

**Бузуева Анастасия Сергеевна**

**ФАЦИАЛЬНАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫМИ  
ЭЛЕМЕНТАМИ И ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ  
РАЗЛИЧНЫХ ЦЕНОЗОВ АГРОЛАНДШАФТА**

Специальность 06.01.04 - агрохимия

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2018



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** Интенсивное использование сельскохозяйственных земель является основным фактором деградации агроэкосистем. Снижение поступления растительных остатков ведет к интенсивному сокращению темпов восполнения органического вещества в почве, как основного показателя плодородия. Возникает необходимость дифференцированного применения минеральных удобрений с учетом рельефа агроландшафта.

**Степень разработанности темы.** Вопросам формирования агрохимической обеспеченности ценозов, эффективности минеральных удобрений, посвящены работы Пронько В.В. (2000), Белоголовцева В.П. (2002), Минеева В.Г. (2004), Чуб М.П. (2007), Назарова В.А. (2008), Денисова Е.П. (2008), Конончука В.В. (2011), Куликовой А.Х. (2012), Сатарова Г.А. (2013), Титовой В.И. (2017), Медведева И.Ф. (2017).

Изменение ландшафта в условиях антропогенной нагрузки отражена в работах Котляровой О.Г. (1995), Кирюшина В.И. (1996), Минеева В.Г. (2000), Милащенко Н.З. (2000), Шабаева А.И. (2003), Сычева В.Г. (2003), Николаева В.А. (2008), Дубовика Д.В. (2011), Дубовик Е.В. (2011), Котляровой Е.Г. (2012), Макарова В.З. (2017), Чумаченко А.И. (2017), Гусаковой Н.Н. (2017), Медведева И.Ф. (2017).

Однако вопросы комплексной ландшафтной оценки эффективности удобрений на черноземах южных до настоящего времени остаются малоизученными.

**Цель исследований.** По модернизированной технологии провести почвенно-агрохимическую фаціальную диагностику уровней плодородия, определить их пространственное перераспределение в различных ценозах и установить особенности применения азотных удобрений в агроландшафте.

Задачи исследования:

- выявить фаціальные различия в обеспеченности почвы азотом, фосфором и калием при использовании модернизированной технологии почвенно-агрохимического обследования;
- дать характеристику особенностям водного режима почвы под различными ценозами (пашня, залежь, целина);
- дать массовую и химическую оценку корневой системы растений под пашней, целиной и залежью;
- выявить особенности формирования динамики питательного режима почвы и рассчитать фаціальный баланс азота;
- определить эффективность применения различных доз азотных удобрений;
- дать экономическую и энергетическую оценку применяемым удобрениям.

**Научная новизна.** Впервые на черноземе южном с использованием модернизированной почвенно-агрохимической технологии получены данные по содержанию азота, фосфора и калия, позволяющие учитывать роль рельефа территории в формировании обеспеченности растений элементами питания в различных сельскохозяйственных ценозах. Для трансэлювиальной фации определена эффективность применения различных доз азотных удобрений и их связь с рельефом, уровнем увлажненности почвы и видом ценоза.

**Теоретическая и практическая значимость.** На основе полученных данных по состоянию рельефа и содержанию питательных элементов выявлены основные фации агроландшафта. В трансэлювиальной фации определена динамика нарастания корневой системы, ее химический состав и связь с содержанием питательных элементов в почве изучаемых ценозов. Установлены особенности применения различных доз азотных удобрений в агроландшафте.

Практическая значимость заключается в определении фациальной дифференциации почвы агроландшафта с учетом рельефа и состояния плодородия; определении экономически обоснованных доз азотных удобрений, способных обеспечить повышение урожайности яровой пшеницы с 1,43 до 2,23 т з.ед./га, продуктивность целины с 1,20 до 1,90 т з.ед. /га, залежного ценоза – с 1,79 до 2,70 т з.ед. /га.

Разработанные приемы применения азотных удобрений с учетом модернизированной технологии почвенно-агрохимического обследования внедрены в 2017 году на площади 500 га в ФГУП «Аркадакская сельскохозяйственная опытная станция», что позволило увеличить урожайность яровой пшеницы на 36%.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- модернизированная технология почвенно-агрохимического обследования почвы;
- особенности динамики азота, фосфора и калия в почве по фациям агроландшафта;
- фациальная эффективность применяемых азотных удобрений;
- связь элементов почвенного плодородия с развитием и химическим составом корневой системы;
- особенности водного режима почвы различных ценозов агроландшафта;
- энергетическая и экономическая эффективность применения азотных удобрений.

**Объект и предмет исследований.** Объект исследований – фации и ценозы агроландшафта. Предмет исследований – фациальные особенности формирования питательного режима почвы и эффективность применения азотных удобрений.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на анализе ранее проведенных исследований в агроландшафте, а также научной отечественной и зарубежной литературы. В работе использованы экспериментальные, полевые, лабораторные, аналитические и статистические методы исследований.

**Степень достоверности работы** подтверждается обоснованным подбором объектов исследований, схем полевых экспериментов, необходимым объемом наблюдений и анализов, использованием современной статистической обработки экспериментальных данных, а также применением новой модернизированной технологии почвенно-агрохимического обследования.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы были доложены на Международных конференциях: «Вавиловские чтения» (Саратов 2012, 2013, 2017 гг.), Инновационное развитие АПК в России (Саратов, 2013 г.), Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях (Саратов, 2014 г.), Экологическая стабилизация аграрного

производства. Научные аспекты решения проблемы (Саратов, 2015 г.), Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия (Курск, 2016 г.); на Всероссийских конференциях: Проблемы и перспективы аграрной науки в России (Саратов, 2012 г.), Перспективные направления инновационного развития сельского хозяйства (Ульяновск, 2013 г.), Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов (Курск, 2014 г.), Почвозащитное земледелие в России (Курск, 2015 г.), Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция (Саратов, 2017 г.); конференциях профессорско-преподавательского состава СГАУ (Саратов, 2012, 2013, 2014 гг.).

**Личный вклад соискателя.** Соискатель принимала личное участие в разработке программы исследований, составлении схем опытов, полевых и лабораторных исследований, анализе полученных данных и их обработке и публикации. Доля личного участия автора в проведении исследований составляет не менее 80%.

Всем сотрудникам отдела экологии агроландшафтов, химико-аналитической лаборатории, оказавшим помощь в подготовке диссертационной работы, выражаю свою благодарность.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 5 – в журналах, включенных в Перечень ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 174 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, 6 глав экспериментальной части, заключения, предложений производству, списка литературы (211 наименований, в том числе 9 на иностранном языке) и приложений, включает 29 таблиц, 21 рисунок в основном тексте, 30 таблиц в приложении.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **1. Обоснование выбора исследований**

В обосновании выбора направления исследований представлены обобщенные данные различных авторов о рельефной типизации агроландшафта, его роли в распределении основных элементов почвенного плодородия. Произведен анализ поступающих в почву растительных остатков. Рассмотрено влияние азотных удобрений на формирование корневой системы различных ценозов агроландшафта. Изучена эффективность удобрений в формировании урожая и повышении элементов питания в почве.

### **2. Условия и методика проведения исследований**

Для выявления особенности действия азотных удобрений на трех фациях был заложен полевой двухфакторный опыт. Фактор А включал в себя элювиальную, трансэлювиальную и трансаккумулятивную фации, фактор В – различные дозы аммиачной селитры. Схема опыта включала в себя 4 варианта на каждой фации в 3-кратной повторности:

- 1) контроль – без удобрений (б/у);
- 2) применение аммиачной селитры в дозе 30 кг/га д.в. (одинарная доза);
- 3) применение аммиачной селитры в дозе 60 кг/га д.в. (двойная доза);
- 4) применение аммиачной селитры в дозе 90 кг/га д.в. (тройная доза).

Объектом исследования послужила яровая пшеница сорта Воевода.

На преобладающей в агроландшафте трансэлювиальной фации заложен полевой двухфакторный опыт на трех сельскохозяйственных фонах (фактор А) – целина, залежь и пашня (яровая пшеница в зернопаровом и зернотравяном севооборотах), в котором велись наблюдения за действием различных доз аммиачной селитры на содержание и запасы питательных элементов в почвах, агрохимические параметры, развитие корневой системы, продуктивность (фактор В) и качество. Схема опыта включала в себя 4 варианта на каждом ценозе:

- 1) контроль – без удобрений (б/у);
- 2) применение аммиачной селитры в дозе 30 кг/га д.в. (одинарная доза);
- 3) применение аммиачной селитры в дозе 60 кг/га д.в. (двойная доза);
- 4) применение аммиачной селитры в дозе 90 кг/га д.в. (тройная доза).

Закладка опытов на ценозах агроландшафта проводилась в 3-кратной повторности, с рендомизированным расположением вариантов.

Исследования пашни трансэлювиальной фации проводились на базе стационарного сертифицированного опыта ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». (сертификат РАСХН № 056). Почва стационара – чернозем южный малогумусный легкоглинистый.

Делянки с удобрениями располагались в один ярус. В первом повторении размещение делянок последовательное, в последующих повторениях – рендомизированное. Учетная площадь одной делянки составляет 100 м<sup>2</sup>, естественных ценозов 10 м<sup>2</sup>.

В 2012 г. ГТК за период вегетации яровой пшеницы составил 0,4, что по классификации означает «сильная засуха», в 2013 г. = 1,1 « нормальные условия». Условия влажного 2017 г. Не характерны для нашей области, ГТК = 1,4. Это свидетельствует о «повышенном увлажнении».

Все агротехнические мероприятия проводились согласно зональной системе технологий возделывания культур. Азотные удобрения вносились весной при подкормке сенокосов, а под яровые – под предпосевную культивацию.

В опытах проводились следующие наблюдения и исследования.

1. Типизация фаций проводилась с учетом карты землепользования и рельефной карты поверхности, по средним агрохимическим показателям почвенного плодородия. Границей перехода от одной фации к другой является экотонная зона, показывающая среднее содержание питательных элементов двух смежных фаций.

2. Изучение корневой системы проводилось в полевых условиях по методике М.Г. Тарановской (1957).

3. Почвенно-агрохимическое обследование проводилось по модернизированной технологии отдела «Экология агроландшафтов» ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока».

4. Запасы влаги в метровом слое почвы определялся термостатно-весовым методом с последующим пересчетом влажности на запас продуктивной влаги в мм (А.А. Роде, 1969); валовое содержание гумуса – по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–84), нитратный и аммонийный азот в почвенных образцах (ГОСТ 26423–85); подвижный фосфор и подвижный калий – в 1% углеаммонийной вытяжки по Мачигину (ГОСТ 26205–91).

5. Учет урожайности яровой пшеницы проводился 2 способами: биологическим методом с площадок 1 м<sup>2</sup> в 6-кратной повторности и хозяйственным методом – комбайном «Сампо». Урожайность зерна приводилась к 100%-й чистоте и 14%-й влажности.

6. Фактический учет продуктивности ценозов определялась путем взвешивания скошенных трав в период накопления максимальной органической массы (в фазе цветения) с учетной делянки с площадки 1 м<sup>2</sup> в 3-кратной повторности и последующим пересчетом на сухую массу (16%). Химический анализ растительных остатков осуществляли по методикам ЦИНАО (ГОСТ 27262-87, ГОСТ 13496.0-70).

7. Экономическая и энергетическая эффективность разработанных технологий определялись по методике ВАСХНИЛ (1989) и методике Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии (2000).

8. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли методами корреляционного и дисперсионного анализа с использованием методов Е.А. Дмитриева (1972), Б.А. Доспехова (1985) и компьютерных программ Excel и Agros. Картографический материал подготовлен в программных продуктах ESRI: ArcGIS и ArcMap.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3. Фациальная динамика питательных элементов под различными сельскохозяйственными угодьями агроландшафта**

Типизация фаций по уровню плодородия почв, активности почвообразовательных процессов является важнейшим элементом агроландшафтных исследований. В основу типизации положена почвенная карта землепользования и рельефная карта его поверхности. Максимальное содержание гумуса отмечено в почве, размещенной на наиболее высокой части рельефа (элювиальная фация). При движении от элювиальной фации к трансэлювиально-аккумулятивной (вниз по склону) наблюдалось постепенное снижение содержания гумуса в почве (таблица 1).

Содержание в почве изучаемых фаций нитратного азота зависело от расположения по склону и увеличивалось в направлении от элювиальной фации (6,81 мг/кг) к трансэлювиальной (10,35 мг/кг) и трансаккумулятивной (12,81 мг/кг). Содержание подвижного фосфора в элювиальной фации диагностировалось на повышенном уровне (39,5 мг/кг), затем по мере увеличения уклона снижалось до среднего уровня (30 мг/кг), а далее по мере

выравнивания рельефа аккумуляровалось до 40 мг/кг почвы. Перераспределение подвижного калия по различным фациям происходило под влиянием микрорельефа агроландшафта.

Среднее значение калия отмечалось на элювиальной и трансэлювиальной фации с плавным увеличением вниз по склону от 238 до 253 мг/кг. На трансаккумулятивной фации его содержание диагностировалось в среднем по фации на повышенном уровне (320 мг/кг). Это связано, прежде всего, с глубиной гумусового горизонта и происходившими эрозионными процессами на поле.

Таблица 1 – Почвенно-агрохимическая характеристика фаций агроландшафта в среднем за три года исследований в пахотном слое

Фация агроландшафта	Высота, м	Показатель почвенного плодородия			
		Гумус, %	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			мг/кг		
Элювиальная $\bar{x}$	95	3,64	6,80	39,5	238
Трансэлювиальная $\bar{x}$	87	3,52	10,35	30,0	253
Трансаккумулятивная $\bar{x}$	78	3,45	12,80	40,0	320
НСР <sub>05</sub>		0,036	0,902	2,763	9,646
Ффакт.		117,119*	172,434*	61,034*	313,066*

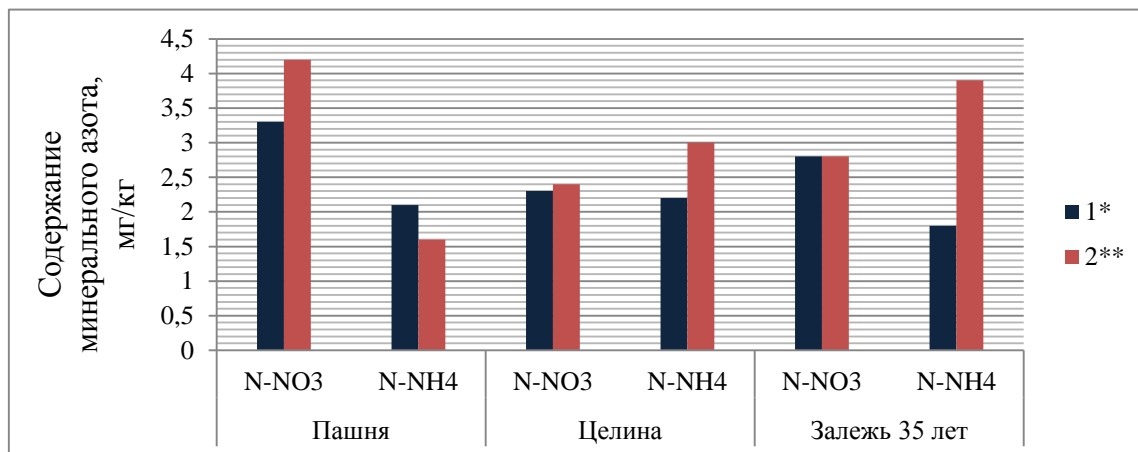
Вода является главным фактором, определяющим передвижение растворенных веществ в почвенном профиле к поверхности. Исследованиями подтверждено, что вид использования сельскохозяйственных земель оказывает влияние на запас продуктивной влаги в метровом слое почвы. Наибольшим запасом почвенной влаги отличается 35-летняя залежь. В среднем за изучаемый период значение составляло 151,1 мм, что превосходило значения пашни и целины на 21,6% и на 4,7%. Показания целинного участка оказались выше обрабатываемой пашни на 17,7%.

Содержание минерального азота, прежде всего нитратного, наряду с влажностью в почве наиболее полно характеризовало условия нарастания корневой массы. Содержание нитратного азота в период вегетации яровой мягкой пшеницы в зернопаровом севообороте (фон 1) было выше на 24,4%, чем в зернотравяном (фон 2). В почве залежного участка нитратного азота в среднем по профилю было на 49% меньше, чем в зернопаровом, и на 61,5% меньше, чем в зернотравяном севооборотах. Снижение содержания азота на восстановленных землях объяснялось меньшим поступлением минеральных удобрений. Целинные земли оказались на 9,9% менее обогащены нитратным азотом, чем залежные. В естественных ценозах преобладала форма аммонийного азота, что связано с действием температуры и водным режимом, которые более благоприятны для процесса аммонификации.



Пониженный температурный фон и высокая влажность в 2013 и 2017 гг. замедляли переход аммонийной формы азота в нитратную. Содержание аммонийного азота в эти годы было более высоким и составляло 3,32 и 1,65 мг/кг (залежь), 4,56 и 1,93 мг/кг (целина) относительно уровня сухого и жаркого 2012 года (0,74 и 1,14 мг/кг).

В различных экологических условиях выявлена закономерность действия азотных удобрений на содержание нитратного азота (рисунок 1).



1\* – без удобрений; 2\*\* – доза N<sub>60</sub>

Рисунок 1 – Влияние удобрений на содержание минерального азота различных ценозах (в среднем за три года исследований в метровом слое, мг/кг)

В 2012 г. на удобренной пашне увеличение нитратной формы азота составило 6,1%, на залежи – 14% относительно неудобреного варианта. На целинном варианте прибавки нитратного азота не наблюдалось. Аналогичное повышение отмечалось и для аммонийной формы. В среднем по профилю почвы прибавка равнялась 46,8%, с повышением содержания от пашни к целине. Общее увеличение минерального азота с применением удобрений составило 21,1%.

Закономерность действия удобрений в 2013 г. оказалась аналогичной предыдущему году. Содержание нитратного азота было максимальным на пашне (35,9%), в естественных ценозах увеличение составило в среднем 24%. Аммонийная форма азота увеличилась на целинном участке на 35,8%, на пашне и залежи на 22%. Применение удобрений позволило увеличить общее содержание минерального азота на 29%.

Применение удобрений в условиях 2017 г. позволило максимально повысить уровень нитратной формы на пашне (18,2%). Залежный участок отзывался на внесение азотных удобрений повышением аммонийного азота на 67,6% относительно предыдущих лет исследования. На целине уровень содержания нитратов увеличился на 8,8%, аммонийного азота – на 48,9%.

За время исследований наибольшее увеличение нитратной формы с применением удобрений отмечалось на пашне (20,1%), аммонийной формы – на

целинном (44,5%) и залежном (46%) участках относительно неудобренных вариантов.

Максимальное количество доступного фосфора в среднем было отмечено на залежном участке. В профиле залежной почвы его содержалось в 1,4 раза больше, чем на целинном варианте, и в 2,3 раза больше, чем в почвах полевых севооборотов. Минимальное содержание доступного фосфора было отмечено в пахотном горизонте зернопарового севооборота. За весь период вегетации в метровом слое почвы на обрабатываемых землях доступного фосфора под зернотравяным севооборотом было в 1,5 раза больше, чем под зернопаровым севооборотом.

Действие азотных удобрений на накопление подвижного фосфора было эффективным лишь на естественных ценозах. Увеличение его содержания на залежи составляло 22,3%, на целине – 5,6%. На пашне увеличения не происходило, вероятно вследствие большего выноса за счет формирующейся вегетативной и корневой массы.

На черноземе южном подвижный калий довольно равномерно распределялся в пахотных и подпахотных слоях почвы (250–300 мг/кг) зернопарового и зернотравяного севооборотов. Его количество незначительно колебалось по фазам развития растений в сторону уменьшения от кущения к полной спелости. На естественных ценозах содержание калия в почве было на 14,2% выше, чем на полевых ценозах. Этот факт объясняется благоприятным действием естественной растительности, которая способствовала поддержанию плодородия почв. Вносимые удобрения не оказали заметного эффекта на содержание калия в почве.

#### **4. Особенности формирования корневой системы в агроландшафте**

Корневая система является аккумулятором питательных элементов, находящихся в органической форме. В среднем за вегетацию яровой пшеницы по двум севооборотам в 2017 г. масса корней на одно растение была на 56,3 и 9% больше, чем в 2012 и 2013 гг. соответственно. Это доказывает, что сложившиеся погодные условия 2017 г. с повышенной влагообеспеченностью были более благоприятными для формирования мощной корневой системы.

Выявлены особенности размещения корневой системы яровой пшеницы в метровом слое почвы. В засушливых условиях в зернопаровом севообороте она располагалась преимущественно в слое 0–60 см (69%) и в зернотравяном севообороте в слое 30–80 см (70%), тогда как во влажных условиях в слое 0–50 см (74%) независимо от севооборота. На целинном участке в среднем за все годы исследований масса корней была выше, чем на залежи и пашне, в 1,6 и 1,8 раза, что связано с уровнем обогащенности доступными питательными элементами.

Наряду с влагообеспеченностью важную роль в формировании корневой системы и в конечном итоге урожайности яровой пшеницы играли почвенно-экологические условия, прежде всего уровень обеспеченности и соотношения между основными элементами почвенного плодородия.

Проведенные нами исследования показали, что влияние на качественный состав растительных остатков оказывают вид сельскохозяйственного

использования пашни и действие вносимых минеральных удобрений. Высокое содержание углерода и азота как наиболее ценных элементов почвенного плодородия отмечалось в вегетативной и корневой массе на целинном участке, что говорит о высокой способности целинного участка восстанавливать почвенное плодородие за счет содержания в растительном сообществе большого числа бобовых культур (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав корневой и вегетативной массы ценозов в среднем за три года

Ценоз	Растительный образец	Удобрение	Элементы, %					
			С	N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	P	K
Целина	Вегетативная масса	Б/у	50,7	1,34	0,86	0,83	0,61	1,60
		N <sub>60</sub>	49,8	2,09	0,71	0,68	0,69	1,77
	прибавка		-	0,75	-	-	0,08	0,17
	Корневая масса	Б/у	35,9	1,69	0,76	0,41	0,63	1,52
		N <sub>60</sub>	41,2	1,74	0,73	0,54	0,74	1,69
прибавка		5,3	0,05	-	0,13	0,11	0,17	
Залежь	Вегетативная масса	Б/у	48,1	1,11	0,39	0,42	0,57	1,74
		N <sub>60</sub>	51,0	2,27	0,50	0,49	0,65	2,08
	прибавка		2,9	1,16	0,11	0,07	0,08	0,34
	Корневая масса	Б/у	31,2	0,96	0,74	0,63	0,68	1,47
		N <sub>60</sub>	34,8	1,21	0,87	0,6	0,98	1,66
прибавка		3,6	0,25	0,13	-	0,3	0,19	
Пашня	Вегетативная масса	Б/у	42,7	0,71	0,21	0,08	0,20	0,82
		N <sub>60</sub>	44,5	1,24	0,29	0,10	0,31	1,45
	прибавка		1,8	0,53	0,08	0,02	0,11	0,63
	Корневая масса	Б/у	21,8	0,88	0,93	0,56	1,79	1,48
		N <sub>60</sub>	24,8	1,07	0,74	0,64	1,15	0,93
прибавка		3	0,19	-	0,08	-	-	
НСР <sub>05</sub> вегетативной массы	А		0,495	0,080	0,086	0,050	0,068	0,046
	В		0,404	0,065	-	0,041	0,055	0,037
	АВ		0,701	0,113	0,121	0,071	-	0,065
НСР <sub>05</sub> корневой массы	А		0,639	0,063	-	0,051	0,430	0,037
	В		0,522	0,052	-	0,041	0,035	0,030
	АВ		0,904	0,090	0,099	0,071	0,061	0,052
Fфакт. вегетативной массы	А		529,9*	275,7*	132,5*	161,9*	135,7*	1014,5*
	В		42,04*	770,5*	0,2	269,1*	17,4*	700,9*
	АВ		33,7*	40,1*	9,1*	208,7*	0,2	83,0*
Fфакт. корневой массы	А		1446*	397,4*	5,6	30*	1247*	486,8*
	В		288,1*	48,9*	1,8	14*	31,5*	23,3*
	АВ		8,795*	6,1*	17,2*	8,7*	441,2*	443,3*

1\* – без удобрений; 2\*\* – доза N<sub>60</sub>

Содержание кальция, магния, фосфора и калия в вегетативной массе растений увеличивалось по мере уменьшения использования ценозов. Минимальное содержание в среднем по всем этим элементам отмечалось на пашне (0,33

%), максимальное на целине (0,98 %). Залежный участок занимал промежуточное положение (0,78 %).

Удобрения за счет повышения продуктивности анализируемых ценозов способствовали увеличению содержания химических элементов в растениях. Максимальная прибавка по углероду в вегетативной массе (с 48,1% до 51%) отмечалась на залежи. На пашне этот показатель составил 1,8%. Действие удобрений на содержание углерода в вегетативной массе целинных трав не оказало видимого эффекта, в то время как в корневой системе он был максимальным – 5,3%. Применение азотных удобрений оказало положительное влияние на содержание углерода в корневой системе залежного и пахотного ценозов (3,6% и 3%).

В удобренном варианте содержание азота максимально увеличилось на залежном участке – с 1,11% до 2,27% (вегетативная масса) и с 0,96% до 1,21% (корневая масса) относительно неудобренного варианта. Увеличение на целинном и пахотном участках в вегетативной массе составило 0,75% и 0,53%. Наименьшая прибавка выявлена в корневой системе целинных земель, что объяснялось низким откликом бобовых культур в составе ценоза на вносимые азотные удобрения.

Большое значение имеет не только качественный состав растительных остатков, но и количественное поступление элементов в почву.

Различия в выносе химических элементов определялись, прежде всего, продуктивностью и видом сельскохозяйственного использования пашни. Максимальное количество вегетативной массы поступало в почву с 35-летней залежи. Ее величина превышала целинный показатель в 1,5 раза, а пахотный в 1,8 раза. Соответственно с травостоя залежи химических элементов поступало больше, чем с целины и пашни: углерода – в 1,4 и 2,0 раза, азота – в 1,2 и 2,8 раза, фосфора – в 1,4 и 5,1 раза, калия – в 1,6 и 3,8 раза.

Наибольший прирост корневой массы отмечался на целине. Меньшим количеством отмечались залежь и пашня, что составило 53,8% от целинного участка.

Внесение удобрений оказало большое влияние на повышение количества выносимых элементов с растительными остатками. В среднем по вегетативной массе прибавка составила 16,1%, по корневой – 24,2%. Потребление азота из вносимых удобрений надземной частью растений составляло 57,5%, а подземной – в 2,04 раза меньше. В среднем с удобренных вариантов в почву поступает с вегетативной массой на 30%, с корневой массой 24,4% больше химических элементов.

## **5. Влияние азотных удобрений на фациальное изменение продуктивности ценозов агроландшафта**

При применении азотных минеральных удобрений необходимо учитывать почвенные особенности территории – рельеф и содержание элементов питания. На черноземе южном урожайность яровой пшеницы на

трансаккумулятивной фации без применения удобрений в среднем за 3 года составила 1,63 т/га (что на 44,8% выше среднего значения по фациям), на трансэлювиальной – 1,14 т/га, а на элювиальной фации 0,66 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы, т/га

Фация (фактор А)	Вариант удобрения (фактор В)	Урожайность, т/га			
		2012 г.	2013 г.	2017 г.	Среднее
Элювиальная	Б/у	0,60	0,65	0,74	0,66
	N <sub>30</sub>	0,65	0,90	1,50	1,02
	N <sub>60</sub>	0,86	1,95	2,10	1,64
	N <sub>90</sub>	0,77	1,47	1,57	1,27
Трансэлювиальная	Б/у	0,64	1,24	1,55	1,14
	N <sub>30</sub>	0,68	1,81	2,20	1,56
	N <sub>60</sub>	0,87	2,12	2,35	1,78
	N <sub>90</sub>	0,72	1,95	2,32	1,66
Трансаккумулятивная	Б/у	1,45	1,56	1,88	1,63
	N <sub>30</sub>	1,93	2,09	2,86	2,29
	N <sub>60</sub>	2,12	2,61	2,87	2,53
	N <sub>90</sub>	1,51	2,41	2,74	2,22
НСР <sub>05</sub>	А	0,029	0,111	0,078	
	В	0,033	0,129	0,090	
	АВ	0,58	0,223	0,156	
Ффакт.	А	3633,518*	147,932*	438,541*	
	В	196,615*	113,613*	222,426*	
	АВ	63,538*	4,302*	8,637*	

При внесении одинарной дозы аммиачной селитры прибавка урожайности составила в среднем по всем фациям 30% (0,48 т/га). Применение двойной дозы в среднем по годам позволило повысить урожайность яровой пшеницы на элювиальной, трансэлювиальной и трансаккумулятивной фациях до 1,64 т/га, 1,78 т/га и 2,53 т/га соответственно. Применение тройной дозы оказалось менее эффективно по сравнению с двойной дозой на 37% (0,3 т/га). Средняя прибавка урожайности по фациям за время исследований составила 36% (0,54 т/га). Наибольший отклик на применение удобрений отмечали на элювиальной фации – 56%, наименьший на трансэлювиальной фации – 36% (0,84 т/га).

Максимальная урожайность яровой пшеницы в условиях влажного 2017 г. была получена на трансаккумулятивной фации (1,88 т/га). На трансэлювиальной фации в 2017 г. этот показатель составил 1,55 т/га (на 58,7% и на 20% выше, чем в 2012 и 2013 гг.), на элювиальной фации – 0,74 т/га (превысив урожайность предыдущих лет на 15%).

Более детальное изучение влияния удобрений на продуктивность проведено на трансэлювиальной фации. Максимальное действие азотных

удобрений 2012–2013 гг. отмечалось на необрабатываемых фонах. Внесение N<sub>30</sub> по сравнению с неудобренным вариантом позволило увеличить продуктивность залежного ценоза на 32,% в 2012 г. и на 37,4% в 2013 г., а целинного ценоза – на 11,4 и 33,7% соответственно.

На пашне уровень продуктивности при внесении дозы удобрений N<sub>30</sub> значительно уступал вариантам естественных ценозов. По сравнению с неудобренным контролем эффективность доз вносимых удобрений составила 6,25 и 23,6% (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность различных ценозов агроландшафта в среднем за три года, т/га з.ед.

Год	Угодья												
	Целина				Залежь				Пашня				
	Б/у	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>90</sub>	Б/у	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>90</sub>	Б/у	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>90</sub>	
2012	<u>0,60</u>	<u>0,70</u>	<u>1,11</u>	<u>0,85</u>	<u>2,00</u>	<u>2,95</u>	<u>3,68</u>	<u>3,20</u>	<u>0,64</u>	<u>0,68</u>	<u>0,87</u>	<u>0,72</u>	
	0,31	0,35	0,56	0,43	1,00	1,48	1,84	1,64	0,80	0,85	1,09	0,91	
2013	<u>2,37</u>	<u>3,54</u>	<u>4,75</u>	<u>3,80</u>	<u>2,65</u>	<u>4,23</u>	<u>5,42</u>	<u>4,70</u>	<u>1,24</u>	<u>1,81</u>	<u>2,12</u>	<u>1,95</u>	
	1,19	1,77	2,38	1,93	1,33	2,12	2,71	2,35	1,55	2,03	2,65	2,44	
2017	<u>4,20</u>	<u>4,30</u>	<u>5,50</u>	<u>4,50</u>	<u>6,10</u>	<u>6,90</u>	<u>7,10</u>	<u>6,70</u>	<u>1,55</u>	<u>2,20</u>	<u>2,35</u>	<u>2,32</u>	
	2,10	2,15	2,75	2,25	3,05	3,45	3,55	3,35	1,94	2,75	2,95	2,92	
Среднее	<u>2,39</u>	<u>2,85</u>	<u>3,79</u>	<u>3,05</u>	<u>3,58</u>	<u>4,69</u>	<u>5,40</u>	<u>4,87</u>	<u>1,14</u>	<u>1,56</u>	<u>1,78</u>	<u>1,66</u>	
	1,20	1,42	1,90	1,54	1,79	2,35	2,70	2,45	1,43	1,88	2,23	2,09	
Статистическая обработка данных													
Факторы		НСР <sub>05</sub> в 2012 г.				НСР <sub>05</sub> в 2013 г.				НСР <sub>05</sub> в 2017 г.			
А (ценоз)		0,036				0,180				0,472			
В (удобрение)		0,042				0,208				0,542			
АВ		0,072				0,360				-			
Факторы		Fфакт. в 2012 г.				Fфакт. в 2013 г.				Fфакт. в 2017 г.			
А (ценоз)		992,159*				50,820*				9,290*			
В (удобрение)		3058,317*				116,982*				23,384*			
АВ		187,730*				7,380*				2,096			

Примечание: числитель – т/га, знаменатель – т/га з.ед.

Применением одинарной дозы в 2017 г. увеличило продуктивность пашни на 29,5%, залежи – на 11,2% и целины – на 2,3%.

В среднем по всем сельскохозяйственным фонам и годам двойная доза азотного удобрения N<sub>60</sub> увеличивала продуктивность на 36,9%. Наиболее эффективно двойная доза показала себя на целине, где прибавка продуктивности по сравнению с одинарной дозой составила в 2012 г. 45,9%, в 2013 г. – 50,1%. Низкая эффективность (23,6%) от внесения дозы N<sub>60</sub> получена во влажном 2017 году.

При внесении тройной дозы N<sub>90</sub> продуктивность по сравнению с двойной дозой снизилась на целине - на 19%, на залежи – на 9,4%, на пашне – на 6,3%.

## 6. Баланс азота в различных ценозах агроландшафта

Сопряженные наблюдения за состоянием минерального азота показали, что в различных ценозах баланс азота даже на неудобренных вариантах складывается неодинаково. На целине за счет азотофиксации бобовыми культурами баланс азота положительный. На пашне и залежи за счет большего выноса питательных элементов достичь положительного баланса возможно при применении азотных удобрений.

Для выявления обеспеченности ценозов азотом как наиболее ценным элементом в формировании продуктивности удобренных вариантов был рассчитан его баланс (таблица 5).

Таблица 5 – Баланс азота сельскохозяйственных ценозов

Доза удобрений		Приход, кг/га			Вынос с урожаем, кг/га				Баланс, кг/га	Интенсивность баланса, %
		естественный приход	корневая масса	суммарный приход	зерно	вегетативная масса	естественный вынос	суммарный вынос		
Целина	Б/у	13,8	34,14	47,94	-	32,0	-	32	15,94	149,8
	N <sub>30</sub>	18,8	38,42	87,22	-	49,4	4,5	53,9	33,32	161,8
	N <sub>60</sub>	18,8	45,41	124,21	-	80,0	9	89	35,21	139,6
	N <sub>90</sub>	18,8	43,67	152,47	-	73,8	13,5	87,3	65,17	174,7
Залежь	Б/у	13,8	11,62	25,42	-	39,7	-	39,7	-14,28	64,0
	N <sub>30</sub>	18,8	18,19	66,99	-	84,4	4,5	88,9	-21,91	75,4
	N <sub>60</sub>	18,8	24,16	102,96	-	122,6	9	131,6	-28,64	78,2
	N <sub>90</sub>	18,8	27,3	136,1	-	88,2	13,5	101,7	34,4	133,8
Пашня	Б/у	13,8	9,68	23,48	22,34	14,2	-	36,54	-13,06	64,3
	N <sub>30</sub>	18,8	12,35	61,15	33,70	23,76	4,5	61,96	-0,81	98,7
	N <sub>60</sub>	18,8	14,7	93,5	40,94	34,83	9	84,77	8,73	110,3
	N <sub>90</sub>	18,8	15,84	124,64	36,52	33,50	13,5	83,52	41,12	149,2

Для расчета баланса были взяты исходные данные естественного поступления азота в почву: 5 кг/га с атмосферными осадками, за счет азотофиксации свободно живущими микроорганизмами (5 кг/га на неудобренном фоне и 10 кг на удобренном) и 3,8 кг/га с семенами. В естественный вынос включали 15% от дозы удобрений на денитрификацию. Таким образом, для расчета баланса азота приход на вариантах с удобрениями выражался в сумме доза вносимого удобрения + естественный приход азота в почву. Соотношение зерна с соломой по результатам анализа снопового материала составило 1,5.

Расчеты показали, что при полученных уровнях урожайности сельскохозяйственных культур на вариантах без применения удобрений баланс складывается с дефицитом на залежном и пахотном участках. Азотные удобрения оказывают положительное влияние на формирование баланса азота. Однократное внесение аммиачной селитры на пашне и залежи не привело к

получению положительного баланса. На целинном ценозе недоиспользованный азот удобрения увеличился до 17,38 кг/га. При внесении двойной дозы аммиачной селитры на пашне получен положительный баланс азота (8,73 кг/га). На залежном ценозе при применении двойной дозы удобрений баланс азота оставался отрицательным. Положительный баланс отмечался лишь при внесении тройной дозы удобрения, уровень поступления азота достигает 34,4 кг/га.

Внесение тройной дозы удобрения на целинном и пахотном участках позволяет максимально увеличить содержание азота - до 65,17 кг/га и 41,12 кг/га. Максимальная интенсивность баланса получена на удобренных вариантах пашни и целины – 149,2-174,7 %, минимальная на залежных ценозах – 133%.

## 7. Энергетическая и экономическая эффективность применения удобрений

Сельскохозяйственное использование почвы привело к потере 17 % энергии гумуса. Пашня залежного ценоза способствует восстановлению энергии, так за 35-летний период увеличение потенциала составило 8%. Применение удобрений не сильно отразилось на увеличении энергии на залежном и пахотном ценозах, в то время как на целине энергозапас увеличился с 8698,8 до 8737,9 ГДж/га.

Применение минеральных удобрений значительно влияло на урожайность яровой пшеницы на фациях агроландшафта (таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая оценка эффективности применения азотных удобрений на фациях агроландшафта

Вариант		Выход с 1 га, т	Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	Всего затрат на 1 га, руб.	Себестоимость, 1 т/руб.	Условный чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Элювиальная фация	Б/у	0,66	5610	7473	11322,73	-	-
	N <sub>30</sub>	1,02	8670	7684	7533,333	986	12,8
	N <sub>60</sub>	1,64	13940	7895	4814,024	6045	76,6
	N <sub>90</sub>	1,27	10795	8106	6382,677	2689	33,2
Трансэлювиальная фация	Б/у	1,14	9690	7473	6555,263	2217	29,7
	N <sub>30</sub>	1,56	13260	7684	4925,641	5576	72,6
	N <sub>60</sub>	1,78	15130	7895	4435,393	7235	91,6
	N <sub>90</sub>	1,66	14110	8106	4883,133	6004	74,1
Трансаккумулятивная фация	Б/у	1,63	13855	7473	4584,663	6382	85,4
	N <sub>30</sub>	2,29	19465	7684	3355,459	11781	153,3
	N <sub>60</sub>	2,53	21505	7895	3120,553	13610	172,4
	N <sub>90</sub>	2,22	18870	8106	3651,351	10764	132,8

Вариант без внесения удобрений на элювиальной фации является экономически не выгодным за счет низкой урожайности по сравнению с другими фациями. Применение доз N<sub>30</sub> и N<sub>60</sub> по всем фациям увеличивает



основные экономические показатели. Внесение тройной дозы снизило величину условного чистого дохода и соответственно уровень рентабельности за счет меньшего влияния на урожайность яровой пшеницы по всем фациям агроландшафта.

На трансэлювиальной фации наибольший чистый доход без применения удобрений был получен на залежном (5077,8 руб.) и пахотном (4427 руб.) ценозах. На целине этот показатель составил всего 2366,7 руб. По всем вариантам внесение удобрений увеличивало условный чистый доход. Наибольшая прибавка при внесении одинарной дозы была отмечена на пашне – 47,7%, на фитоценозах увеличение дохода составило в среднем 28,4%. Применение двойной дозы позволило получить максимальный чистый доход по всем исследуемым ценозам 51,4 % ( $\pm 5\%$ ). Незначительную прибавку (2,9%) получили на залежи при использовании тройной дозы аммиачной селитры. Этот показатель также уступал величине чистого дохода с использованием двойной дозы на целине и пашне.

Уровень рентабельности находится в тесной взаимосвязи с продуктивностью ценозов. Наиболее высокий уровень рентабельности отмечен на 35-летней залежи – 230,8%, что на 53,4% выше целины и на 74,4% выше пашни. Применение удобрений в дозах  $N_{30}$  и  $N_{60}$  позволило увеличить рентабельность на 27,6 и 39,7%, а доза  $N_{90}$  кг/га д.в. снижала рентабельность относительно двойной дозы в 1,3 раза. Двойная доза позволяет повышать продуктивность с наименьшими затратами. Применение тройной дозы не оказывает должный эффект на увеличении продуктивности, а получение прибыли не оправдывает затраченные средства.

### **Заключение**

В целях фациальной дифференциации почвенных ресурсов была разработана модернизированная технология почвенно-агрохимического обследования почвы с учетом рельефа агроландшафта.

Выявлены основные фации агроландшафта исследуемого участка с преобладающей трансэлювиальной фацией, занимающей 45% от общей площади.

Содержание в почве изучаемых фаций нитратного азота зависело от расположения по склону и увеличивалось в направлении от элювиальной фации (6,81 мг/кг) к трансэлювиальной (10,35 мг/кг) и трансаккумулятивной (12,81 мг/кг).

Содержание подвижного фосфора в элювиальной фации диагностировалось на повышенном уровне. По мере увеличения уклона, на трансэлювиальной фации, его содержание снижается до среднего уровня, а наибольшее содержание отмечено на трансаккумулятивной фации.

Перераспределение подвижного калия на фациях склона также происходит под влиянием микрорельефа агроландшафта. Среднее значение

калия отмечено на элювиальной и трансэлювиальной фациях с плавным увеличением вниз по склону.

Наибольший запас почвенной влаги отмечен на 35-летней залежи. В среднем за изучаемый период запас влаги составил 151,1 мм, что превосходит значения севооборотов на 21,6 % и целины на 4,7%. В условиях зернопарового севооборота в среднем за вегетацию яровой пшеницы запасы влаги в метровом слое почвы были на 20,4% выше, чем под зернотравяным севооборотом.

Содержание нитратного азота в почве под зернотравяным севооборотом в среднем за вегетацию было в 1,4 раза выше, чем в соответствующем варианте зернопарового севооборота. На залежных землях содержание нитратного азота в среднем по профилю на 55% меньше, чем на пашне. Целинные земли на 9,9% меньше обогащены нитратным азотом, чем залежные. В естественных ценозах преобладают формы аммонийного азота, что связано с действием температуры и водным режимом, которые более благоприятны для процесса аммонификации.

Выявлена закономерность действия удобрений на содержание минерального азота в зависимости от вида использования сельскохозяйственных земель. Максимальное увеличение нитратной формы с применением удобрений отмечено на интенсивно используемой пашне (20,1%) и увеличение аммонийной формы на целинном (44,5%), и залежном (46%) участках.

Содержание фосфора и калия в почве находится в прямой зависимости от вида использования пашни. Количество элементов увеличивается при повышении продуктивности, которым отличается залежь 35 лет. Действие удобрений на содержание подвижных форм фосфора и калия отмечено лишь на почвах без применения обработок.

Более интенсивно формирование корневой системы по ценозам исследованного агроландшафта происходило в условиях 2017 г., за счет достаточного поступления влаги в почву с атмосферными осадками.

Степень влияния питательных элементов на рост корневой системы обуславливается потребностью в них растений, что подтверждается коэффициентами корреляции: с содержанием азота  $R = 0,75$  ( $y = -0,2959x + 5,2938$ ,  $R^2 = 0,56$ ), фосфора  $R = 0,96$  ( $y = -0,2378x + 2,0922$ ,  $R^2 = 0,92$ ), калия  $R = 0,98$  ( $y = -1,6818x + 24,689$ ,  $R^2 = 0,96$ ).

Оптимальное соотношение массы корневой системы по отношению к массе всего растения отмечено на целинном участке (45,3%),

Применение удобрений способствовало сужению отношения между надземной и корневой системами растения на пашне и залежи и увеличению в естественном ценозе, за счет большей продуктивности надземной массы.

Действие удобрений на качественный и количественный состав вегетативной массы находится в прямой зависимости от продуктивности ценозов. В среднем с удобренных вариантов в почву поступает с вегетативной массой на 30%, с корневой массой на 24,4% больше химических элементов.

Азотные удобрения оказывают положительное влияние на формирование баланса азота. На целинном участке внесение каждой дозы способствовало повышению с 37,82 кг/га до 78,67 кг/га. На пашне положительный баланс отмечается при внесении двойной дозы  $N_{60}$  аммиачной селитры, а на залежи при внесении тройной дозы  $N_{90}$ . Максимальная интенсивность баланса получена на удобренных вариантах целины и пашни (177,6-206,6%), минимальная на залежных ценозах (154,0%).

Фациальные условия играют определяющую роль в формировании урожайности яровой пшеницы. На вариантах без применения удобрений наибольшая урожайность за счет повышенного содержания нитратного азота по сравнению с другими фациями была получена на трансаккумулятивной фации.

Удобрения, независимо от фациальных условий, оказали положительное влияние на урожайность яровой пшеницы. Прибавка урожайности яровой пшеницы при внесении  $N_{30}$ - $N_{60}$  по сравнению с неудобренным вариантом составило 0,97 т/га. Применение тройной дозы  $N_{90}$  снижало урожайность по всем фациям в среднем на 37,1%.

В условиях повышенного увлажнения (ГТК=1,4) максимальная прибавка от использования азотных удобрений была получена на пашне в трансэлювиальной фации, в то время как при (ГТК=0,4-1,1) удобрения более эффективно использовались на целине и залежи.

Перевод пашни в залежное состояние позволяет восстанавливать ее энергозапас с помощью растительности, не выносимой за пределы ее произрастания. Наибольшим энергопотенциалом обладают целинные земли, где антропогенного воздействия на почву не происходит. Сельскохозяйственное использование почвы привело к потере 17% энергии гумуса. Пашня залежного ценоза способствует восстановлению энергии, так за 35-летний период увеличение потенциала составило 8%.

Применение удобрений не отразилось на увеличении энергии обрабатываемой и залежной пашни, в то время как на целине энергозапас увеличился с 8698,8 до 8737,9 ГДж/га.

На элювиальной фации по сравнению с другими фациями условный чистый доход и рентабельность имеют отрицательное значение за счет низкой урожайности яровой пшеницы. Применение аммиачной селитры в дозах  $N_{30}$  и  $N_{60}$  по всем фациям увеличивает основные экономические показатели. На варианте с внесением  $N_{90}$  независимо от фации отмечается снижение чистого дохода и уровня рентабельности внесенной дозы удобрения при возделывании яровой пшеницы.

Экономическая оценка производства продукции на различных сельскохозяйственных фонах показала, что наиболее высокий уровень рентабельности производства получен на залежном участке, минимальный на интенсивно используемой пашне. Использование двойной дозы позволяет повышать продуктивность с наименьшими затратами. Применение тройной

дозы не повышает чистый доход и уровень рентабельности на всех элементах растительной структуры агроландшафта.

### **Предложения производству**

В целях оптимизации питательного режима почвы агроландшафта и повышения эффективности вносимых удобрений необходимо проводить почвенно-агрохимическое обследование с учетом рельефа местности на основе применения современных методов ГИС технологий.

Для поддержания стабильного уровня плодородия черноземов южных рекомендуется вводить зернотравяные севообороты, а также применять на пашне, залежи и целине азотные удобрения в двойной дозе  $N_{60}$ .

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации в изданиях, включенных в Перечень ВАК Минобрнауки РФ**

1. Сайфуллина, Л. Б. Влияние различных биоценозов на отдельные морфологические признаки почв черноземного типа / Л. Б. Сайфуллина, И. Ф. Медведев, **А. С. Белякова**, К. А. Азаров // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 6. – С. 45–49 (0,21 п. л.; авт. – 0,05).

2. Медведев, И. Ф. Влияние почвенно-агрохимических показателей на формирование корневой системы яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в различных погодных условиях на черноземах южных / И. Ф. Медведев, С. С. Деревягин, Д. И. Губарев, **А. С. Бузуева** [и др.] // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 3. – С. 8–13 (0,25 п. л.; авт. – 0,05).

3. Медведев, И. Ф. Изменение физических и водно-физических свойств черноземных почв под влиянием различных севооборотов и удобрений / И. Ф. Медведев, Д. И. Губарев, **А. С. Бузуева**, З. М. Азизов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 9. – С. 35–39 (0,21 п. л.; авт. – 0,03).

4. Медведев, И. Ф. Рельеф и особенности внутрпочвенной миграции питательных элементов в агроландшафте / И. Ф. Медведев, **А. С. Бузуева**, Д. И. Губарев, С. С. Деревягин [и др.] // Агрохимический вестник. – 2016. – Т. 6. – № 6. – С. 14–19 (0,25 п. л.; авт. – 0,05).

5. Медведев, И. Ф. Методологические основы создания почвозащитных агротехнологий с использованием гребнекулисной обработки почвы / И. Ф. Медведев, Н. М. Жолинский, Д. И. Губарев, **А. С. Бузуева** [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 11. – С. 19–24 (0,25 п. л.; авт. – 0,05).

### **В других изданиях**

6. **Белякова, А.С.** Роль рельефа в формировании элементов потенциального почвенного плодородия чернозема южного / А. С. Белякова, А. А. Бочков, И. Ф. Медведев // Проблемы и перспективы аграрной науки в России: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов,

посвящ. 135-летию со дня рождения А.И. Стебута. – Саратов, 2012. – С. 180–186 (0,29 п. л.; авт. – 0,10).

7. **Белякова, А.С.** Трансформация органического углерода соломы при ее сжигании / А. С. Белякова, И. Ф. Медведев, Д. И. Губарев // Вавиловские чтения – 2012: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, 2012. – С. 322–325 (0,17 п. л.; авт. – 0,06).

8. **Белякова, А.С.** Географическая закономерность изменения углерода под различными агробиоценозами / А. С. Белякова, И. Ф. Медведев, Л. Б. Сайфуллина // Инновационное развитие АПК в России: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 140-летию со дня рождения Г.К. Мейстера. – Саратов, 2013. – С. 229–236 (0,33 п. л.; авт. – 0,11).

9. **Белякова, А.С.** Роль растительных сообществ в формировании углерода степных почв Саратовской области / А. С. Белякова, И. Ф. Медведев, Л. Б. Сайфуллина, В. А. Куликова // Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова и 40-летию кафедры «Геодезия, гидрология и гидрогеология» – Саратов, 2013. – С. 284–288 (0,21 п. л.; авт. – 0,05).

10. Медведев, И.Ф. Трансформация отдельных свойств почв степного биома под различными сельскохозяйственными угодьями в агроландшафте / И. Ф. Медведев, Л. Б. Сайфуллина, **А.С. Белякова**, И. И. Демакина // Перспективные направления инновационного развития сельского хозяйства: материалы. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. – Ульяновск, 2013. – С.181–184 (0,17 п. л.; авт. – 0,04).

11. **Белякова, А.С.** Трансформация углерода почвы под луговыми ценозами на черноземных почвах Саратовской области / А. С. Белякова, Н. А. Красникова, И. Ф. Медведев, Л. Б. Сайфуллина // Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 140-летию А.Г. Дояренко. – Саратов, 2014. – С. 346–350 (0,21 п. л.; авт. – 0,05).

12. Деревягин, С.С. Развитие корневых систем залежных ценозов в современных экологических условиях / С. С. Деревягин, **А. С. Бузуева**, И. Ф. Медведев // Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 140-летию А.Г. Дояренко. – Саратов, 2014. – С. 368–373 (0,25 п. л.; авт. – 0,08).

13. Деревягин, С.С. Экологические факторы в динамике формирования корневых систем агроценозов / С. С. Деревягин, И. Ф. Медведев, **А. С. Бузуева** // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. – Курск, 2014. – С. 84–87 (0,17 п. л.; авт. – 0,06).

14. Бочков, А. А. Влияние элементов рельефа на формирование гумуса почвы в агроландшафте / А. А. Бочков, И. Ф. Медведев, Л. Б. Сайфуллина, **А. С. Бузуева** // Экологическая стабилизация аграрного производства. Научные аспекты решения проблемы: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых

ученых и специалистов, посвящ. 140-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова. – Саратов, 2015. – С. 177–182 (0,25 п. л.; авт. – 0,06).

15. Сайфуллина, Л.Б. Влияние возраста залежи на оптимизацию почвенного плодородия в условиях чернозема южного / Л. Б. Сайфуллина, И. Ф. Медведев, Г. Н. Бажан, **А. С. Бузуева** // Почвозащитное земледелие в России: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск, 2015. – С. 266–270 (0,21 п. л.; авт. – 0,05).

16. Медведев, И.Ф. Влияние элементов рельефа и различных типов севооборота на отдельные агрофизические свойства чернозема южного приволжской возвышенности / И. Ф. Медведев, **А. С. Бузуева**, А. Ю. Верин, И. О. Молчанов // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сб. докл. науч.-практ. конф. с междунар. уч. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск, 2016. – С. 199–202 (0,17 п. л.; авт. – 0,04).

17. **Бузуева, А.С.** Роль пожнивно-корневых остатков яровой мягкой пшеницы в формировании органического вещества почвы / А. С. Бузуева, С. В. Сиренко, И. Ф. Медведев, В. И. Ефимова // Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов с междунар. участием, посвящ. 130-летию со дня рождения Р.Э. Давида. – Саратов, 2017. – С. 134–137 (0,17 п. л.; авт. – 0,04).

18. Методология мониторинга почвенного плодородия, зональные теоретически обоснованные агротребования для точного земледелия и ландшафтной агрохимии / И. Ф. Медведев, Д. И. Губарев, С. С. Деревягин, **А.С. Бузуева** [и др.]. – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 2017. – 92 с (3,83 п. л.; авт. – 0,26).

Примечание: фамилия автора Беляковой А.С. была изменена на Бузуеву А.С. в связи с заключением брака. Свидетельство № 883556 от 11 января 2014 г.



