

На правах рукописи



БУЛГАКОВ Евгений Александрович

**ВЛИЯНИЕ ВЫПАСА ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО НА ЭКОСИСТЕМУ
ЗАПОВЕДНОЙ СТЕПИ**

1.5.15. Экология (биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Оренбург – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Научный руководитель

Русанов Александр Михайлович,
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Филиппова Ася Вячеславовна,
доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», заведующая кафедрой земледелия, биоэкологии и агрохимии

Суюндуков Ялиль Тухватович,
доктор биологических наук, профессор, академик Академии наук Республики Башкортостан, Сибайский институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», главный научный сотрудник лаборатории «Центр системных исследований устойчивого развития территорий и качества жизни населения»

Ведущая организация

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Защита состоится «5» декабря 2025 года в 10 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 24.2.352.05 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» по адресу: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» по адресу: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13 и на сайте <http://www.osu.ru/doc/5595/asp/246>

Автореферат разослан «___» 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Аринжанов Азамат Ерсанович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Сохранение редких видов животных и многообразия природных экосистем стоят в ряду первостепенных задач современной экологии. Эффективность программ интродукции биологических видов оценивается не только их возможностью выживать в естественных, но непривычных для себя природных условиях, но и способностью территории сохранять устойчивость под воздействием преднамеренно переселенного вида. Особая ситуация складывается в обстоятельствах, когда интродукция осуществляется на территориях особой охраны – заповедниках. Объективное прогнозирование динамики ресурсного потенциала естественных ландшафтов под влиянием новых видов животных в процессе их взаимоадаптации позволяет сохранить природное наследие генофонда как во времени, так и в пространстве.

Существенной проблемой, возникающей при создании популяций интродуцированных видов животных на особо охраняемых территориях, является прогноз динамики качественно-количественных показателей запасов естественных кормовых трав, связанный с их стравливанием до наступления фазы созревания семян и с воздействием копыт животных, как на их вегетативные органы, так и на верхние горизонты почв, вызывая их переуплотнение и изменение водных, воздушных и тепловых свойств, влияющих на плодородие и почвенную биоту. Отмечено, что даже относительно небольшие пастбищные нагрузки способны вызывать негативные изменения в почвах не зависимо от срока выпаса копытных (Teague R. et al., 2013). Аналогичные данные были получены на примере почв горных лугов и типичных степей умеренного климата засушливых регионов Центральной Азии, а также смешанных лиственных лесов субтропического пояса (Kumbasli M. et al., 2010; Bi X. et al., 2020). Значения плотности почв участков исследования зависели от степени пастбищной нагрузки и варьировали от 0,9 до 1,1 г/см³. Схожая зависимость плотности почв от вида и поголовья копытных прослеживается в работах A.N. Shah с соавторами (2017) и M. Abdalla с соавторами (2018).

Исследованиями R.S. Lavado, с соавторами (1987), M.D. Nosetto (2008) и Mętrak M. с соавторами (2017) было показано повышение уровня залегания легкорастворимых солей в верхних корнеобитаемых слоях почв, а также их уплотнение, обессструктуривание в пастбищных ландшафтах Аргентины и Таджикистана (Lavado R.S., Taboada M.A., 1987; Mętrak M. et al., 2017; Nosetto M.D. et al., 2008). Кроме того установлено негативное влияние выпаса копытных животных на агрегатный состав и водопрочность структурных отдельностей различных типов почв, а т.ч. и черноземов, что показано в работах Y. Zhang с соавторами (2020) и A. Ferrero (2000) (Ferrero A., Lipiec J., 2000; Zhang Y. et al., 2020). Обозначенная закономерность была подтверждена данными, полученными при оценке структурного состояния почв изучаемых пространств. Для территории Оренбургского Предуралья результаты изучения влияния выпаса на свойства черноземов представлены в работах А.М. Русанова (1993, 1999, 2012, 2016), А.В. Тесля (2006, 2007). Результаты воздействия выпаса на почвенную мезофауну посвящены работы М.А. Булгаковой (2013), М.С. Гилярова (1969, 1978), Н.Г. Нагумановой (1996, 2005, 2006) и др. Изучению флоры Оренбургской области и влиянию пастбищных нагрузок на видовой состав степных фитоценозов отражено в исследованиях З.Н. Рябининой (1998, 2003 и др.). Однако, изучение влияние особо охраняемого вида копытных на черноземы заповедных степей России в условиях Государственной программы реинтродукции «краснокнижных» животных до

настоящего времени не проводилось. Совокупность перечисленных обстоятельств определяет актуальность настоящего исследования.

Степень разработанности темы. Исследованию влияния длительного пастбищного использования на основные свойства степных черноземов Урала посвящены работы Е.В. Блохина (1997), А.М. Русанова (1993, 2012, 2016), А.В. Тесля (2009). Изучению флоры Оренбургской области и влиянию пастбищных нагрузок на видовой состав степных фитоценозов отражено в исследованиях З.Н. Рябининой (1987, 2003). Однако, изучение влияние особо охраняемого вида копытных на черноземы заповедных степей России в условиях Государственной программы реинтродукции «краснокнижных» животных до настоящего времени не проводилось.

Цели и задачи. Целью работы, которая выполнялась при финансовой поддержке гранта Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (№ 46/2021-И) и тематическим планом научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО ОГУ «Современный этап эволюции степных и лесостепных агроландшафтов лесной и лесостепной зон Предуралья» (госрегистрация: AAAA-A20-120031290069-5) являлось изучение изменений свойств почв, видового состава естественного растительного покрова и почвообитающих жесткокрылых (*Insecta, Coleoptera*) заповедных степей в условиях использования их в качестве места обитания особо охраняемого вида диких животных - лошади Пржевальского (*Equus ferus przewalskii* Poljakov).

Для достижения поставленной цели были обозначены и последовательно решены следующие задачи:

- 1) Установить влияние лошади Пржевальского на естественную степную растительность заповедной территории;
- 2) Рассмотреть особенности изменений физических и водно-физических свойств заповедных почв под воздействием регулярного выпаса лошадей;
- 3) Исследовать динамику биологической активности и гумусного состояния черноземов под влиянием регулярного выпаса охраняемого вида копытных животных - лошадей Пржевальского.
- 4) Описать динамику видов-индикаторов почвообитающих жесткокрылых акклиматационных загонов участка «Предуральская степь» Государственного степного заповедника, используемого в качестве территории обитания особо охраняемого вида.

Научная новизна работы. Впервые исследована динамика гумуса, физических свойств почв, естественной степной растительности и почвообитающих жесткокрылых в условиях использования заповедного участка «Предуральская степь» в качестве места обитания особо охраняемого вида диких животных - лошади Пржевальского (*Equus ferus przewalskii* Poljakov).

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследования позволяют установить степень влияния программы сохранения лошади Пржевальского на заповедные степные экосистемы. Материалы исследования использованы в курсах дисциплин «Особо охраняемые природные территории», «Заповедники и заповедное дело», читаемых в ФГБОУ ВО ОГУ. Представленные в работе результаты определения скорости развития деградационных процессов в экосистемах в дальнейшем планируется использовать при расчете экологической емкости территории новых центров реинтродукции лошади Пржевальского в степных ООПТ, в рамках национального проекта «Экология», федерального проекта «Сохранение биоразнообразия и развитие экологического туризма» и стратегии восстановления лошади Пржевальского до 2030 года в Российской Федерации.

Методология и методы исследования. В полевых условиях на участках исследования были описаны полнопрофильные разрезы почв (Розанов Б.Г., 2004). Плотность почв определяли по методу Н.А. Качинского. Структурно-агрегатный анализ проводится по методу Н.И. Савинова (Гончаров В.М., 2019). Описано видовое богатство флоры (Станков С.С., 1957; Черепанов С. К., 1995), тип растительной ассоциации, площадь общего проективного покрытия, средняя высота травостоя, объем надземной фитомассы укосных площадей (Лавренко Е.М., 1964; Базилевич Н.И., Титлянова А.А. и др., 1978). Содержание гумуса на участках исследования определяли по методике И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО. Целлюлозолитическую активность почв на участках исследования оценивали аппликационным методом (Хазиев Ф.Х., 2005). Оценка почвенной фауны проводилась по методике ручного разбора проб, предложенной М.С. Гиляровым (Гиляров М.С., 1975) и ловушек Барбера. Построение графических моделей осуществлялось в программе Microsoft Excel и с помощью пакета Statistica 8.0. (Боровиков В.П., 1998; Сazonov B.Ф., 2016; Соболь И.М., 1968).

Защищаемые положения:

- 1) По мере увеличения численности популяции лошади Пржевальского наблюдается смена типичной для степи типчаково-ковыльной растительной ассоциации на полынково-ковыльно-типчаковую и полынково-типчаковую;
- 2) Завезенная в заповедную степь популяция лошади Пржевальского, использующая заповедник как естественное пастбище, незначительно изменяет биологическую активность почв, групповой и фракционный состав гумуса;
- 3) Выпас лошадей Пржевальского ведет к постепенному изменению таких физических свойств почв как плотность, структурное состояние и коэффициент фильтрации;
- 4) Рост плотности популяции лошади Пржевальского на территории заповедника провоцирует смену почвообитающих мезофильных видов жесткокрылых на аридные.

Личный вклад автора. Автор принимал непосредственное участие в планировании, подготовке и проведении исследований, в лабораторном анализе и статистической обработке и является автором опубликованных статей и тезисов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов при выполнении исследований была достигнута благодаря применению комплекса взаимодополняющих современных методов, соответствующих поставленным цели и задачам, количественному и качественному анализу обширного экспериментального материала с использованием статистической обработки полученных данных. Результаты исследования представлены на Всероссийской научно-практической конференции «Неделя студенческой науки», в ФГБОУ ВО «Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К. И. Скрябина», 2023 г. и на XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы экологии Южного Урала», в ФГБОУ ВО «Оренбургском государственном университете», 2024 г.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 8 печатных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата биологических наук и 2 статьи в изданиях входящих в перечень международных реферативных баз данных и систем цитирования Web of Science.

Соответствие темы диссертации паспорту специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.5.15. Экология (по биологическим наукам) согласно: п.3 «Популяционная экология – структура, динамика и механизмы

регуляции популяций. Демография. Пространственная структура популяций. Этологическая и социальная структура. Популяционные стратегии организмов», п.4 «Экология сообществ, биоценология. Состав, структура, динамика, факторы формирования и регуляции сообществ. Экологические ниши» и п.6 «Экосистемы и биогеоценозы. Потоки вещества и энергии, процессы переноса и трансформации вещества и энергии, биологическая продуктивность и трофическая структура. Устойчивость надорганизменных систем. Динамика и эволюция экосистем».

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 112 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 226 источников, из них 66 на иностранном языке, содержит 13 таблиц, 16 рисунков.

Финансовая поддержка работы. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (№ 46/2021-И).

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество», директору ФГБУ «Заповедники Оренбуржья», к.ю.н. Р.Т. Бакировой, научному руководителю д.б.н., профессору А.М. Русанову.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Глава содержит историческую справку по изучению лошади Пржевальского и становлению вида в ранг особо охраняемого. Представлены внешние особенности дикой лошади и данные по экологии вида. Описаны особенности распределения гаремов по территории обитания, представлены сведения по влиянию копытных животных на все компоненты степной экосистемы.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования были проведены в течение 2020-2023 годов на территории участка «Предуральская степь» Государственного заповедника «Оренбургский» расположенного в пределах настоящих степей Оренбургской области. Общая площадь участка - 16,538 тыс.га. Координаты крайних точек границы участка: восток – 51°11'4.16"N, 56°17'8.30"E; север – 51°15'31.07"N, 56°11'17.37"E; запад – 51°11'19.98"N, 56°5'23.22"E; юг – 51°6'23.88"N, 56°12'17.03"E. Свыше 8 тыс. га заповедной территории занимают степные равнины, остальная ее площадь представлена слабовсхолмленными ландшафтами. В геолого-геоморфологическом отношении Предуральская степь представляет собой грядово-останцовую холмистую равнину с покатыми и пологими склонами. Местами встречаются выходы на дневную поверхность коренных пород, в основном кварцитов и конгломератов. У северной границы участка расположена невысокая сопочная гряда (вершина – холм Тумба, 278,2 м над ур. м.) Центральную часть территории занимают холмистые массивы, один из которых называется Бандитские горы (высшая точка – 289,0 м над ур. м.) – невысокий останцовый мелкосопочник с выходами каменных глыб.

Физико-географическая характеристика участка исследования. Для района расположения Предуральской степи характерен резко-континентальный климат: холодная зима, жаркое лето, короткая дружная весна, малое количество и

неустойчивость выпадения атмосферных осадков при высокой интенсивности процессов испарения и обилии солнечной радиации, особенно в теплое время года.

Создание полувольной популяции лошади Пржевальского на участке «Предуральская степь». После поступления в Центр реинтродукции лошади Пржевальского не менее семи месяцев содержатся в акклиматизационных загонах до выпуска на основную территорию Предуральской степи. На смену выпущенным лошадям в загоны помещаются холостяковые группы, таким образом, в загоне круглогодично находится часть лошадей Пржевальского. Акклиматизационные загоны – это две территории с типичной для всего участка Предуральской степи естественной злаковой и разнотравно-злаковой растительностью площадью около 45 га каждый, округлой формы, расположенные неподалеку друг от друга; между ними находится комплекс вспомогательных вольеров. Ограждение загонов устроено из металлической сетки. В 2015-2017 гг. в Предуральскую степь завезли 36 лошадей Пржевальского в возрасте от 1,5 до 9 лет. Лошади первой транспортной группы родились в природном полузаповеднике Ле Виллар площадью 6 км² (Франция). Вторая и третья транспортные группы произошли из полузаповедника Пентезуг площадью 30 км² в национальном парке Хортобадь (Венгрия). На протяжении 7 лет работы центра реинтродукции лошади Пржевальского в акклиматизационных загонах содержалось от 7 до 12 лошадей (в среднем 0,21 условных голов на га). В этой связи исследования взаимовлияния лошади Пржевальского и типично степного южно-уральского ландшафта акклиматизационных загонов можно рассматривать в качестве многолетнего экологического эксперимента по адаптации лошадей к конкретным условиям нового местообитания и их влиянию на заповедную степь.

Ключевые участки проведения работ. В качестве участков исследования были выбраны 4 площадки на территории акклиматизационных загонов, характеризующиеся однородным рельефом, геологическим основанием и элементом мезорельефа (рисунок 1).

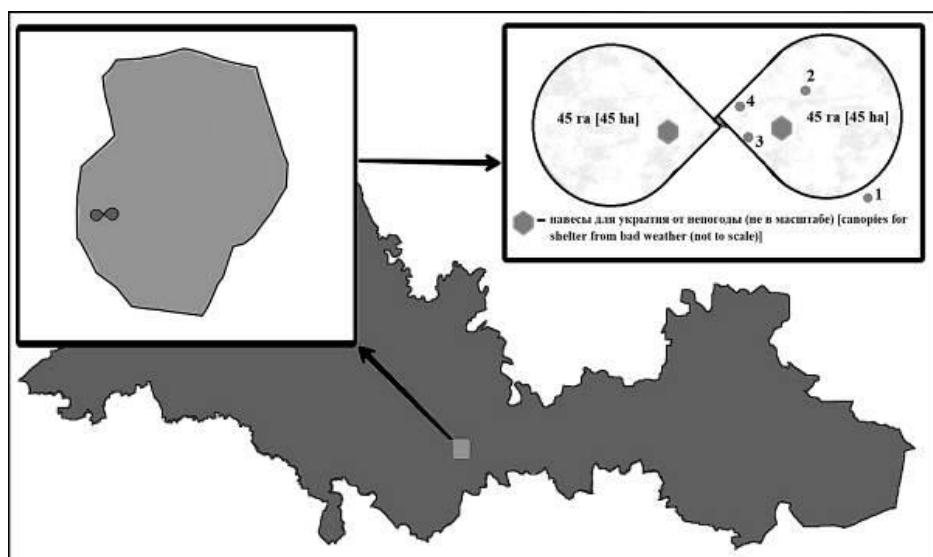


Рисунок 1 – Расположение участков исследования: 1 – Контрольный участок целинной степи *Stipetum festucosum*; 2 – участок слабосбитой степи под *Festucetum stiposum artemisiosum*; 3 – участок слабосбитой степи под *Festucetum stiposum artemisiosum*; 4 – участок среднесбитой степи под *Festucetum artemisiosum*

Это выровненные участки, отличающиеся различной степенью пастбищной нагрузки: выпас отсутствует, участки слабой деградации и 1 участок средней деградации.

В таблице 1 представлены результаты наблюдений за динамикой мощности горизонтов почв участков исследования. Наиболее четко влияние пастбищного использования на почвенный профиль отражает мощность гумусового горизонта (A+AB).

Таблица 1 – Строение профилей почв участков исследования

Горизонты	Границы горизонтов, см			
	Участок 1 (контроль)	Участок 2 (слабый сбой)	Участок 3 (слабый сбой)	Участок 4 (средний сбой)
A ₀	0-5	0-4	0-3	0-3
A	5-34	4-30	3-29	3-21
AB	34-51	30-47	29-43	21-39
B	51-68	47-58	43-57	39-48
BC	68-96	58-97	57-97	48-95
C	96↓	97↓	97↓	95↓

Методы исследования. В полевых условиях на участках исследования были описаны полнопрофильные разрезы почв (Розанов Б.Г., 2004 г.). Плотность почв определяли с использованием стандартного цилиндра известного размера, отобранные пробы почв высушивали при температуре 105 °С. Степень переуплотнения почвенного покрова определяли по шкале Н.А. Качинского. В исследовании для определения водопроницаемости почв использовался метод трубок. Результаты выражали в мм/час. Структурно-агрегатный анализ проводится с целью выявления содержания агрегатов определённого размера (в диапазоне от 0,25 до 10 мм), а также для качественной оценки структуры почв по содержанию водопрочных агрегатов по методу Н.И. Савинова (Гончаров В.М., 2019). На участках исследования были заложены геоботанические площадки размерностью 1x1м в трехкратной повторности. Описание точек исследования проводилось по общепринятой методике, в рамках которой устанавливалось видовое богатство флоры (Станков С.С., 1957; Черепанов С.К., 1995), определялся тип растительной ассоциации, площадь общего проектного покрытия и средняя высота травостоя. Учет надземной фитомассы осуществлялся методом укосных площадей (Лавренко Е.М., 1964; Базилевич Н.И., Титлянова А.А. и др., 1978) с середины мая до середины сентября. Растения срезались по уровню почвы, на площади 0,25 м², затем высушивались до воздушно сухой массы. Подстилку отбирали вручную на укосных площадках. Содержание гумуса на участках исследования определяли по общепринятой методике И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (1991). Групповой и фракционный состав гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой (1968) с выделением трех фракций гуминовых кислот (Гк) и четырех фракций фульвокислот (Фк). Целлюлозолитическую активность почв на участках исследования оценивали аппликационным методом (Хазиев Ф.Х., 2005). Оценка почвенной фауны проводилась по методике ручного разбора проб, предложенной М.С. Гиляровым (Гиляров М.С., 1975) В соответствии с методикой на участках исследования были заложены площадки площадью 0,25 м² (50x50 см), всем отобранных личинок беспозвоночных фиксировали по методике Б.Р. Стригановой (Гиляров М.С., 1987). Отлов имагинальных стадий жесткокрылых осуществлялся с

помощью линий с заложением пластиковых стаканчиков по аналогии с ловушками Барбера. Диаметр входного отверстия стакана составлял 70 мм, объем 200 мл. На участках исследования были установлены линии ловушек по 10 штук с шагом в метр. Сбор жестокрылых, попавших в ловушки, осуществлялся по истечении 5 суток. По итогам работы было выдержано 5700 ловушко-суюк, разобрано 418 проб (104 м^2) и отобрано более 2,5 тысяч экземпляров почвенных беспозвоночных. Определение экземпляров проводилось по определителям Г. М. Абдурахманова (2011). Построение графических моделей осуществлялось в программе Microsoft Excel и с помощью пакета Statistica 14.0. (Боровиков В.П., 1998; Сазонов В.Ф., 2016; Соболь И.М., 1968).

3. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА УЧАСТКА «ПРЕДУРАЛЬСКАЯ СТЕПЬ» ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПОД ВЫПАС ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО

3.1 Изменения растительного покрова на территории акклиматизационных загонов лошади Пржевальского

На территории естественных пастбищ растительность неизбежно претерпевает изменения – из травостоя выпадает разнотравье, высокие полукустарниковые злаки сменяются мелкодерновинными злаками на смену которым, по мере увеличения нагрузки копытных животных, приходят непоедаемые и ядовитые растения. Сокращение площади проективного покрытия трав приводит к смене гидротермического режима почв в сторону аридизации, так как оголенная почва интенсивнее нагревается и иссушается. Определение степени сбоя осуществляется по растениям – индикаторам, характеризующим степень пастбищной деградации, общему проективному покрытию и высоте травостоя.

Контрольный участок занят типчаково-ковыльной (*Stipetum festucosum*) растительной ассоциацией доминантными растениями являлись *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Poa transbaicalica* Roshev., содоминант – *Festuca valesiaca* Gaudin (таблица 2). Видовое богатство ассоциации составило 47 видов. Кроме доминантов и содоминантов ядро ценофлоры включало такие типичные для степей виды – *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv., *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb., *Carex supina* Willd. ex Wahlenb.

Таблица 2 – Значения основных геоботанических показателей исследуемых участков

Параметр	Участок 1 (контроль)		Участок 2 (слабый сбой)		Участок 3 (слабый сбой)		Участок 4 (средний сбой)	
	2020	2023	2020	2023	2020	2023	2020	2023
Общее проективное покрытие, %	85-100	90-100	75-80	70-75	70-75	70-75	65-70	60-65
Средняя высота травостоя, см	36,8± 1,03	42,9± 2,88	26,3± 1,87	22,04± 1,47	27,4± 0,79	21,87±1 ,2	16,5± 0,77	15,7± 0,54
Фитомасса надземная, ц/га	81,1	81,7	40,3	38,7	38,9	36,2	30,2	28,7
Общий запас фитомассы, ц/га	159,3	160,8	93,9	92,8	91,8	90,4	87,2	86,8

Участок №2 (слабосбитый) степной участок расположенный под полынково-ковыльно-типчаковой (*Festucetum stiposum artemisosum*) растительной ассоциацией характеризовался доминированием *Festuca valesiaca* Gaudin, при этом содоминантами являлись *Artemisia austriaca* Jacq., *A. lerchiana*, *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. Видовое богатство участка включало 43 вида.

Третий степной участок располагался под слабосбитой полынково-ковыльно-типчаковой (*Festucetum stiposum artemisosum*) растительной ассоциацией с доминированием *Festuca valesiaca* Gaudin и содоминантами *Stipa capillata* L. и *Artemisia austriaca* Jacq. Число видов, произраставших на участке - 39.

Среднесбитый участок под полынково-типчаковой (*Festucetum artemisosum*) (участок №4) растительной ассоциацией не обладал ярко выраженным доминантами, но была выделена группа растений в качестве содоминантов – *Poa transbaicalica* Roshev., *Artemisia austriaca* Jacq., *Artemisia dracunculus* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca valesiaca* Gaudin, всего в составе растительного сообщества определено 30 видов.

3.2 Изменения физических свойств почв на территории выпаса лошадей

Почвенный покров участка исследования представлен черноземом южным карбонатным среднемощным малогумусным тяжелосуглинистым или в соответствии с WRB (IUSS Working Group WRB, 2014) кальциевым черноземом глинистого и тяжелосуглинистого механического состава (Chernozems: Haplic Chernozems (Calcic)). Физические свойства почв контрольного и использованных под выпас степных участков показали чувствительность черноземов к относительно небольшой пастбищной нагрузке. Выпас копытных животных неизменно ведет к переуплотнению почв, что отражается на интенсивности роста и развития корневых систем растений и накоплении общей фитомассы. В ряду контроль – участок среднесбитого травостоя в верхнем слое (0–20 см) черноземов плотность возросла с 1,02 до 1,20 г/см³. Динамика плотности почв исследуемых участков отображена в таблице 3.

Оценивая изменения плотности исследуемых черноземов необходимо отметить тот факт, что почвы акклиматационных загонов находились в оптимальном диапазоне для функционирования почвенной биоты, но на участке среднего сбоя плотность приблизилось к верхней допустимой границе. По А. Г. Бондареву (1985) оптимальная плотность почв составляет 1,0–1,3 г/см³. Скорость фильтрации (водопроницаемость) по почвенному профилю обладает прямой связью с плотностью и структурным составом почв.

Таблица 3 – Динамика показателей плотности почв участков исследования, г/см³

Площадка исследования	Слой почв, см	Год исследования			
		2020	2021	2022	2023
Участок 1 (контроль)	0-10	1,03±0,02	1,02±0,01	1,03±0,01	1,03±0,02
	10-20	1,02±0,01	1,01±0,01	1,01±0,01	1,01±0,01
Участок 2 (слабый сбой)	0-10	1,15±0,01	1,16±0,02	1,16±0,02	1,18±0,02
	10-20	1,11±0,01	1,11±0,01	1,12±0,02	1,12±0,02
Участок 3 (слабый сбой)	0-10	1,14±0,02	1,16±0,02	1,15±0,02	1,17±0,02
	10-20	1,12±0,01	1,13±0,02	1,13±0,03	1,15±0,02
Участок 4 (средний сбой)	0-10	1,19±0,03	1,19±0,03	1,20±0,02	1,20±0,03
	10-20	1,14±0,03	1,15±0,03	1,16±0,03	1,16±0,02

Водопроницаемость гумусового профиля исследуемых почв соответствовала наилучшему, хорошему и удовлетворительному уровню (таблица 4). Отрицательная динамика показателя связана с частичным разрушением почвенных агрегатов под влиянием выпаса лошадей заполнением обессструктуренной почвенной массой межагрегатного пространства.

Таблица 4 – Динамика показателей водопроницаемости почв участков исследования, мм/час

Площадка исследования	Слой почв, см	Год исследования			
		2020	2021	2022	2023
Участок 1 (контроль)	0-10	146±8,4	139±8,4	133±7,7	140±9,6
	10-20	144±6,6	145±7,8	146±9,9	147±10,2
Участок 2 (слабый сбой)	0-10	118±7,5	113±6,6	117±8,2	112±5,9
	10-20	110±6,2	99±4,7	100±6,0	101±6,9
Участок 3 (слабый сбой)	0-10	108±6,6	99±6,1	93±5,2	86±4,6
	10-20	102±6,3	103±6,7	99±5,9	93±6,0
Участок 4 (средний сбой)	0-10	70±5,6	64±4,6	60±4,1	59±3,2
	10-20	70±3,6	67±4,2	67±4,3	67±4,9

По совокупности результатов, полученных при анализе физических свойств черноземов - плотности почв, их структурно-агрегатного состава и скорости водопроницаемости – можно сделать вывод, что некоторое уплотнение почв происходит за счет снижения объема межагрегатных пор, при сохранении целостности основной массы агрономически ценных структурных отдельностей (рисунок 2, 3).

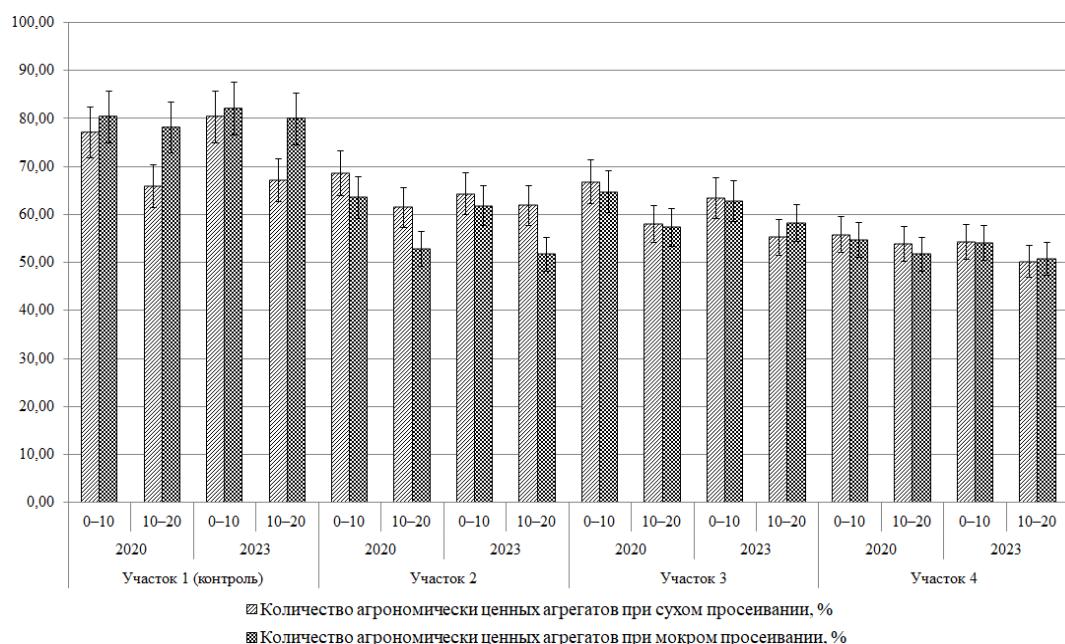


Рисунок 2 – Оценка структурного состояния почв по количеству агрономически ценных агрегатов

Полученные в ходе работы данные позволяют судить о том, что с ростом пастбищной нагрузки отмечается сокращение числа агрономически ценных агрегатов и,

соответственно, снижение коэффициента структурности (рисунок 3). Коэффициент структурности на контрольном участке соответствует категории «хороший», в то время как на участках №2, №3, №4 он снижался до удовлетворительного уровня.

Водопрочность почвенных отдельностей отражает качество структуры почв, выраженное количественно в процентае агрегатов, сохранивших целостность после увлажнения. В ряду контроль – среднесбитый участок по результатам мокрого просеивания установлено последовательное сокращение содержания ценных агрегатов. Однако, в целом по содержанию агрономически ценных агрегатов и коэффициенту структурности, исследованные почвы отличаются высокими показателями качества.

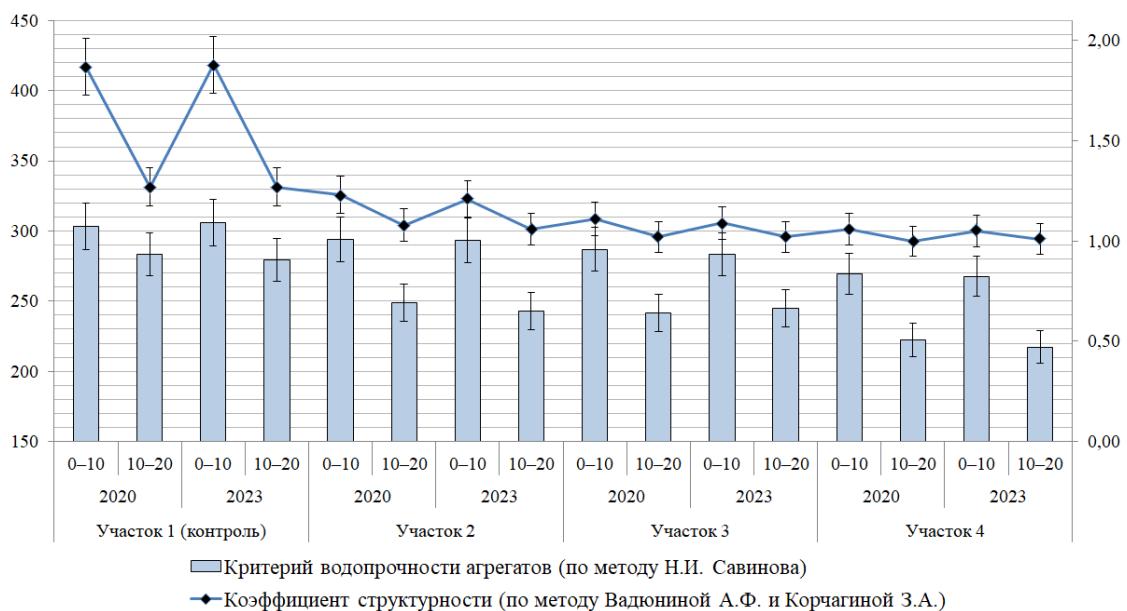


Рисунок 3 – Показатели критерия водопрочности и коэффициента структурности исследованных почв

Данные анализа водопрочности агрегатов показал, что для всех участков исследования показатель был достоверно выше ($U = 6.0$, при $p = 0,0063$) в слое 10–20 см, который не испытывает непосредственного воздействия копытных животных. В верхнем десятисантиметровом слое максимальное значение водопрочность принимает на участке без выпаса и снижается в ряду от слабой до средней деградации на 13% и 24% соответственно. Оценка агрегатного состава гумусового горизонта чернозема показала, что содержание агрономически ценных фракций составляет более 60% и характеризует их структурное состояние по шкале Е.В. Шеина в слое 0–10 см как хорошее на участках без выпаса, слабой и средней деградации (Шеин Е.В., Гончаров В.М., 2019). Доля фракций агрегатов размером более 10 мм достигает значений более 30% в слое 0–10 см в вариантах слабой и средней деградации. А максимальное содержание микроагрегатов размером менее 0,25 мм отмечается в слое 0–10 см участков с выпасом. В слое 10–20 см и в 0–10 см участка средней деградации (№4) структурное состояние почв характеризовалось как удовлетворительное с содержанием фракций размером от 10 до 0,25 мм не более 55,5% и значением коэффициента структурности менее 1,24. Это связано с развитием процессов обесструктуривания степных черноземов под влиянием механического воздействия копыт лошадей, а неоднородность почвенного покрова, сформированного в комплексе с солонцами средними, ускоряет процессы потери агрегатной устойчивости. Воздействие на почвенный покров выпаса животных

носит комплексный характер, включающий не только механическое воздействие копыт, уплотнение, изменение агрегатной устойчивости, но и изменение содержания элементов питания растений и биологической активности почв.

По полученным данным можно сделать заключение о том, что повышение численности популяции лошадей Пржевальского и возрастание пастьбищной нагрузки способно не только видоизменить внешние показатели биогеоценоза, такие как тип растительной ассоциации, мощность подстилки, площадь проективного покрытия, но и повлечь за собой деградацию физических свойств почв – плотности, водопроницаемости.

3.3 Биологическая активность и гумусное состояние почв на территории выпаса лошадей

Почвенная биота является важным компонентом в цепи связывания азота, разложения органических соединений до элементов питания и транспорта их в почве. Ферменты выделяются в почву микроорганизмами, животными и растениями и являются собой стабильные белки с высокой каталитической активностью.

Для изучения были выбраны ферменты каталаза и целлюлаза, так как их активность может рассматриваться как индикатор интенсивности процессов дыхания и минерализации органического вещества. Деятельность целлюлозолитических микроорганизмов является показателем общей биологической активности почв, которую оценивают степенью распада в почве сухой массы льняной ткани. Исследования, проведенные на контрольном и опытных участках, свидетельствуют о незначительном падении скорости деструктивных процессов (таблица 5).

Таблица 5 – Целлюлозолитическая и каталазная активность черноземов

Слой почв, см	Целлюлозолитическая активность, %		Активность каталазы, мл О ₂ в 1 г почвы за 1 мин	
	2020	2023	2020	2023
Участок 1 (контроль)				
0-20	81,77±5,32	82±7,54	6,69±0,74	6,72±0,17
Участок 2 (слабый сбой)				
0-20	76,48±4,89	74,62±6,46	6,63±0,97	6,55±0,41
Участок 3 (слабый сбой)				
0-20	77,31±5,07	73,14±6,85	6,58±0,73	6,52±0,64
Участок 4 (средний сбой)				
0-20	62,49±6,71	60,98±4,98	6,19±0,83	6,15±0,35

На участках исследования газометрическим методом Ф.Х. Хазиева была исследована активность почвенной каталазы (Хазиев Ф.Х., 2005) Каталазная активность на опытных участках за годы наблюдения, по мере увеличения пастьбищной нагрузки, сократилась на 14,75 %. Не смотря на сокращение активности каталазы по обогащенности почв ферментами (Звягинцев Д.Г., 1991) все участки исследования характеризовались как средне обогащенные.

Для определения зависимостей между исследуемыми в рамках работы параметрами был использован парный коэффициент корреляции Пирсона, который устанавливает наличие линейной связи между двумя величинами. Исходя из

коэффициента корреляции Пирсона можно говорить о сильной, значимой положительной взаимосвязи между общим запасом фитомассы и всеми исследованными параметрами за исключением плотности почв.

Плотность почв по отношению к общему запасу фитомассы демонстрирует сильную обратную корреляцию на участке №2, слабую обратную корреляцию на участке №3 и умеренную на участке №4. Сильная обратная корреляция установлена между водопроницаемостью и плотностью почв на всех участках с пастбищной деградацией. Все четыре участка исследования по степени гумусированности относились к малогумусным черноземам южным, при этом по мере нарастания интенсивности и длительности использования акклиматизационных загонов под пастбища лошади Пржевальского отмечается сокращение содержания гумуса на $8,41 \pm 0,03\%$ за годы наблюдения. Выявленное падение гумусированности почв объясняется сокращением поступления мортмассы в силу выедания и вытаптывания растений лошадьми, но может считаться незначительным по причине быстрого восстановления объемов поступления органики после вывода лошадей с территории загонов. С целью определения гумусного состояния почв была проведена оценка фракционно-группового состава гумуса. Установлено, что показатель соотношения гуминовых кислот к фульвокислотам ($C_{гк}/C_{фк}$), имел тенденцию к сокращению по мере возрастания пастбищной нагрузки. Отмечено преобладание гуминовых кислот, что относит гумус исследуемых почв к гуматному типу с динамикой показателя $C_{гк}/C_{фк}$ от 2,84 (контроль) до 2,22 (средний сбой). Фульвокислоты в слое 0 – 20 см в 2020 году несколько сокращали присутствие на среднесбитом пастбище (40,59 %) по сравнению с участком контроля, где на их долю пришлось 46,76 %. В 2022 году на контрольном участке фульвокислот было на 7,16 % больше, чем на участке среднего сбоя. В 2020 году на пастбищных участках отмечен рост доли фракции ГК₁, так на участке №2 доля составляла 9,3 %, на участке №3 – 10,3%, на участке №4 – 13,45 %). Зарегистрировано падение концентрации гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК₂) и с глинистыми минералами (ГК₃). Деструкция данных фракций гуминовых кислот является источником питания для почвенной биоты (таблица 6).

Таблица 6 - Оценка интенсивности новообразования и конденсации гумуса в черноземе южном (по М. Ф. Овчинниковой, 2007)

Слой, см	Новообразование гумуса ($C_{гк1}/C_{фк1}$)		Конденсация гумуса ($C_{гк2}/C_{фк2}$)	
	2020	2023	2020	2023
Участок 1 (контроль)				
0-10	5,75	5,63	2,86	3,18
10-20	2,09	2,18	3,73	4,16
Участок 2 (слабый сбой)				
0-10	5,34	5,03	2,12	2,78
10-20	1,94	1,26	3,34	3,71
Участок 3 (слабый сбой)				
0-10	4,74	4,85	2,43	2,68
10-20	1,45	1,93	3,52	3,86
Участок 4 (средний сбой)				
0-10	3,62	3,51	2,03	2,55
10-20	1,52	1,46	2,8	3,53

Изначально высокие показатели содержания фракции ГК₂ связаны с карбонатными материнскими породами изучаемых почв и высокой долей присутствия биогенного кальция. Связанные с кальцием гуминовые кислоты, за счет своей устойчивости, участвуют в создании агрономически ценной водопрочной структуры почв, обеспечивающей благоприятные водный и воздушный режимы почв.

Благодаря данному методу оценивается скорость новообразования (Сгк₁:Сфк₁) и конденсации гумуса (Сгк₂:Сфк₂). Полученные в ходе исследований данные указывают на то, что процессы новообразования гумуса на всех участках исследования активнее протекают в слое 0-10 см, в то время как интенсивность конденсации гумуса, выше не на поверхности почв, а в слое 10-20 см. Соотношение новообразования гумуса к его конденсации (Сгк₁:Сфк₁/Сгк₂:Сфк₂) показывает скорость гумусаккумулятивных процессов. Так, не смотря, на то, что на участках выпаса интенсивность новообразования и конденсации гумуса были ниже, чем на контроле, скорость гумусаккумулятивных процессов на пастбище падала незначительно. То есть можно говорить о незначительном влиянии выпаса на процессы почвообразования.

На участках исследования, имеющих слабый и средний сбой, сокращаются объемы поступления растительного опада, что препятствует увеличению запасов гумуса. На участках №2, №3, №4 в различной степени, но происходит смена видов фитоценоза на ксерофитные в связи с чем на создание надземной фитомассы уходит меньше органического вещества и гумус конденсируется в почвенном профиле. Тем не менее, на момент проведения исследований выявлено, что использование территории заповедника под выпас лошадей Пржевальского не сопровождается существенной отрицательной трансформацией гумусного состава почв. Все перечисленные выше изменения в качественно-количественном составе органической части почв происходят под влиянием вытаптывания и стравливания естественных фитоценозов.

4. ЗООИНДИКАЦИЯ ПОЧВ АККЛИМАТИЗАЦИОННЫХ ЗАГОНОВ УЧАСТКА «ПРЕДУРАЛЬСКАЯ СТЕПЬ»

Возрастание пастбищной нагрузки на степные ландшафты закономерно сопровождается увеличением плотности почв, что в свою очередь затрудняет рост корней злаковых растений с их мочковатой корневой системой, и, следовательно, запускает процесс смены видового состава растительного сообщества. Кроме того, недостаток порового пространства в совокупности с уплотнением почв ведет к изменению видового состава почвенной биоты. В период с 2020 по 2023 год на территории участков исследования был проведен учет почвообитающих насекомых. По полученным данным определены три преобладающих отряда *Diptera*, *Coleoptera*, *Orthoptera*. При этом доминирующей группой являлись жесткокрылые (*Coleoptera*), обилие которых ежегодно составляло свыше 80 % от общей численности собранного материала. Анализ видового разнообразия муравьев позволил установить доминирование *Lasius alienus* (93%) на участках №2 и №3. На участке №4 доминировали *Lasius alienus* и *Cathaglyphis aenescens* (44-53%). Макрофауна почв территорий используемых под выпас лошадей Пржевальского сохраняет основные черты фауны целинного контрольного участка. Некоторые группы насекомых (например, *Carabidae*, *Tenebrionidae*) остаются ядром почвенной мезофауны участков с зоогенным прессом копытных животных, но численность их также незначительно сокращается, как и обилие прочих групп насекомых по сравнению с контрольным участком. На контрольном участке влияние лошадей не ощущалось, так как на этой

территории нет водопоя, и лошади здесь бывают крайне редко, в состав фауны входило много целинных видов – *Blaps halophila*, *Oodoscelis polita*.

На участках №2 и №3 влияние лошадей ощущалось сильнее, в фауне было отмечено больше ксеробионтов, таких как *Tentyria nomas*, *Cymindis lateralis*, *C. scapularis*; что может быть связано с изреженностью травостоя, сокращением площади проективного покрытия и, в связи с этим, прогревание и иссушение верхних слоев почв. Глубокий анализ доли участия представителей жужелиц с различными жизненными формами на участках исследования образует основную тенденцию в обилии экологических групп. В ряду контроль-среднесбитое пастбище доминантами становятся миксофитофаги, так как их способность к смешанному питанию создает больше возможностей для выживания. В то время как зоофаги с повышением ксерофитизации ландшафта в численности сокращаются, так как местообитания утрачивают большое количество сапрофагов и фитофагов – источника пищи зоофагов. Однако, для зоофагов трещеных, таких как *Cymindis*, изреженный травостой дает больше возможностей для укрытия и охоты.

Мезофил миксофитофаг стратохортобионт *Harpalus rufipes* и ботробионт *Taphoxenus rufitarsis* на участке №4 зарегистрированы не были. *Harpalus rufipes*, несмотря на миксофитофагию, не может существовать на территории с дефицитным степным войлоком, а *Taphoxenus rufitarsis* является целинным ботробионтом (норным видом), который исчезает из сообществ, подвергшихся изменению одним из первых.

Таким образом, карабидокомплекс существенно изменяется по мере возрастания пастбищной нагрузки. Выпас лошадей Пржевальского на одной территории запускает процесс сокращения видового разнообразия среди жужелиц, провоцирует смену спектра жизненных форм (сокращение числа стратобионтов подстилочно-почвенных и увеличение доли подстилочно-трещеных видов) и состава экологических групп (вплоть до полного исчезновения мезофильных видов). Максимальную информативность представляет соотношение не видов жуков, а их жизненных форм и экологических групп. Именно обозначенный подход к мониторингу экосистем делает жужелиц хорошим показателем не только состояния фитоценоза и подстилки, но и почвенных условий по мере нарастания пастбищной деградации. Выпас лошадей Пржевальского приводит к изменениям в тенебрионидекомплексе, которые анализировались в ходе работы с помощью учета видового состава и описания экологической спецификации.

В степной зоне, в связи с практически полным отсутствием дождевых червей, жуки-чернотелки составляют ядро фитофагического звена экосистемы. Доминируя в составе почвенной макрофауны чернотелки, берут на себя роль сапрофагов, тем самым оказывая весомое функциональное и структурное воздействие на верхние слои почв. На контролльном участке резко доминировало два вида жуков-чернотелок, *Tentyria nomas* Pall. и *Blaps halophila* F.-W. *Tentyria nomas* Pall. на контролльном участке занимая доминантное положение обладал обилием 25,02%, сформированным за счет 297 экз/100 л.-с. Повышение зоогенного пресса лошадей на участках выпаса спровоцировало последовательное падение численности. Тем не менее, ввиду особенной роли *Tentyria nomas* Pall. в степных экосистемах, вид даже на участке среднего сбоя демонстрировал обилие в 19,39 %. В качестве содоминанта с высокой плотностью вида выступал *Gonocephalum pusillum* F. Данные виды жесткокрылых характеризуются как мезоксерофилы с высоким спектром толерантности к среде обитания, однако популяционный оптимум зарегистрирован в сухостепной зоне.

На контролльном участке число экземпляров *Gonocephalum pusillum* F. составило 154 экз/100 л.с.; обилие 12,97 %), на участке №4 этот показатель упал до 75 экз/100 л.с.

(обилие 22,73 %). В связи с тем, что некоторые виды чернотелок в новых условиях обитания переживают скачок в численности и обилии в экосистеме отмечается падение численности других видов *Tenebrionidae*. В среднем, на участке №1 численность *Opatrum sabulosum* L. составила 33 экз/100 л.-с., на участке №2 – 35 экз/100 л.-с., на участке №3 – 39 экз/100 л.-с., на участке №4 – 52 экз/100 л.-с. По итогам анализа численности установлено сокращение обилия *Oodoscelis polita* Sturm и приобретение *Opatrum sabulosum* L. статуса содоминанта на участке №4 с обилием в 15,76 %. *Crypticus quisquilius* L. предпочитает увлажненные местообитания относясь тем самым к мезофильным видам, однако выпас ведет к ксерофитизации территории и сокращению численности особей, со 134 экз/100 л.с. на участке №1 до 28 экз/100 л.с. на среднем сбое. Мезоксеробионтный вид *Oodoscelis polita* Sturm в связи с сокращением плотности проективного покрытия и повышением инсолиации почв сократил численность со 187 экз/100 л.с. на контроле до 33 экз/100 л.с. на участке среднего сбоя, утратив статус содоминанта. Общий курс на сокращение численности чернотелок по мере нарастания пастбищного воздействия лошади Пржевальского выглядит не таким однозначным, если рассматривать его со стороны перемен в экологических группах насекомых.

Анализ данных, собранных в 2021 году на контрольном и пастбищных участках, выявил значительное сокращение численности *Crypticus quisquilius* L., типичного мезофильного обитателя лугово-степных лессовых почв, на 68,1% по сравнению с контрольным участком. Аналогичная тенденция прослеживается и у *Oodoscelis polita* Sturm, мезофильного обитателя степных биотопов, популяция которого сократилась на 65,3%. Значительное, хотя и менее выраженное, снижение численности отмечено и среди ксерофильных видов. В частности, совокупная численность видов, относящихся к термоксерофилам, уменьшилась на 42,8%. Численность *Opatrum sabulosum* L., представителя степных ксерофилов, сократилась на 55,1%.

Аридизация ландшафта, вызванная уменьшением высоты травостоя, уплотнением почвы, сокращением толщины подстилки и уменьшением увлажнения почв ведет к возникновению различий в видовой структуре чернотелок исследованных участков.

Таким образом, аридизация экосистемы, вызванная выпасом лошадей Пржевальского, приводит к сокращению мезофильных компонентов колеоптерофауны (*Crypticus quisquilius*, *Oodoscelis polita* и т.д.), в то же время повышается численность ксеробионтных видов жесткокрылых, среди которых *Gonocephalum pusillum* и *Opatrum sabulosum*. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что существует значительный отклик в популяции жуков-чернотелок на воздействие копытных животных. Следовательно, можно сделать вывод о том, что в составе комплексного мониторинга данное семейство жесткокрылых является важным компонентом в исследовании степени пастбищной деградации почв. Макрофауна участка 1 обладает видовым богатством, характерным для целинной степи, то есть влияние 5 –ти летнего выпаса лошадей Пржевальского не отразилось на видовом составе почвенных насекомых. Доказательством тому является присутствие среди них видов, характерных для целинных степных экосистем – *Blaps halophile* и *Oodoscelis polita*. В течение всего вегетационного сезона общая численность членистоногих и насекомых на участках №1 и №2 характеризовалась как примерно одинаковая. К концу лета на участке №3 исчезли влаголюбивые виды и возросла численность жужелиц, в основном за счёт появления ксеробионтных видов – *Cymindis lateralis*, *Calathus ambiguus*, *Calathus erratus*, в то время как целинный вид – *Taphoxenus rufitarsis* – более не регистрировался. В целом состав энтомофауны изменился в сторону ксеробионтных видов. По этому показателю можно судить о ксерофитизации условий обитания представителей коренной макрофауны в

результате некоторого снижения проективного покрытия растительности и подстилки. Таким образом, пастбищная нагрузка на целинные ландшафты нашла свое отражение в видовом составе степной энтомофауны.

На участке №4 влияние лошадей оказалось ощутимым – возросла доля ксеробионтов, среди них *Tentyria nomas*, *Cymindis lateralis*, *C. Scapularis*, что можно связать с большей изреженностью травостоя и преобладанием в фитоценозе эфемероидных однолетников.

Рассматривая влияние выпаса лошадей Пржевальского на насекомых заповедной степи невозможно не сказать о том, что с момента завоза лошадей отмечено обогащение энтомофауны, так в помёте на участках исследования №2, №3, №4 обнаружены новые для заповедника виды специализированных копрофагов из семейства пластинчатоусых жуков: *Aphodius nitidulus* F., *A. caspius* Men., *A. hydrochaeres* F., *A. subterraneus* L., *A. fimetarius* L., *Pleurophorus caesua* Pz., *Geotrupes mutator* Marsh. Для сравнения численности экземпляров по участкам за 2020–2023 гг. применялся непараметрический ранговый парный критерий Вилкоксона (Сазонов В.Ф., 2016). Выбор непараметрического критерия обусловлен ненормальностью распределения численности экземпляров на каждом из участков за каждый год наблюдений. В силу небольшого числа семейств экземпляров расчет статистической значимости проводился методом Монте-Карло (Соболь И.М., 1968). В результате применения критерия можно сделать вывод о том, что значимые изменения за период 2020–2023 гг. произошли только на третьем участке (значимость по методу Монте-Карло 0,018, что меньше обычно принятого уровня значимости 0,05, нулевая гипотеза об отсутствии различий отклоняется). На других участках значимых общих изменений численности экземпляров не произошло (значимости по методу Монте-Карло, например, не превышают пороговый уровень 0,05). Для сравнительного анализа численности экземпляров на всех участках за 2020 и 2023 г.г. использовался непараметрический ранговый Н – критерий Краскела-Уоллиса (Kruskal W.H., Wallis W.A., 1952). Такой выбор обусловлен ненормальным распределением численности экземпляров на каждом из участков за годы наблюдений. В силу небольшого числа экземпляров расчет статистической значимости проводился методом Монте-Карло. В результате проведенного анализа значимых отличий количества экземпляров как за 2020 г., так и за 2023 г. между участками не выявлено (значимости, рассчитанные методом Монте-Карло, не превышают пороговый уровень 0,05).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выполнения научного исследования сформулированы выводы, соответствующие задачам диссертационной работы:

1. Установлено, что многолетнее использование степного участка под выпас лошади Пржевальского сопровождалось сменой растительных ассоциаций в ряду целина (контроль) - среднесбитый участок или с типчаково-ковыльной (*Stipetum festucosum*) на полынково-типчаковую (*Festucetum artemisosum*). При этом наблюдалось сокращение видового разнообразия с 47 видов до 30, а площадь проективного покрытия растений уменьшилась со 100% до 60%, что свидетельствует о развитии пастбищной деградации на территории акклиматизационных загонов участка «Предуральская степь» государственного заповедника «Оренбургский».

2. В ряду контроль-среднесбитое пастбище наибольшей вариабельностью в конечных показателях характеризовалась плотность почв. В слое 0-10 см отмечен рост

плотности с 1,03 до 1,20 г/см³, повлекший за собой изменение в водопроницаемости черноземов. По причине переуплотнения почв отмечен рост времени фильтрации влаги со 140 мм/час на контроле до 63 мм/час на черноземе среднего сбоя. Исходя из данных, полученных при анализе структурно - агрегатного состава исследуемых черноземов, можно судить о том, что изменения, происходящие в профиле, связаны с разрушением почвенных агрегатов до микроагрегатов, а не с полным их разрушением до механических отдельностей.

3. Выявлено, что по мере возрастания пастбищной нагрузки активность целлюлозоразлагающей микрофлоры на участках исследования снижается на 22,45 % в 2020 году, и на 26,9 % в 2023 году. Каталазная активность на опытных участках за годы наблюдения, сократилась на 14,75 %. Не смотря на сокращение активности каталазы по обогащенности почв ферментами все участки исследования характеризовались как средне обогащенные. На участках исследования за годы наблюдения отмечалось сокращение содержания гумуса на 8,41±0,03 %. Отмечено преобладание гуминовых кислот, что относит гумус исследуемых почв к гуматному типу с динамикой показателя Сгк/Сfk от 2,84 (контроль) до 2,22 (средний сбой).

4. Анализ видового разнообразия *Carabidae* показал, что в ряду контроль-среднесбитое пастбище доминантами становятся миксофитофаги (р. *Harpalus*), так как их способность к смешанному питанию создает больше возможностей для выживания. В то время как зоофаги (р. *Poecilus*), с повышением ксерофитизации ландшафта в численности сокращаются, так как местообитания утрачивают большое количество сапрофагов и фитофагов – источника пищи зоофагов. Однако, для зоофагов трещеных, таких как *Cymindis*, изреженный травостой дает больше возможностей для укрытия и охоты. В видовом составе *Tenebrionidae* на среднесбитом пастбище отмечено сокращение мезофильных видов *Crypticus quisquilius* и *Oodoscelis polita* и получают распространение сухостепные виды *Gonocephalum pusillum* и *Opatrum sabulosum*.

Исходя из оценки состояния почвенно-растительного покрова в акклиматационных загонах участка «Предуральская степь» за годы реинтродукции лошадей Пржевальского можно говорить о том, что экологическая емкость загонов составляет 0,11 особей на гектар, что может служить верхней границей при расчете допустимой численности особей лошади Пржевальского на организуемых в будущем центрах реинтродукции вида в степной зоне России. Также следует учитывать, что в загонах участка «Предуральская степь» у лошадей поддерживается идеальная обеспеченность водой и в случае недостаточного количества источников воды на новых территориях будет резко возрастать пастбищная нагрузка на прилегающие к водопоям экосистемы. В связи с чем требуется проведение постоянного мониторинга состояния почвенно-растительного покрова в зонах наибольшей пастбищной нагрузки.

Представленные в работе результаты определения скорости развития деградационных процессов в экосистемах в дальнейшем планируется использовать при расчете экологической емкости территории новых центров реинтродукции лошади Пржевальского в степных ООПТ, в рамках национального проекта «Экология», федерального проекта «Сохранение биоразнообразия и развитие экологического туризма» и стратегии восстановления лошади Пржевальского до 2030 года в Российской Федерации.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Всего по теме диссертации опубликовано 11 научных работ. Ниже представлены основные работы.

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки

1. Влияние лошади Пржевальского (*Equus ferus przewalskii*) на почвенно-растительный покров территории государственного степного природного заповедника «Оренбургский» / А.М. Русанов, М.А. Булгакова, Р.Т. Бакирова, Е.А. **Булгаков** // Использование и охрана природных ресурсов в России. - 2024. - № 1 (177). - С. 3-11.

2. Гурьянов, С.И. Связь индивидуальных и социальных характеристик поведения в контексте достижения успешной адаптации на примере холостяковой группы полувольной популяции лошади Пржевальского в Оренбургском заповеднике / С.И. Гурьянов, А.А. Ксенофонтова, Е.А. **Булгаков** // Самарский научный вестник. - 2024. - Т. 13. - № 1. - С. 17-23.

3. **Булгаков, Е.А.** Предварительная оценка воздействия лошади Пржевальского на мирмекокомплексы (*Hymenoptera, Formicidae*) участка Предуральская степь в оренбургском заповеднике / Е.А. **Булгаков**, М.А. Арбузов, М.А. Булгакова // Самарский научный вестник. - 2022. - Т. 11. № 1. - С. 31-35.

Статьи, опубликованные в журналах, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science

4. The space use by Przewalskis horses of the semi-free population during first years after their reintroduction to Orenburg state nature reserve, Russia / D. Klich, T.L. Zharkikh, R. Łopucki, R.T. Bakirova, Е.А. **Bulgakov**, V.Yu. Petrov // Nature Conservation Research. - 2019. - Т. 4. № S2. - С. 41-48.

5. The initial stage of the development of the semi-free population of the Przewalskis horse in the Orenburg state nature reserve (Russia) / R.T. Bakirova, T.L. Zharkikh, Е.А. **Bulgakov** // Nature Conservation Research. - 2019. - Т.4. - № S2. - С.49-56.

Статьи, опубликованные в сборниках материалов конференций

6. Жарких, Т.П. Демографические показатели полувольной популяции лошади Пржевальского в государственном природном заповеднике «Оренбургский», Россия, в первые годы после начала программы реинтродукции / Т.П. Жарких, Р.Т. Бакирова, Е.А. **Булгаков** // В сборнике: Проблемы зоокультуры и экологии. Сборник научных трудов. Департамент Культуры Москвы; Евроазиатская Региональная Ассоциация зоопарков и аквариумов; ГАУ «Московский государственный зоологический парк»; ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА им. К.И. Скрябина». Москва, 2020. - С. 74-84.

7. К вопросу о применении индекса поведенческого разнообразия в оценке уровня благополучия животных / С.И. Гурьянов, А.А. Ксенофонтова, Л.В. Маловичко, Е.А. **Булгаков** // В сборнике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Неделя студенческой науки». Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина». Москва, 2023. - С. 531-533.

8. **Булгаков, Е.А.** Экологический эксперимент как инструмент определения оптимальной нагрузки поголовья лошади Пржевальского (*Equus ferus przewalskii*) на заповедные ландшафты настоящей степи Южного Урала // Е.А. Булгаков, А.М. Русанов, М.А. Булгакова // В сборнике: Проблемы экологии Южного Урала. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 25-летию кафедры биохимии и микробиологии. Оренбург, 2023. - С. 65-68.

БУЛГАКОВ Евгений Александрович

**ВЛИЯНИЕ ВЫПАСА ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО НА ЭКОСИСТЕМУ
ЗАПОВЕДНОЙ СТЕПИ**

1.5.15. Экология (биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Подписано в печать 25 сентября 2025 г.

Формат 60×90/16. Объем – 1,0 усл. печ. л

Тираж 100 экз. Заказ № 36

Отпечатано в: ИП Востриков П.В.

460000, г. Оренбург, ул. Плеханова, 13

Тел.: 8(3532) 25-33-60

e-mail: rapoliart@gmail.com