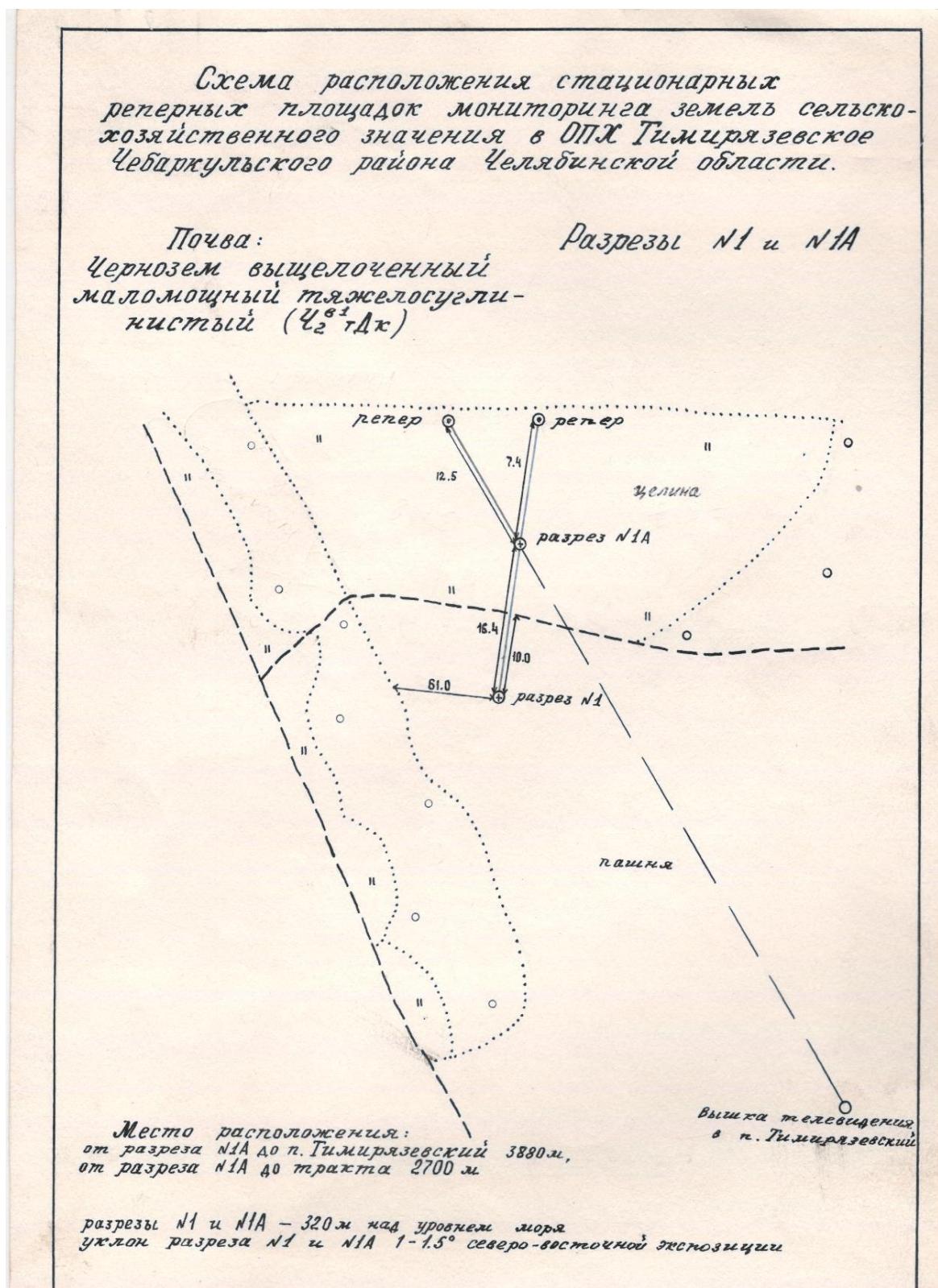
121. Орлов Д.С. Органическое вещество почв Российской Федерации / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюков, Н.И. Суханова. – М.: Наука, 1996. – 256 с.
122. Орловский Н.В. Страницы истории сельскохозяйственной науки 20 века. (Воспоминания учёного) / Н.В. Орловский. – Новосибирск: Изд-во РАСХН СО, 1999. – 438 с.
123. Палавеев Т. Кислотность почв и методы ее устранения: пер. с болг. Т. Палавеев, Т. Тотев. – М.: Колос, 1983. – 165 с.
124. Пономарева В.В. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова. – М.: Наука, 1980. – 222 с.
125. Пономарева В.В. К методике изучения состава гумуса по схеме И.В. Тюрина // Почвоведение. – 1957. – № 8.
126. Пономарева В.В. Сравнительное изучение принятых в СССР схем определения группового и фракционного состава гумуса / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова // Почвоведение. – 1972. – № 7.
127. Попова И.В. Распределение доступного фосфора в зависимости от рельефа местности и механического состава почв / И.В. Попова, Т.И. Пирогова // Экологические последствия интенсификации сельского хозяйства. – М., 1985. – С. 40-45.
128. Прянишников Д.Н. Агрохимия // Избр. науч. тр. – М.: Наука, 1976 – 591 с.
129. Сенькова Л.А. Состояние почв агроландшафтов Южного Урала и пути их рационального использования: Дисс. д-ра наук / Л.А. Сенькова. – Челябинск, 2009.
130. Синявский И.В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия чернозёмов лесостепного Зауралья: Моногр. / И.В. Синявский. – Челябинск: ЧГАУ, 2001. – 275 с.
131. Смирнов П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – М.: Агропромиздат, 1984 – 447 с.
132. Филеп Д. Формы кислотности и кислотно-основная буферность почв / Д.

- Филеп, М. Рэдли // Почвоведение. – 1989. – № 12. – С. 48– 58.
133. Фокин А.Д. Главные составляющие гумусового баланса почв и их количественная оценка / А.Д. Фокин // Органическое вещество и плодородие почв: Сб. науч. тр.Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 1983. – С. 3-16.
134. Фокин А.Д. Идеи В.В. Докучаева и проблема органического вещества / А.Д. Фокин // Почвоведение. – 1996. – С. 187-196.
135. Фокин А.Д. О роли органического вещества в функционировании природных и сельскохозяйственных экосистем / А.Д. Фокин // Почвоведение. – 1994. – № 9. – С. 40-45.
136. Фокин А.Д. Участие различных соединений растительных остатков в формировании гумусовых веществ почвы / А.Д. Фокин // Проблемы почвоведения (Советские почвоведы к 11 Международному конгрессу почвоведов). – М.: Наука, 1978. – С. 60-65.
137. Францессон В.А. Избранные труды (Чернозёмные почвы СССР). – М.: Сельхозиздат, 1963. – 383 с.
138. Шарков И.Н. Концепция воспроизводства гумуса в почвах // Агрохимия. – 2011. – № 12. – С. 21-27.
139. Шевцова Л.К. Гумусное состояние чернозёмных почв при длительном применении удобрений / Л.К. Шевцова, С.И. Сидорина, И.В. Володарская // Агрохимия. – 1989. – №12. – 41 с.
140. Шевцова Л.К. Методы исследования органического вещества длительно удобряемых почв / Л.К. Шевцова // Почвоведение. – 1972. – №8. – С. 45-54.
141. Шевцова Л.К. Содержание гумуса в почвах Нечерноземья при длительном удобрении / Л.К. Шевцова // Почвоведение. – 1981. – №10. – С.40-44.
142. Юркин С.Н. Баланс азота, фосфора и калия в условиях интенсификации земледелия // Обзорн. информ. ВНИИ информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству. – М.: 1975. – 105 с.

143. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: Мир, 2003.– 584 с.
144. Brady N.C. The Nature and Properties of Soils. 13th ed. / N.C. Brady, R.R. Weil // New Jersey 07458 – Upper Saddle River. – 2002. – 960p.
145. Bokheim J.G. Nature and properties of highly disturbed urban soils / J.G. Bockheim. – Philadelphia, Pennsylvania, 1974. – V. 543.
146. Bodman G.B. Influence of Particie size Distribution in Soil Compaction / G.B. Bodman, G.K. Constantin. – Hilgardig, 1965. – V. 36. – №15.
147. Bowen H.J.M. Environmental Chemestry of the elements // Academic Press, New York, 1979. – P. 333.
148. Carter M.R. Structure and organic matter storage in agriculture soils/M.R. Carter, B.A. Stewart // Lewis Publishers. – 1996. – 480p.
149. Dergachyeva M.I. Ecological Functions of soil humus/M.I. Dergachyeva // Eurasian Soil Science. – 2001. – Vol.34. – Suppl.1. – P.100-105.
150. Philip J.R. The physical principles of soil water movement during the irrigation cycle / J.R. Philip // Proc. 3-d Jmter. Congr. Jrr. Drain. – V. 8. – 1957.
151. Haise H.R. Soil Moisture Studies of some Great Plains Soils / H.R. Haise, H.J. Haase, L.R. Jansen // Soil Soc. Amer. Proc. – 1995. – V.19 – P.20-25.
152. Lecture Notes on the Major Soils of the World/Ed. By Paul Driessen, JozefDeckers, FreddiNachtergaele// FAO of the United Nations. Rome, 2001.
153. Major Soils of the World. ISSS\ISRIC\FAO // Rome, 2001. – CD-диск.
154. Swaine D. The trase – elements of soil / D.Swaine //Agr. Bureau. – № 48. – 1955. – P. 83-87.
155. Takkar P. Plant soil / P.Takkar, M.Mann. –1978. – V. 49 –№ 3.–P. 667.
156. Ziechmann W. Evolution of Structural Models from Consideration of Physical and Chemical Properties. HS and Their Role in the Environment / W. Ziechmann, F.H. Frimmel, R.F. Christman // S. Bemhard, DahlemKonferenzen-Eds. – John Wiley & Sons Limited, 1998. – P. 113-132.
157. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Reports 84. ISSS\ISRIC\FAO // Rome, 1998. – ISSN 0532-048. – CD-диск.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение А – Схема расположения разрезов 1<sub>a</sub>, 1



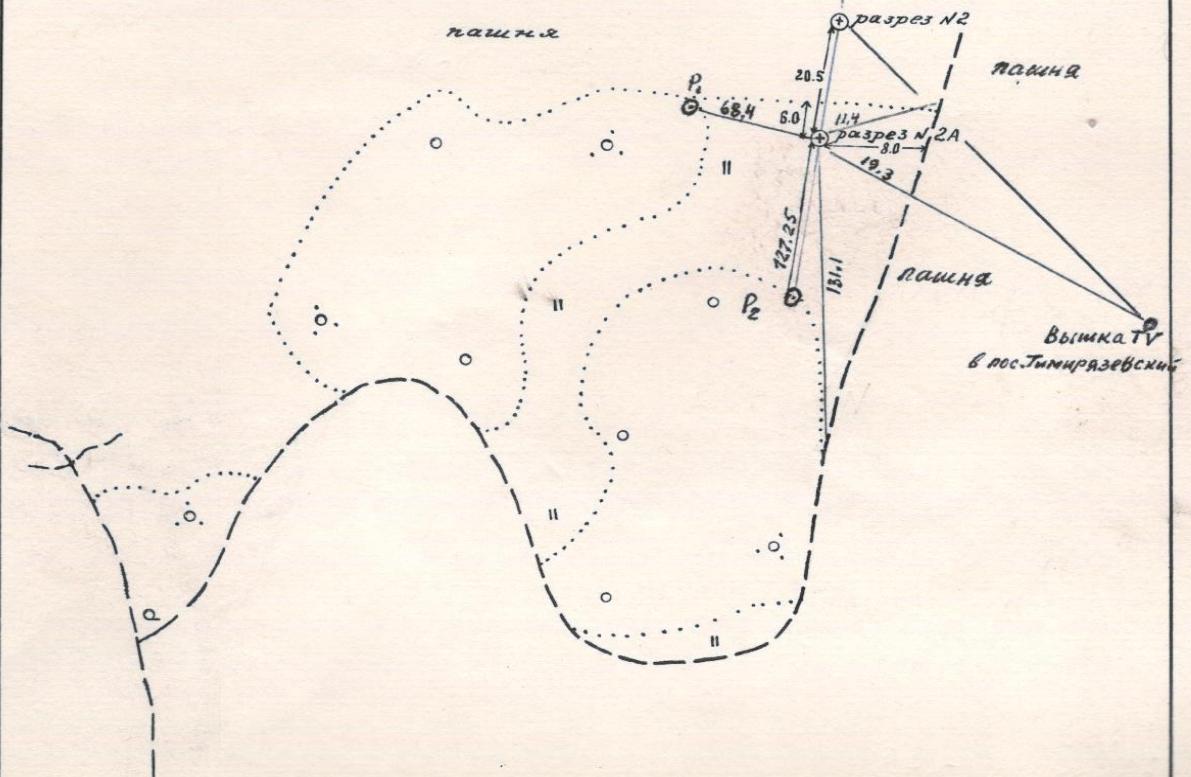
Приложение Б – Схема расположения разрезов 2<sub>a</sub>, 2

Схема расположения стационарных  
реперных площадок мониторинга земель  
сельскохозяйственного значения в ОПХ Гими-  
рязевское Чебаркульского района Челябинской  
области.

Дымоотводная труба  
на ж/л ст. Башкирия

Почва:  
Чернозем выщелоченный  
маломощный среднесуглинистый (У<sub>2</sub> сбк)

Разрезы №2 и №2A



Место расположения:  
от разреза №2 до п. Гимирязевский 2740 м,  
от разреза №2A до тракта 1880 м,

разрезы №2 и №2A - 295 м над уровнем моря  
уклон разреза №2 и №2A 40 ° на северо-восток

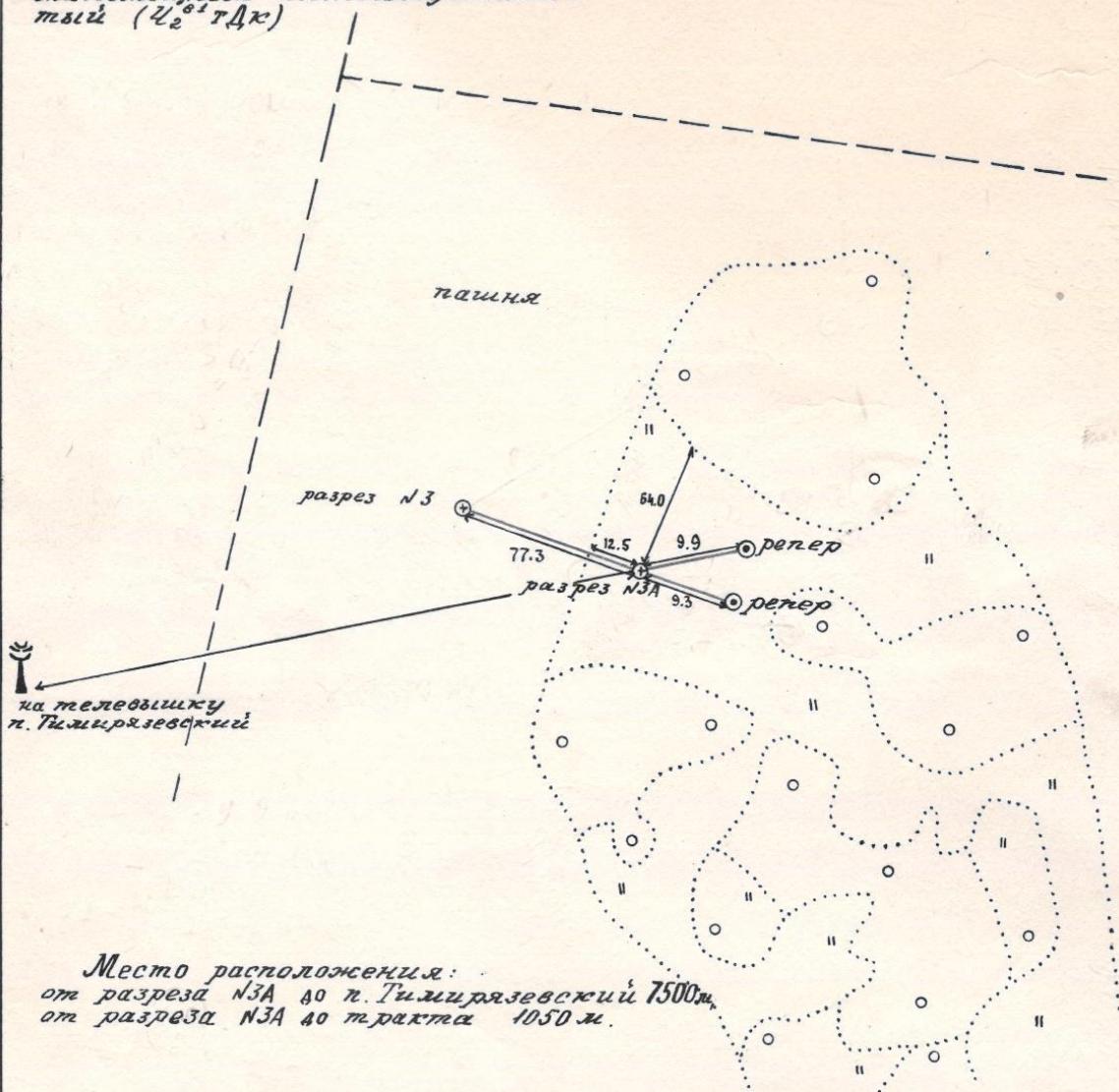
Приложение В – Схема расположения разрезов 3<sub>a</sub>, 3

Схема расположения стационарных реперных площадок мониторинга земель сельскохозяйственного значения в ОПХ Самарское Чебаркульского района Челябинской области.

Почва:

Чернозем выщелоченный  
маломощный тяжелосуглинистый (Ч<sub>2</sub> гДК)

Разрезы №3 и №3А



Место расположения:  
от разреза №3 до п. Гимирязевский 7500м,  
от разреза №3А до тракта 1050 м.

разрезы №3 и №3А – 300м над уровнем моря  
уклон разреза №3 и №3А до 1° южной экспозиции

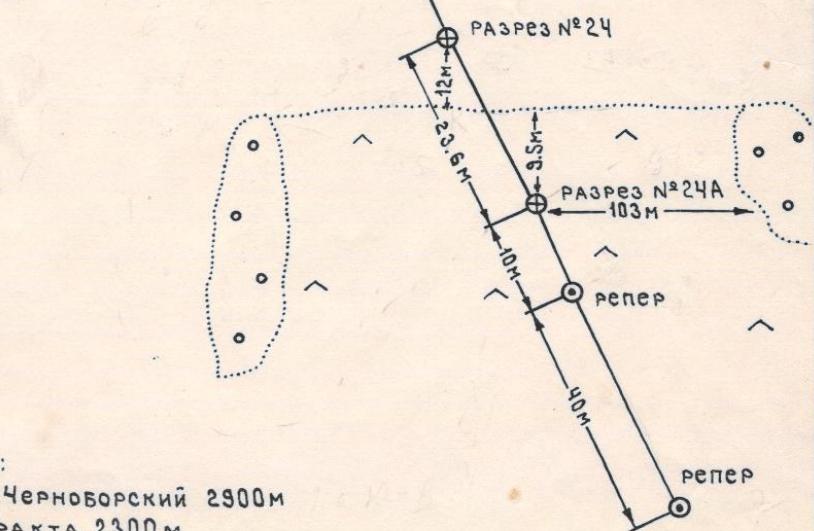
Приложение Г – Схема расположения разрезов 24<sub>a</sub>, 24

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ РЕПЕРНЫХ ПЛОЩАДОК МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ В АОЗТ ЧЕРНОБОРСКОЕ ЧЕСМЕНСКОГО РАЙОНА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Почвы:

Чернозем выщелоченный  
среднегумусный маломощный  
укороченный щебенистый  
среднесуглинистый  
(Ч<sub>2</sub> ВСЧ Э1)

РАЗРЕЗЫ № 24 И № 24А



Места расположения:

от разреза № 24 до п.Черноборский 2900м  
от разреза № 24 до тракта 2300м

Разрезы № 24 и № 24А - 330м над уровнем моря  
Уклон 1-2° северо-западной экспозиции

Координаты: 60°32' восточной долготы  
53°51' северной широты

#### Приложение Д – Схема расположения разрезов 13<sub>a</sub>, 13

Схема расположения стационарных  
реперных площадок мониторинга земель  
сельскохозяйственного значения в АОЗТ Петровав-  
ловское Верхнеуральского района Челябинской  
области.

Почва:

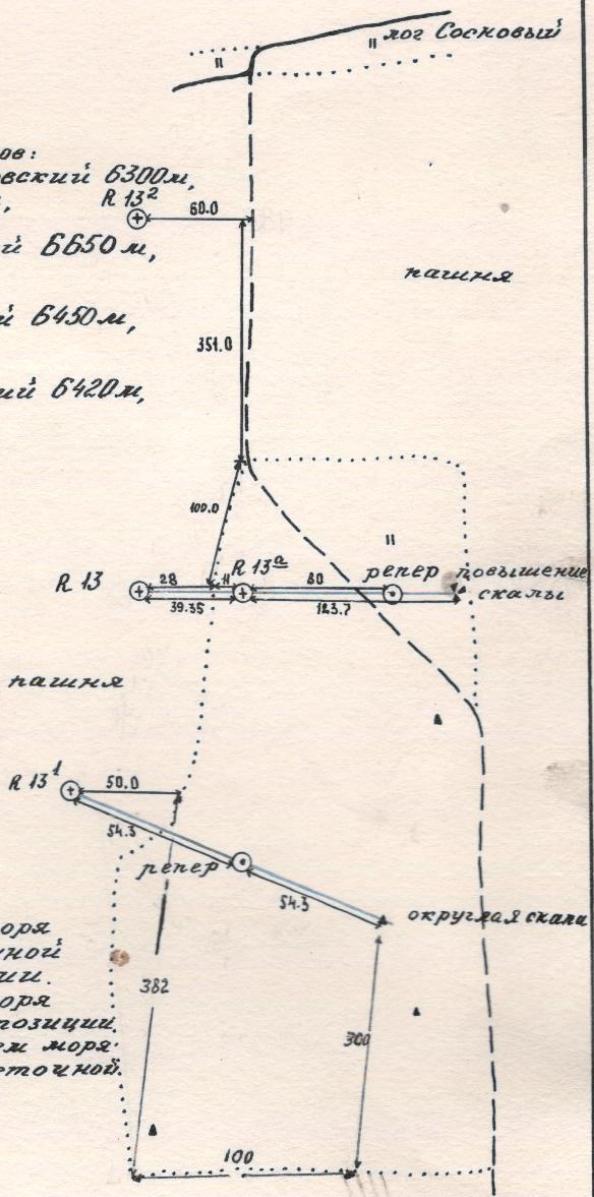
#### 4. Крутои Лог

2 mm

Чернозем обыкновенный  
среднеэгумусный маломощный  
тоже посуглинистый (Ч<sub>2</sub>г.Дж.)

Разрезы № 13 и № 13 а, 13', 13''

Место расположения разрезов:  
от разреза № 13<sup>2</sup> до п.Петропавловский 630 м,  
от разреза № 13<sup>2</sup> до с.Этюдна 5250 м, R 13<sup>2</sup>  
от разреза № 13<sup>2</sup> до тракта 3200 м, +  
от разреза № 13<sup>1</sup> до п.Петропавловский 6650 м,  
от разреза № 13<sup>1</sup> до с.Этюдна 5850 м,  
от разреза № 13<sup>1</sup> до тракта 3850 м,  
от разреза № 13 до п.Петропавловский 6450 м,  
от разреза № 13 до с.Этюдна 5500 м,  
от разреза № 13 до тракта 3700 м,  
от разреза № 13<sup>2</sup> до п.Петропавловский 6420 м,  
от разреза № 13<sup>2</sup> до с.Этюдна 5470 м,  
от разреза № 13<sup>2</sup> до тракта 3700 м.



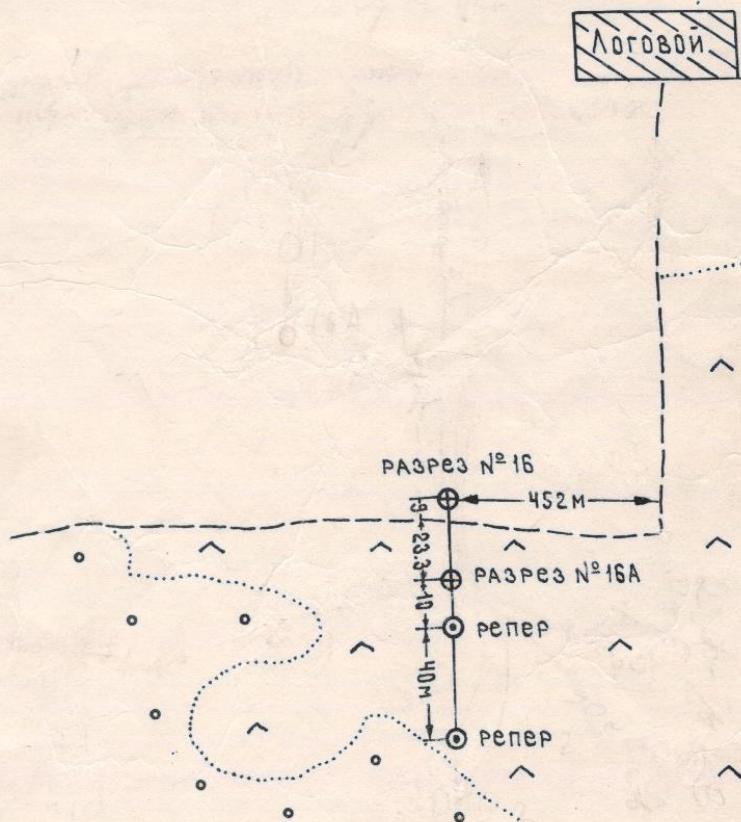
Приложение Е – Схема расположения разрезов 16<sub>a</sub>, 16

Схема расположения стационарных реперных площадок мониторинга земель сельскохозяйственного значения в ОПХ Троицкое Троицкого района Челябинской области

Почвы:

Чернозем обыкновенный  
среднегумусный маломощный  
тяжелосуглинистый ( $Ч_2ТДК/ПК$ )

Разрезы № 16 и № 16А



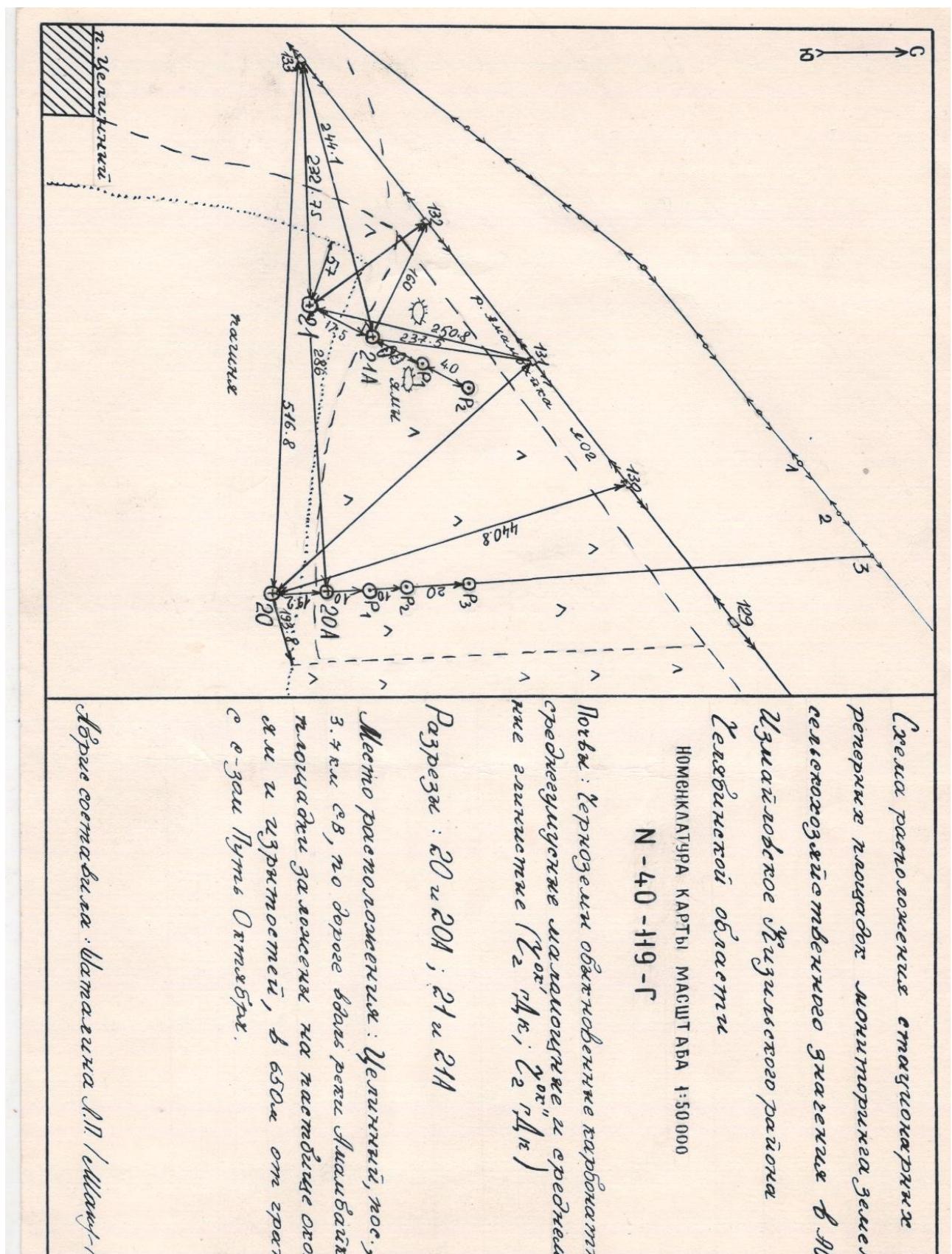
Место расположения:

от разреза № 16 до п. Логовой 4550м  
от разреза № 16 до тракта 3675м

Разрезы № 16 и № 16А – 262м над уровнем моря  
Уклон до 1° западной экспозиции

Координаты: 61° 01' восточной долготы  
52° 58' южной широты

## Приложение Ж – Схема расположения разрезов 20<sub>a</sub>, 20



Приложение 3 – Схема расположения разрезов 4<sub>a</sub>, 4

Схема расположения стационарных реперных площадок мониторинга земель сельскохозяйственного пользования в АОЗТ «Маследничское Бердинского района Челябинской области

Погоды:

Разрезы: № 4 и 4<sub>a</sub>

Чернозем южный карбонатный малогумусный малоподзолистый (ЧЮК1, ТДК)

Место расположения:

≈ 2 км от репликационной телевышки,

Отд. № 2 Хордяжное,

Уклон до 1°

⊕ Телевышка

≈ 2 км

Челяина

Репер

15 м

Репер

15 м

Разрез № 4<sub>a</sub>

55,8 м

Разрез № 4

Пашня

(поле № 4 2-го полевого севооборота, пл. 460га)

Абрис выполнен:

Куширенко Ю.Д. Куширенко

Приложение И – Изменение содержания азота общего (%) по турам обследования почв Челябинской области (0-20 см)

Тип угодья	Тур обследования	Зональные почвы					
		чернозём выщелоченный		чернозём обыкновенный		чернозём южный	
		X ± Sx	V, %	X ± Sx	V, %	X ± Sx	V, %
целина	1	0,24±0,04	3,1	0,24±0,04	4,5	0,24±0,02	7,2
	4	0,28±0,02	7,4	0,34±0,02	7,1	0,25±0,01	7,1
пашня	1	0,24±0,06	0,4	0,24±0,06	4,3	0,25±0,01	6,1
	4	0,44±0,04	8,1	0,40±0,04	10,8	0,29±0,02	7,7

Приложение К – Изменение содержания азота легкогидролизуемого (мг/кг) в чернозёмных почвах Челябинской области

Тип угодья	Глубина отбора проб, см	Тур обследования			
		1	2	3	4
Чернозём выщелоченный					
целина	0-20	96,1	89,7	85,2	93,0
	20-40	88,1	84,0	73,5	77,4
пашня	0-20	94,4	93,5	78,2	85,7
	20-40	89,1	86,9	74,4	75,2
Чернозём обыкновенный					
целина	0-20	93,1	86,7	82,4	83,5
	20-40	82,1	86,6	75,8	83,7
пашня	0-20	98,2	86,7	75,4	85,6
	20-40	86,4	87,5	74,2	79,4
Чернозём южный карбонатный					
целина	0-20	95,2	91,8	87,4	74,0
	20-40	89,1	90,7	86,6	73,2
пашня	0-20	98,1	85,1	82,1	79,5
	20-40	84,6	83,2	74,3	69,6

Приложение Л – Изменение содержания подвижного фосфора (мг/кг) в чернозёмных почвах Челябинской области

Тип угодья	Глубина отбора проб, см	Тур обследования			
		1	2	3	4
Чернозём выщелоченный					
целина	0-20	54,3	59,2	95,4	66,0
	20-40	39,7	42,6	45,6	44,1
пашня	0-20	60,4	55,7	50,2	67,9
	20-40	50,6	53,6	58,6	64,8
Чернозём обыкновенный					
целина	0-20	23,7	24,9	27,6	25,1
	20-40	24,4	21,8	21,9	20,4
пашня	0-20	25,1	28,2	28,7	26,8
	20-40	20,6	21,0	22,4	20,6
Чернозём южный карбонатный					
целина	0-20	25,5	27,2	31,6	22,7
	20-40	19,0	23,0	27,3	28,8
пашня	0-20	38,4	35,0	30,8	34,7
	20-40	29,7	30,9	43,9	49,6

Приложение М – Изменение содержания обменного калия (мг/кг) в чернозёмных почвах Челябинской области

Тип угодья	Глубина отбора проб, см	Тур обследования			
		1	2	3	4
Чернозём выщелоченный					
целина	0-20	185	187	188	185
	20-40	138	130	154	129
пашня	0-20	127	121	128	112
	20-40	114	106	109	106
Чернозём обыкновенный					
целина	0-20	202	210	209	191
	20-40	162	160	153	137
пашня	0-20	160	159	177	183
	20-40	122	118	107	115
Чернозём южный карбонатный					
целина	0-20	193	134	189	185
	20-40	100	88	88	102
пашня	0-20	152	115	121	128
	20-40	101	76	79	111

