

ISSN 2712-8628



ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

STEPPE SCIENCE

2021

№ 3

РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЕ
НАУЧНОЕ СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ

ИНСТИТУТ СТЕПИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
INSTITUTE OF STEPPE OF THE URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

STEPPE SCIENCE

3

2021

ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ. 2021. № 3

Издание «Вопросы степеведения» основано по решению ученого совета Института степи УрО РАН в 1999 году.

Главный редактор академик РАН А.А. Чибилёв

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Науки о Земле

Тишков А.А., член-корр. РАН, д.г.н.
Хорошев А.В., д.г.н.
Черных Д.В., д.г.н.
Дмитриева В.А., д.г.н.
Коронкевич Н.И., д.г.н.
Кочуров Б.И., д.г.н.
Васильев Д.Ю., к.ф.-м.н.
Рябинина Н.О., к.г.н.
Ахмеденов К.М., к.г.н.
Пашков С.В., к.г.н.
Левыкин С.В., проф. РАН, д.г.н.
Петрищев В.П., д.г.н.
Чибилёв А.А. (мл.), к.э.н.
Павлейчик В.М., к.г.н.
Сивохип Ж.Т., к.г.н.
Мячина К.В., к.г.н.
Грошева О.А., к.г.н.
Рябуха А.Г., к.г.н.
Дубровская С.А., к.г.н.
Вельмовский П.В., к.г.н.
Филимонова И.Ю., к.г.н.
Святоха Н.Ю., к.г.н.

Общая биология

Сафронова И.Н. д.б.н.
Агафонов В.А., д.б.н.
Артемяева Е.А., д.б.н.
Литвинская С.А., д.б.н.
Намзалов Б.Б., д.б.н.
Силантьева М.М., д.б.н.
Суяндукоев И.В., д.б.н.
Ширяев А.Г., д.б.н.
Самбуу А.Д., д.б.н.
Куст Г.С., д.б.н.
Кучеров С.Е., д.б.н.
Дёмина О.Н., д.б.н.
Дарбаева Т.Е., д.б.н.
Брагина Т.М., д.б.н.
Нурушев М.Ж., д.б.н.
Спасская Н.Н., к.б.н.
Сорока О.В., к.б.н.
Бакиев А.Г., к.б.н.
Ткачук Т.Е., к.б.н.
Кин Н.О., к.б.н.
Калмыкова О.Г., к.б.н.
Барбазюк Е.В., к.б.н.

Сельскохозяйственные науки

Кулик К.Н., ак. РАН и РЭА, ак. РАСХН, д.с.-х.н.
Савин Е.З., д.с.-х.н.
Гулянов Ю.А., д.с.-х.н.
Часовских Н.П., д.с.-х.н.
Мушинский А.А., д.с.-х.н.
Трофимов И.А., д.г.н., к.б.н.
Христиановский П.И., д.б.н.

Издание «ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ» зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство – ЭЛ № ФС77-79189.
ISSN – 2712-8628.

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Учредитель издания:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук.

Ответственный секретарь редакции:

к.г.н., доцент, с.н.с. Филимонова И.Ю.

+7 (3532) 77-44-32

E-mail: steppescience@mail.ru

Адрес редакции: 460000, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11.

© Институт степи УрО РАН, 2021

Подписано к изданию – 21.09.2021
Дата выхода номера – 23.09.2021

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Кин Н.О., Струков Р.О. БЕЛЛИГЕРАТИВНЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАК ФОРМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА	4
Савин Е.З., Березина Т.В. ОЦЕНКА КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАВОЛЖСКО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА	19
Березина Т.В., Савин Е.З. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ ВИДЫ СОРТА РОДА MALUS MILL. ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАВОЛЖСКО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА	27
Шайфуллин М.Р. ДИНАМИКА И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГОЛОВЬЯ ЛОШАДЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	37

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Прищепов А.В., Мячина К.В., Йоханнес Камп, Смелянский И.Э., Дубровская С.А., Ряхов Р.В., Грудинин Д.А., Яковлев И.Г., Уразалиев Р. МНОЖЕСТВЕННЫЕ ТРАЕКТОРИИ ФРАГМЕНТАЦИИ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ, ИХ ДЕГРАДАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	45
Чибилёв А.А. (мл.), Григорьевский Д.В., Мелешкин Д.С. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫЯВЛЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ ПРОСТРАНСТВЕННОМУ РАЗВИТИЮ РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ	69
Святоха Н.Ю., Филимонова И.Ю. РАЗВИТИЕ САМОДЕЯТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ	85

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Гулянов Ю.А., Ярцев Г.Ф., Байкасенов Р.К. УЧАСТИЕ ЗЕРНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ВОСТОЧНОЙ ПРИРОДНО- КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ В ФОРМИРОВАНИИ ВАЛОВОГО УРОЖАЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	95
Гулянов Ю.А., Поляков Д.Г., Грошева О.А. СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ УСТОЙЧИВОМУ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЮ И УРОЖАЙНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ЗЕМЛЕДЕЛИИ СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ	105

БЕЛЛИГЕРАТИВНЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАК ФОРМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**Н.О. Кин¹, Р.О. Струков²**¹Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург²Главное управление МЧС России по Воронежской области, Россия, Павловск

e-mail: kin_no@mail.ru

Военная деятельность является одной из ведущих в системе экологических рисков и безопасности. Результатом проведения войн во все времена являются беллигеративные ландшафты. Цель работы – показать влияние военных действий (бывших, настоящих, прогнозируемых) как мощного экологического фактора на природные экосистемы. Используя литературные данные проведен анализ военных действий в разные периоды существования человека. Предложена схема типов военного воздействия на экосистемы в историческом аспекте. Особое внимание уделено видам применяемого оружия и его усовершенствованию. Рассмотрен урон, наносимый ландшафтам и его компонентам. Авторы приходят к выводу: война никогда не закончится, она имеет динамические изменения по территориальному охвату, активности, применения оружия. Для войны меняются идеи, экономические и политические причины, но всегда это сопряжено с риском, который в любой момент может обернуться экологической катастрофой.

Ключевые слова: военные действия, оружие массового уничтожения, нарушенный ландшафт, экологические риски.

Введение

Поверхность Земли постоянно изменяется под воздействием внутренних и внешних природных факторов, но наибольшее влияние на окружающую среду оказывает деятельность человека. Одним из специфических и широко распространенных видов антропогенного влияния является военная деятельность, которая оказывает наиболее серьезную деградацию природно-территориальных комплексов (ПТК) [1]. Военная деятельность, как техногенно-антропогенный фактор, сыграла важную роль в деградации ландшафтных комплексов и ухудшении экологической обстановки, что привело к формированию беллигеративных ландшафтов и расширению площади земель, непригодных для использования [2].

В период войн предпринимаются специально организованные военные действия с целью ухудшить полностью или частично экологическую обстановку. В дальнейшем это приводит к изменению природного потенциала ландшафтов, меняется их структура и свойства, ослабляется устойчивость ПТК [3]. Происходят значительные потери в флористическом и фаунистическом отношении: утрачиваются редкие и уникальные виды, нарушаются/разрушаются естественные биоценозы, что ведет к изменению вещественно-энергетического баланса живой системы ландшафта. Помимо зон непосредственных разрушений обширные площади занимают военные укрепления, которые также не предусматривают сохранения природных объектов живой и неживой природы.

Сегодня экологические катастрофы воспринимаются скорее как чрезвычайные ситуации, нежели как катастрофы, спровоцированные нарушениями законов экогенной и техногенной безопасности. Общество практически утратило чувство опасности по поводу объективно назревающей экологической катастрофы.

Важнейшими экологическими угрозами, вызванными расширением производственной и военной деятельности человечества, являются загрязнение атмосферы, отравление водных ресурсов, повышение естественного радиационного фона, захоронение отходов экологически опасных производств (в том числе атомной и химической промышленности), последствия

испытания оружия массового поражения (ОМП) и оружия на новых физических принципах [4, 5].

Цель работы – показать влияние военных действий (бывших, настоящих, прогнозируемых) как мощного экологического фактора на природные экосистемы.

Материалы и методы

Согласно терминологическому словарю [6], под беллигеративными ландшафтами понимают ландшафтные комплексы, обязанные своим возникновением военной деятельности. Являясь особой формой техногенных ландшафтов беллигеративные комплексы, как и любые техногенные, располагаются без учета природных условий. Так как воздействие военных действий не ограничивается локальным воздействием, выделяют собственно беллигеративные и косвенно беллигеративные комплексы. *Собственно беллигеративные комплексы* – комплексы, образующиеся в результате непосредственного воздействия военного фактора. К ним относятся: беллигеративные воронки, дорожно-беллигеративные и беллигеративно-техногенные комплексы, военно-технические сооружения, оборонительные валы, беллигеративные бедленды, разрушенные мелиоративные системы и селитебные комплексы. *Косвенно беллигеративные комплексы*: все комплексы, которые находятся в пределах зоны влияния собственно беллигеративных комплексов и образуются в результате опосредованного воздействия военного фактора.

Все современные страны, независимо от того находятся ли они в состоянии действующего военного конфликта или состоят в мирных внутренних и внешних взаимоотношениях, имеют тот или иной объем военно-промышленных комплексов. Военно-промышленный комплекс (ВПК) – совокупность объектов деятельности, используемых для разработки производства, испытания и утилизации оборонной продукции и услуг [7]. Так, ВПК по воздействию на окружающую среду в целом соответствуют беллигеративным комплексам. Отличие в том, что собственно беллигеративные комплексы возникли под действием военного фактора, а военно-промышленные комплексы созданы в относительно мирное время. Также следует учесть и территориальные параметры, где земельные отводы имеют специальный статус и достаточно многообразны (базы, лагеря, арсеналы, полигоны, запретные и позиционные зоны и т.д.).

ВПК, как и беллигеративные комплексы являются крупнейшим потребителем природных, людских, финансовых, энергетических и других материальных ресурсов [8, 9]. С экологической точки зрения предприятия ВПК выступают как загрязнители окружающей природной среды отходами, выбросами и сбросами. По оценке Госкомэкологии РФ суммарный эффект воздействия ВПК на окружающую среду в мирное время сопоставим с влиянием одной из отраслей промышленности среднего масштаба.

Учеными неоднократно предпринимались попытки классифицировать биллигеративные ландшафты. С учетом того, что эти ландшафты возникли в разное время, под действием различных военных действий и применяемого оружия, сделать единую классификацию достаточно сложно. Кроме того, следует учесть, что такие ландшафты возникают в результате особой антропогенной деятельности и достижение их климаксового состояния во времени не установлено. В основном, ученые выделяют 4 периода в изучении роли военного фактора в изменении структуры ПТК [10, 11]. С целью проследить за особенностями военного фактора по типу воздействия и месту проведения мы последуем примеру коллег и также остановимся на 4 периодах: древнем, среднем, новом и новейшем.

Результаты и обсуждение

Для каждого периода укажем особенности военных действий, на основе которых отметим объем, тип и сферу воздействия. Также важным моментом является оружие, используемое человеком в разные этапы военных действий (рис. 1).

По времени военных действий. Древний период войн начинает отсчет от начала человеческих взаимоотношений до падения Римской империи (V в. н.э.). Средний период соответствует Средневековью (IV-XIV вв.), включая эпоху Возрождения (XV-XVII вв.). Новый период охватывает историю военных действий, происходящих в новой истории (XVII-XIX вв.). Новейший период соответствует военным условиям, складывающимся в мире с XX в. Несмотря на то, что деление на предложенные военные периоды условно – последствия их имеют свое отображение в каждый период времени [12].

По типу применяемого оружия. Различают оружие массового уничтожения, к которому относят: биологическое, химическое и ядерное. Другие виды оружия, не относящиеся в классическом понимании к массовым, при определенных ситуациях также могут стать таковыми.

Стоит отметить, что по ходу усовершенствования оружия массового уничтожения, такого как биологическое и химическое, изначально не охватывали такого масштаба воздействия. Поэтому как в схеме, так и в описании того или иного периода учтены такие моменты.

Действие *биологического (бактериологического)* оружия основано на использовании болезнетворных организмов (вирусов, бактерий, риккетсий, грибков) для ослабления и уничтожения живых организмов, а также для порчи некоторых материалов и снаряжения [13]. Бактериологическое оружие (БО) тесно связано с химическим оружием [14, 15].

БО массового назначения стали заниматься в начале XX в. Готовились бомбы с ботулическим токсином, сибирской язвой. В СССР разработкой и реализацией биотехнологических программ занимались 18 НИИ с 42000 сотрудниками, 6 заводами, были построены крупное хранилище биоматериалов и полигон. Создавались «боевые» штаммы, обеспечивающие высокую летальность, проводились испытания БО снарядами, бомбами, ракетами. Опасения вызывает разработка нового оружия – биохимического, не попадающего под Конвенции о химическом и биологическом оружии [16, 17].

Химическое оружие (ХО), предназначенное для смертельного поражения или умышленного причинения вреда живым организмам за счет его токсических свойств, а также для разрушения или приведения в негодное для эксплуатации состояние материальных средств [18]. ХО применяют в артиллерийских снарядах, минах, авиационных бомбах, ракетах, гранатах, шашках, системах баллонного газопуска и пр.

История ХО, как оружия массового уничтожения, насчитывает около 150 лет, однако попытки международно-правовой регламентации его применения заканчивались неудачей, и в 20 из 70 интенсивных конфликтов и войн XX в. использовались отравляющие вещества (ОВ). Известно, что во время второй мировой войны в СССР боеприпасы и емкости наполняли ипритом, люизитом и их смесями, синильной кислотой, фосгеном. После войны началось производство ОВ нового поколения – фосфорорганических (зарин, зоман, ви-газ). Часть устаревших запасов уничтожали или хоронили с грубейшими нарушениями экологической безопасности.

Состояние хранения многих ОВ вызывает тревогу – это, прежде всего, хранение в емкостях люизита, иприта, смесей. Такие объекты являются зонами потенциального экологического бедствия, да и уже сложившаяся там экологическая ситуация весьма напряженная. Перевозить ОВ невозможно, поэтому необходимо строить специальные объекты здесь же, в местах хранения, и проводить уничтожение под международным контролем. Наиболее сложная проблема – уничтожение запасов ХО безопасным, с экологической точки зрения способом.

Ядерное оружие (ЯО) – оружие взрывного действия, основанного на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся при цепных реакциях деления тяжелых ядер некоторых изотопов урана и плутония или в ходе реакций синтеза легких ядер. Охватывая значительную территорию с зонами от полного до слабого поражения, ЯО предназначено для массового поражения живых организмов, разрушения различных сооружений и техники.

Это сложный и самый разрушительный тип военного воздействия обладает целым рядом поражающих факторов: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение, электромагнитный импульс.

ЯО породило большое количество серьезных проблем мирового масштаба – экологических, экономических, политических, социальных, нравственных. Часть из них связана с историей его создания и использования, часть – с распространением и сохранением [9].

В настоящее время существует несколько сценариев возможных последствий ядерной войны. Главная особенность ядерной войны – ее многосторонность, при которой трудно отличить прямые воздействия от косвенных. Скорее речь идет о времени разрушительного воздействия: одни последствия будут проявляться сразу, другие – через разные промежутки времени. Первые – это изменения литогенной основы, растительности, вторые – изменения климата, газового состава атмосферы, циркуляции воздушных и водных масс. В случае локального или глобального ядерного конфликта в атмосферу одновременно будут выброшены колоссальные объемы дыма и пепла. Почти все ученые сходятся на том, что климатические изменения будут, неясно лишь, что это будут за изменения. Одни склонны говорить о резком и значительном повышении температуры, другие – о ее падении до арктических значений, третьи – о незначительном изменении температурных графиков [19]. Все это, в совокупности с воздействием излучения, приведет к глобальному экологическому кризису, и поставит под сомнение саму возможность жизни на Земле.

Сегодня ЯО, рассматривается главным образом не как средство ведения войны, а как инструмент политического давления, сдерживания или устрашения других стран [20].

Геофизическое оружие (ГО) представляет собой совокупность средств, позволяющих использовать разрушительные силы неживой природы в военных целях посредством искусственно вызываемых изменений физических свойств и процессов, протекающих в литосфере, атмосфере и гидросфере Земли [21-23]. Несомненно, в таком объеме геофизическое оружие встает в ряд оружия массового уничтожения. Разработка этого вида оружия еще только набирает обороты, тем не менее, некоторые элементы использования природных объектов как оружия отмечаются на ранних этапах ведения военной деятельности [24].

Теперь на смену ядерному противостоянию сторон может прийти не такое заметное, но ничуть не менее действенное экологическое противоборство.

В настоящее время можно выделить разновидности ГО исходя из структуры природных сфер [25]: метеорологическое, гидросферное, литосферное, климатическое. Особое место в структуре ГО занимает биологическое оружие, применение которого позволяет воздействовать не только на биосферу, но и на генотип всех организмов.

Информационная война – это разновидность боевых действий, в которых ключевым объектом воздействия является информация. Оружием информационной войны становятся методы обработки информации, которые используются для широкомасштабного, целенаправленного, быстрого и скрытного воздействия на военные и гражданские информационные системы противника с целью подрыва его экономики, снижения степени боеготовности и боеспособности. Такой тип оружия напрямую не приносит видимого вреда окружающей среде, но особенностью информационной войны является то, что она может вестись как самостоятельно, так и в сочетании с другими видами боевых действий [26].

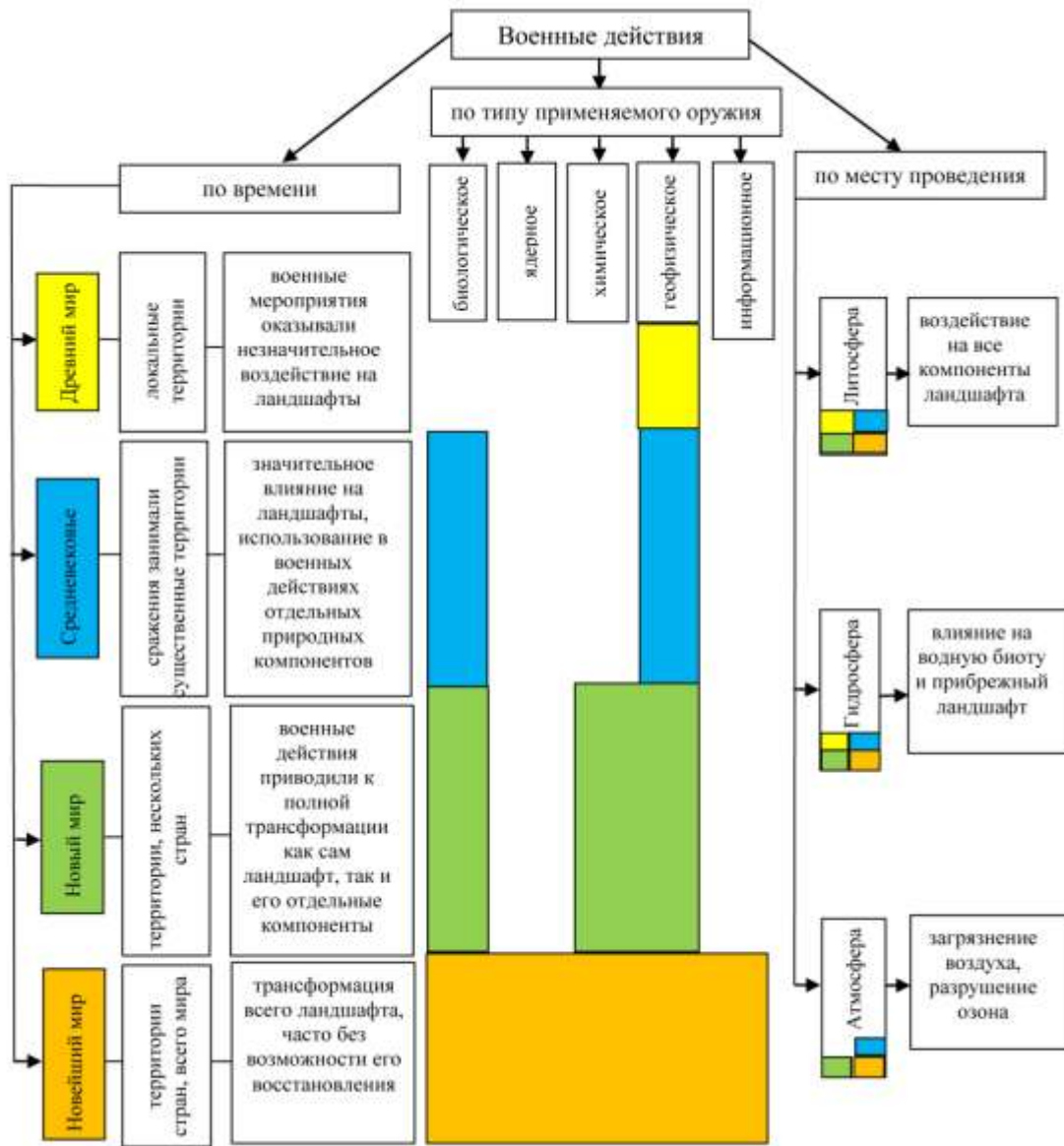


Рисунок 1 – Схема типов военного воздействия на экосистемы в историческом аспекте

Древний мир. Несмотря на многочисленные войны техногенная нагрузка на ландшафты почти отсутствовала. Беллигеративные комплексы занимали незначительные территории. Так как в это время человек целиком и полностью зависит от окружающей природы, то и использует в первую очередь ее в военных действиях. Здесь можно говорить о начальном этапе применения геофизического оружия. С целью обороны воинами того времени изменялись ландшафты, которые сохранились с тех времен и заметны в виде курганов и валов. *Курганы* правильной округлой формы (чаще это могильники и сторожевые курганы) возрастом от нескольких сотен лет до тысячелетий, в степях поднимаются на высоту до 6 м. *Земляные оборонительные валы*, возрастом 500 и более лет, – остаток засечных оборонительных линий, сооружались для охраны границ от нашествия кочевников. Валы воздвигались на плоских степных водоразделах, где не было естественных преград.

Курганы и оборонительные валы оказались неудобными при развитии сельского хозяйства и в настоящее время, среди распаханных полей, эти преобразованные в древности ландшафты являются прибежищем для естественной степной растительности.

Если в целом ландшафты не претерпевали значительных изменений, то компоненты этих ландшафтов несли значительные ущербы. Люди укрепляли свои поселения

простейшими сооружениями: рвами, ловчими ямами и засеками. Рвы разрушали структуру почвы и целостность дерна, что вызывало эрозию почвы. Рвы большой протяженности могли нарушить пути миграции некоторых видов животных. В ловчих ямах, заблаговременно подготовленных для врага, гибли животные, особенно часто в ловушках, размещенных на лесных тропах.

Природные объекты также часто использовали как оружие. Например, подрубали деревья в лесу и валили их, когда в лес вступило вражеское войско. Здесь можно вспомнить и об отравлении источников воды, пожарах. Особое пристрастие к палам испытывали жители степей т.к. в степи огонь быстро распространяется на огромные территории. Несмотря на примитивность этих методов, их применяли и в более поздних войнах.

Средневековье. С развитием военного мастерства увеличивались масштабы и разнообразие бelligеративных ландшафтов [27]. По сравнению с предыдущим периодом, разрушения оказались более значительными и направленными преимущественно на некоторые компоненты ландшафтов, в частности на растительный покров, что повлияло на сокращение животного мира. Результатом войн этого периода стало снижение плодородия почв, которое отмечали несколько поколений.

Средневековая война – наследница античных войн [28]. В средние века жизнь человека, оставалась зависимой от природно-климатических условий. В раннем Средневековье, климат был влажным и теплым, большую часть Европы покрывали леса [29]. На войне природу, в первую очередь леса, уничтожали целенаправленно, с целью лишить противника укрытий и средств к существованию. В результате территории, некогда покрытые лесной растительностью, трансформировались в пустынные земли с перевиваемыми песками (*примером может служить т.н. зеленый полумесяц – территория от дельты Нила через Палестину и Месопотамию к Индии, а также Балканский полуостров. В результате уничтожения лесов эти земли превратились в пустынный ландшафт. Лишь в наши годы леса на этих территориях начали восстанавливаться*).

Еще одним из примеров применения геофизического оружия служит Карфаген. После его разгрома римляне засыпали плодородные земли в его окрестностях, сделав их непригодными не только для земледелия, но и для произрастания большинства видов растений. С учетом жаркого климата с небольшим количеством осадков это привело к опустыниванию земель.

Войны этого периода не были столь частыми и длительными, чтобы повлечь за собой непоправимые разрушения, за исключением отдельных местностей [29]. Наиболее распространенной формой в начале среднего периода были набеги, в последующем приоритет остается за затяжными войнами, которые продолжались от нескольких десятков лет до столетий.

Наглядным примером являются русско-половецкие войны (XI-XIII вв.), разворачивающиеся на степных территориях. Многолетнее противостояние восточных славян степным кочевникам выработало определенную модель отношений, в которую были вынуждены вписаться и половцы. Основной силой половецких воинов были отряды лёгкой кавалерии, вооружённой луками, саблями и копьями. Не отставали в военном искусстве и русские. Воины обеих противоборствующих сторон делали значительные переходы по степным просторам.

Половцы использовали тактику внезапных нападений и действовали чаще против слабо защищённых деревень. Реже атаковали укрепленные крепости, применяя тяжёлые самострелы и «жидкий огонь» [30-32].

В первой половине XIII века русские и половцы стали жертвами монгольских завоеваний. Особенно совершенства монгольские воины достигли в искусстве штурма крепостей, для чего использовали баллисты, катапульты, машины для метания горшков с зажженной нефтью, штурмовые лестницы и пр.

В это время степные просторы являлись ареной для проведения военных действий с перемещением значительных человеческих масс и животных, в первую очередь лошадей и верблюдов, передвижения многочисленных караванов, перевозивших не только провиант, но и необходимое военное снаряжение.

В целях защиты от нападений актуальными остаются оборонительные валы и сооружения в виде рвов и ловчих ям. Степной ландшафт был изменен также сторожевыми и могильными курганами. Значительные степные территории выгорали после использования воинами огневого оружия и целенаправленных палов.

Крупнейшими бедствиями средних веков были не только войны, но и их следствие: голод, болезни, эпидемии.

В конце Средневековья европейцы начали освоение новых земель путем колонизации. Несомненно, этот процесс нельзя однозначно назвать мирным. Различают военную (внешнюю) и внутреннюю колонизации. Военная колонизация проходила с захватом новых земель. Внутренняя колонизация имела в большей степени позитивные последствия: население Европы удвоилось, удалось избавиться от постоянного голода. Развитие сельского хозяйства позволило сократить пользование природных объектов в пище и быту. К XIV в. развитие Европы замедлилось. При росте населения рос спрос на продукты питания. Европу охватил голод, который в последующие годы стал повторяться и привел к тяжелым социально-экономическим и эпидемиологическим последствиям. Наиболее значимый ущерб средневековая Европа понесла от чумы, которая проявлялась в двух формах: бубонной и легочной. Вторая форма была страшнее, потому что от нее умирали все заболевшие. Заметив, что смертельное заболевание быстро распространяется от человека к человеку, люди применили первый опыт биологической войны: они забрасывали трупы умерших от чумы людей в города, которые хотели захватить (*«...в октябре 1347 в порт Мессина на Сицилии прибыл корабль. На веслах сидели люди, тела которых были покрыты темными пузырями, кровоточащих и гноились. Моряков мучили боли, они умирали через несколько дней после появления признаков болезни. Корабль приплыл из Кафы (ныне Феодосия), жители которой бежали из города, окруженного монголами. Последние из отчаяния, что не могут захватить город, забросили за стены несколько трупов умерших от чумы. В городе началась эпидемия, и жители бежали. Они прибыли в Сицилию. Вместе с ними сюда добрались корабельные крысы, которые вместе с блохами были разносчиками заразы. Так распространилась эпидемия, названа «Черной смертью»*) [29].

Очевидно, что между войнами Средневековья и Нового времени есть постепенный переход, преобразования как на практическом уровне, так и на уровне ментальности.

Новый мир. В этот период увеличились масштабы бelligеративных ландшафтов: появилась военная техника и огнестрельное оружие; интенсивные движения войск и многочисленные войны привели к усилению негативных последствий военной деятельности и активной трансформации всех компонентов и свойств ландшафтов [33]. Этот период был насыщен изнурительными войнами [34]. Примерами являются: тридцатилетняя война (1617-1640 гг.), в которую были вовлечены все континентальные западноевропейские страны; войны XVIII в., продолжавшиеся 20 лет (Северная война), 13 лет (война за испанское наследство), 7 лет (Семилетняя война). Общее число жертв того времени составило 5 млн. 200 тыс. чел.

С приходом к власти во Франции Наполеона вся Европа вступила в период войн, по количеству жертв оставившие позади все войны, которые до этого прошли в Европе.

Насыщен был кровопролитными войнами и весь XIX век. В числе этих войн – русско-персидская (1826-1828 гг.), русско-турецкие войны, австро-сардинская, прусско-датская войны середины XIX века, Крымская война (1853-1856 гг.), Франко-Прусская война и другие. Число убитых в войнах между отдельными государствами в период с 1815 г. по 1897 г. составило около 210 тыс. человек. По абсолютному большинству погибших за этот период выделяются Россия, Франция, Турция. В эти же годы происходило немало

национально-освободительных и гражданских войн, которые унесли сотни тысяч человеческих жизней. На протяжении XIX в. проходили и колониальные войны, в которых участвовали Англия, Франция, Испания, Италия и др. Общее количество солдат и офицеров европейских армий, убитых в колониальных войнах за 1815-1897 гг., составило 106 тыс. [34].

Приведенная выше информация определяет новый мощный военный фактор воздействия на природу – перемещение значительных масс людей, снаряжения и вооружения. Особенно сильно это стало проявляться в XX веке, когда миллионы солдат, колеса и гусеницы десятков тысяч машин стали стирать в пыль землю, а их шумы и отходы загрязнять местность на много километров вокруг.

В этот период добавляется еще один тип военного воздействия – химический. Достоверно известно, что в Античные, Средние века применялись зажигательные керамические снаряды для метательных орудий снаряженные смолой, серой и сушёными листьями растений. При горении этой смеси выделялся удушливый дым, затруднявший тушение пожаров. В XIX веке ядовитые вещества стали применяться в ходе боевых действий большого масштаба [35]. Действия газовых атак отражалось не только на людях, но неизменно вызывало отравления у животных. Пожары и дымовые завесы отравляли атмосферу и напрямую воздействовали на растительный покров.

Другой класс негативных воздействий на окружающую среду связан с применением двигателей. Первые – паровые двигатели – не наносили особого ущерба, кроме выброса огромного количества сажи. В конце XIX в. появились турбины и двигатели внутреннего сгорания, работающие на нефти. Первые военные двигатели вообще и нефтяные в частности появились на флоте. И если вред от паровых машин ограничивался копотью и выброшенными в море шлаками, скапливающимися на дне, то нефтяные двигатели не только выбрасывали копоть, но и сделали ее более вредной, а попадающая в море нефть наносила значимый ущерб водной экосистеме. На суше вред от моторов ограничился выхлопами и пятнами от нефтепродуктов на земле [36].

Также стоит отметить развитие артиллерии [37]. Древние пушки (XI в.) были тяжелыми, маломаневренными и стреляли на несколько десятков метров. Средневековые пушки также не имели значительного успеха в военных действиях из-за веса и непрочных пушечных стволов. Усовершенствованные пушки XVII в. прослужили воинам нового времени почти 200 лет. Появились пушки разного назначения, маневренности и дальностью стрельбы.

Стрельба из пушек наносила серьезный вред ландшафтам. На месте боевых действий в земле оставались многочисленные воронки, что нарушало растительный и почвенный покровы. Под обстрел попадали не только люди, но и животные. Даже если не говорить о прямом разрушительном воздействии на ландшафт, следует учесть шумовое загрязнение.

Все вышеперечисленное является основой для развития и усовершенствования военных действий новейшего периода.

Новейший мир. В современном ландшафте наиболее отчетливо прослеживаются следы (рвы, траншеи и пр.), связанные с I-й и II-й Мировыми войнами, когда в результате боевых действий деградированы тысячи километров земной поверхности. Металлолом от снарядов, находящийся в почве, приводит к потере плодородия и усложняет ее рекультивацию. Военные действия нарушают литогенную основу ландшафта, затрудняя тем самым и восстановление растительного покрова.

Наибольший ущерб природе был нанесен в войнах XX в. за счет новых мощных снарядов и двигателей. Силу новых снарядов предопределили взрывы гораздо большей мощности. Новые орудия стали посылать снаряды под большими углами, так что снаряды и падали на землю под большим углом глубоко проникая в почву. Главным в прогрессе артиллерии стало увеличение дальности стрельбы. Дальнобойность орудий увеличилась настолько, что они стали вести стрельбу за горизонт, по невидимой цели. Стрельба велась уже не по целям, а по площадям. В связи с изменением боевых порядков войск на смену

разрывным бомбам гладкоствольных орудий пришли шрапнель и гранаты. Обычные фугасы дают много осколков – это еще один фактор, поражающий как врага, так и природу [36].

В это время значительного развития достигла авиация. Бомбы, сброшенные с самолета, обладают большим зарядом, чем в артснарядах, имеют большое рассеяние и проникают глубоко в грунт. Помимо разрушения почв и уничтожения животных непосредственно взрывами и осколками снарядов, такие боеприпасы вызывают лесные и степные пожары. Помимо этого, они являются причинами загрязнений: акустического, химического, как продуктами взрыва и пороховыми газами, так и продуктами горения.

Вернемся к проблеме двигателей, отметим, что наибольший урон от введения нефтяных двигателей нанесен морю. Помимо выхлопных газов и некоторого количества нефти в воздухе над морем, одной из главных проблем военных кораблей, в частности и войны на море вообще, является гибель судов, которые оставляют огромные пятна нефти на поверхности и травят придонную фауну массой ядовитых синтетических веществ. Только за время II Мировой войны было потоплено более 10 тыс. кораблей и судов. Надо добавить и то, что огромные танкеры возят по морю нефть и нефтепродукты и являются у врага первостепенной целью уничтожения, т.к. без горючего техника превращается в металлолом.

Война на море имеет еще одну специфическую опасность для всего живого, связанную с особенностями водной среды – сила взрыва различных веществ и придание большой скорости снарядам или создание взрывной волны. На суше последний поражающий фактор является второстепенным, т.к. взрывная волна в воздухе невелика из-за малой плотности воздуха, и быстро затухает. Зато в воде ударная волна обладает сокрушительной силой. Во всех цивилизованных странах промысел рыбы с помощью динамита считается браконьерством. Если принимать взрыв шашки в несколько десятков грамм за варварство, то сотни тысяч взрывающихся в воде боеприпасов с зарядом сотни и тысячи килограмм – преступлением против всего живого [36].

В XX в. все виды вооружений получили свое развитие. Появились новые танки, авиация, ракеты. Хотя их сила была несоизмеримо выше, чем у старых видов, они также поражали за раз одного – несколько человек. Наиболее существенно в развитии вооружений в XX в. появление оружия массового поражения: химическое, бактериологическое и атомное. Военные действия сопровождаются разрушением природных и природно-антропогенных объектов, загрязнением окружающей среды химическими, биологическими, радиоактивными веществами и физическими излучениями.

Катастрофические экологические последствия вооружённой борьбы дополняются разрушительным воздействием на природу вооружённых сил в мирное время. Чаще всего значительный ущерб природе и человеку наносится в мирное время при производстве, испытании, эксплуатации и утилизации вооружения и воинской техники. Эти процессы оказывают, хотя и не столь интенсивное, как в военное время, но постоянное негативное воздействие на все без исключения элементы биосферы.

Есть и положительная сторона в организации современных ВПК. Левыкиным С.В. (2000) был выделен ряд принципов формирования степных охраняемых плакорных эталонов на основании анализа геоэкологических особенностей ландшафтной структуры Оренбургской области. Им отмечено, что наиболее крупные участки степных плакоров сохранились в настоящее время только на землях Министерства Обороны. В Оренбургской области находятся несколько подобных объектов, общей площадью 251 тыс. га: Донгузский, Орловский, Акжарский, Тоцкий полигоны.

Донгузский и Тоцкий полигоны являются действующими, поэтому изучение ландшафтного и биологического разнообразия этих территорий затруднительно.

Акжарский полигон был расформирован в середине 90-х гг. XX столетия. Высокая сохранность природных ландшафтов с преобладанием здесь степных солонцов и водораздельных плакоров в комплексе с солонцами позволила этой территории получить статус памятника природы «Акжарская степь».

Орловский полигон расформирован в конце 90-х гг. XX века. Особенности почвенного покрова и рельефа определили значительное фитоценотическое разнообразие естественных степных сообществ территории и в настоящее время на его землях расположились пятый участок Государственного природного заповедника «Оренбургский» и научный стационар Института степи УрО РАН. Оба участка успешно используются для реинтродукции диких степных животных, в частности лошади Пржевальского [38, 39]. При проведении рекогносцировочных исследований было отмечено, что данная территория наиболее полно отражает разнообразие и зональные особенности разнотравно-типчакково-ковыльных степей.

Важным является тот момент, что сохранение природного степного ландшафта на территориях бывших полигонов связано не с применением целенаправленных мер охраны, а со спецификой использования этих территорий в качестве военных полигонов [40].

Выводы

Военно-оборонительная деятельность во все времена оказывала негативное влияние не только на человека, но и на все природные экосистемы.

Во взаимоотношениях армии и природы присутствуют все риски и можно с большой уверенностью отметить, что военная деятельность является одной из ведущих в системе экологических рисков и безопасности.

Предприятия военно-промышленного комплекса (ВПК) в значительной части с экологической точки зрения выступают как обычные загрязнители окружающей природной среды отходами, выбросами и сбросами. Суммарный эффект воздействия ВС на окружающую среду в мирное время сопоставим с влиянием одной из отраслей промышленности среднего масштаба. Тем не менее, резкое сокращение или полное прекращение работы ВПК невозможно.

Военная деятельность, как техногенно-антропогенный фактор, сыграла важную роль в деградации ландшафтных комплексов и ухудшении экологической обстановки, что привело к формированию так называемых беллигеративных ландшафтов и расширению площади земель, непригодных для использования.

Человеческие войны получили свое начало с его возникновением. Вероятно, человек запрограммирован на уничтожение себе подобных или, что скорее всего, – это обычное природное явление названное внутривидовой конкуренцией. Среди всех живых организмов, существующих по тем же законам природы и вступающих во внутривидовую конкуренцию, человек превзошел всех. По мере развития человеческого общества и технического прогресса войны становились все более ожесточенными, и все сильнее влияли на природные экосистемы. Военные действия и их последствия приобретают катастрофический характер: наряду с уничтожением тысяч и миллионов военных и гражданских людей с лица Земли полностью или частично стираются природные ландшафты.

Проведя анализ применяемых типов оружия нет возможности указать на более или менее «нестрашное» или напротив, выделить самое страшное. Каждое из них имеет равную силу в уничтожении живого. Разница состоит лишь в том, каким образом будет проведено уничтожение. Следует отметить, что на сегодняшний день человек взял на вооружение саму природу (геофизическое оружие) и направил ее против самой себя.

В военной деятельности из трех этапов (подготовительного, военного и поствоенного) последний остается самым рискованным, по сути – это мина замедленного действия. Накопленные в результате военных действий последствия могут в любой момент времени негативно отобразиться на природе и в первую очередь на биосфере.

Еще одной опасностью обладает хранение и утилизация оружия, которая практически слабо отработана на практике.

В таком случае, опираясь еще одну градацию военных действий (активная и пассивная), укажем, что активная – это сами военные действия, а пассивная – это те процессы, которые мы уже не контролируем, но они происходят непосредственно на местах военных действий, захоронениях орудий (оружий) и их производствах.

Приходим к выводу: война никогда не закончится, она имеет динамические изменения по территориальному охвату, активности или пассивности, применения того или иного оружия. Для войны меняются идеи, экономические и политические причины, но всегда это сопряжено с риском, который в любой момент может обернуться экологической катастрофой.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке государственной тематики Института степи УрО РАН АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Война с природой. Круглый стол // Экология и жизнь. 2003. № 3. С. 47.
2. Миркин Б. М., Наумова Л.Г. Популярный экологический словарь. М., 1999. 304 с.
3. Экологическое оружие. Катастрофа по заказу // Русский предприниматель. 2004. № 1-2. С. 76.
4. Кузьмин В. Горячие точки // Российская газета. 2010. № 75. С. 1-2.
5. Боков В.А., Лущик А.В. Основы экологической безопасности. Симферополь: «СОНАТ», 1998. 224 с.
6. Мильков Ф.Н., Бережной А.В., Михно В.Б. Терминологический словарь по физической географии. М.: Высшая школа, 1993. 288 с.
7. Ольшевский В.И. Экология военной сферы: проблемы и решения. Киев, 1996. 51 с.
8. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды российской Федерации в 1995 году». М.: Зеленый мир, 1996. 458 с.
9. Булатов В.И. Россия: экология и армия. Геоэкологические проблемы ВПК и военно-оборонительной деятельности. Новосибирск: ЦЭРИС, 1999. 168 с.
10. Война и природа – вечное противоборство интересов человечества. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uic.nnov.ru/~teog> (дата обращения: 15.04.2021).
11. Халили А.М. классификация беллигеративных ландшафтов северной части западного берега р. Иордан // Вестник воронежского государственного университета. Серия: география. Геоэкология. 2002. № 1. С. 59-64.
12. Инструменты мирового господства. [Электронный ресурс]. URL: http://iwolga.narod.ru/docs/imper_zl/5h_4.htm (дата обращения: 15.04.2021).
13. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1986. 207 с.
14. Россия: в поисках стратегии безопасности. М.: Наука, 1996. 335 с.
15. Петров С.В. Радиационная, химическая и биологическая защита войск. Проблемы и пути их решения // Военная мысль. 1994. № 9. С. 8-15.
16. Волков С.Н. Екатеринбург. Человек и город. Опыт социальной экологии и практической георбанистики. Екатеринбург, 1997. 144 с.
17. Волков С.Н. Спецслужбы и биологическое оружие в двух измерениях // Мир, демократия, безопасность. 1998. № 12. С. 38-55.
18. Шило Н.И. Первые попытки запрещения химического оружия // Вестник войск РХБ защиты. 2018. Т. 2. № 1. С. 48-69.
19. Вавилов А.М. Экологические последствия гонки вооружений М.: Междунар. отношения, 1984. 176 с.

20. Арбатов А.Г., Дворкин В.З., Каменнов П.Б., Кириченко Э.В., Пырьев В.А. Ядерное сдерживание и нераспространение. М.: Московский Центр Карнеги, 2005. 86 с.
21. Грабовой И. Д. Современное оружие и защита от него. М.: ДОСААФ, 1984. 144 с.
22. Думенко В.Д. Экологические войны // Экология. 2005. № 4.
23. Ипатов А.М. Неядерные виды оружия массового поражения как угроза национальной безопасности Российской Федерации // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2018. № 7. С. 74 -85.
24. Слипченко В. Война будущего. [Электронный ресурс]. URL: <http://b-i.narod.ru/vojna.htm> (дата обращения: 15.04.2021).
25. Хлобыстов Е. Экологическая безопасность и основы определения риска техногенных катастроф // Экономика России. 2002. № 6. С. 70.
26. Информационная война - Современная армия. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.modernarmy.ru/article/282/informacionnaya-voina> (дата обращения: 15.04.2021).
27. Контамин Ф. Война в Средние века. СПб.: Ювента, 2001. 409 с.
28. Борисов Т.Н. Апокалипсис в масштабах Европы // Экология и жизнь. 2002. № 1. С. 48-51.
29. Введение. Что такое история средних веков? [Электронный ресурс]. URL: ukrmap.su/ru-wh7/1156.html (дата обращения: 15.04.2021).
30. Инков А.А. Древняя Русь и кочевники южнорусских степей в X-XIII вв. (Русь и половцы). М.: Московский гуманитарный университет, 2007. 141 с.
31. Гуркин С.В. Половцы евразийских степей (проблемы этнополитической истории VII – первая треть XII вв.) // Дисс... канд. ист. наук. Ростов-на-Дону, 2000. 235 с.
32. Талашов М.В. Динамика русско-половецких отношений во второй половине XI-XII вв. // Ярославский педагогический вестник. 2014. Т. 1. № 3. С 7-11.
33. Маркелов М. Пражская весна // Российская газета. 2010. № 75. С. 1-2.
34. Малышева Е.М. мировые войны и локальные военные конфликты в истории: последствия, уроки // Вестник Адыгейского государственного университета. 2005. № 1. С. 69-78.
35. Линник С. «Отрава века» или открытие доктора Шрадера. [Электронный ресурс]. URL: <http://topwar.ru/38326-otrava-veka-ili-otkrytie-doktora-shradera.html> (дата обращения: 15.04.2021).
36. Дорфман С. Война и экология. [Электронный ресурс]. URL: www.uic.unn.ru/~teog/ecologia.htm (дата обращения: 15.04.2021).
37. Огнестрельная артиллерия до промышленного переворота. [Электронный ресурс]. URL: <http://zealot.h1.ru/history/sorts/artilleryhist.html> (дата обращения: 15.04.2021).
38. Левыкин С.В. Строение сохранения и восстановления эталонных и плакорных ландшафтов степной зоны Южного Урала // Дисс...канд. геогр. наук. Оренбург, 2000. С. 67-116.
39. Левыкин С.В. Воссоздание завершенных степных экосистем приоритет прикладной степеведения XXI века // Заповедное дело: проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем: материалы международной конференции посвященной 15-летию ГПЗ «Оренбургский». Оренбург, 2004. С. 34-39.
40. Кин Н.О., Калмыкова О.Г. Особенности формирования растительных сообществ на территориях бывших военных полигонов (на примере «Орловской степи» Оренбургской области) // Фальцфейнівські читання: Зб. наук. праць. Херсон, 2005. С. 232-235.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 21.05.2021

Принята к публикации 21.09.2021

BELLIGERATIVE LANDSCAPES AS A FORM OF ECOLOGICAL RISK**N. Kin¹, R. Strukov²**¹Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg²General Directorate of EMERCOM of Russia for the Voronezh Region, Russia, Pavlovsk

e-mail: kin_no@mail.ru

Military activity is one of the leading in the system of environmental risks and security. The result of wars at all times are belligerative landscapes. Purpose of the work: to show the influence of military actions (past, present, predicted) as a powerful ecological factor on natural ecosystems. Using literary data, the analysis of military operations in different periods of human existence is carried out. A diagram of the types of military impact on ecosystems in the historical aspect is proposed. Particular attention is paid to the types of weapons used and their improvement. The damage done to landscapes and its components is considered. We come to the conclusion that the war will never end, it has dynamic changes in territorial coverage, activity, and the use of weapons. For war, ideas, economic and political reasons change, but the goal remains the same - destruction. It is difficult to stop the self-destruction process.

Key words: military actions, weapons of mass destruction, disturbed landscape, environmental risks.

References

1. Voina s prirodoi. Kruglyi stol. Ekologiya i zhizn'. 2003. N 3. S. 47.
2. Mirkin B. M., Naumova L.G. Populyarnyi ekologicheskii slovar'. M., 1999. 304 s.
3. Ekologicheskoe oruzhie. Katastrofa po zakazu. Russkii predprinimatel'. 2004. N 1-2 . S. 76.
4. Kuz'min V. Goryachie tochki. Rossiiskaya gazeta. 2010. N 75. S. 1-2.
5. Bokov V.A., Lushchik A.V. Osnovy ekologicheskoi bezopasnosti. Simferopol': "SONAT", 1998. 224 s.
6. Mil'kov F.N., Berezhnoi A.V., Mikhno V.B. Terminologicheskii slovar' po fizicheskoi geografii. M.: Vysshaya shkola, 1993. 288 s.
7. Ol'shevskii V.I. Ekologiya voennoi sfery: problemy i resheniya. Kiev, 1996. 51 s.
8. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii okruzhayushchei prirodnoi sredy rossiiskoi Federatsii v 1995 godu". M.: Zelenyi mir, 1996. 458 s.
9. Bulatov V.I. Rossiya: ekologiya i armiya. Geoekologicheskie problemy VPK i voenno-oboronitel'noi deyatel'nosti. Novosibirsk: TsERIS, 1999. 168 s.
10. Voina i priroda – vechnoe protivoborstvo interesov chelovechestva. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.uic.nnov.ru/~teog> (data obrashcheniya: 15.04.2021).
11. Khalili A.M. klassifikatsiya belligerativnykh landshaftov severnoi chasti zapadnogo berega r. Iordan. Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: geografiya. Geoekologiya. 2002. N 1. S. 59-64.
12. Instrumenty mirovogo gospodstva. [Elektronnyi resurs]. URL: http://iwolga.narod.ru/docs/imper_zl/5h_4.htm (data obrashcheniya: 15.04.2021).
13. Atamanyuk V.G., Shirshv L.G., Akimov N.I. Grazhdanskaya oborona: Uchebnik dlya vuzov. M.: Vysshaya shkola, 1986. 207 s.
14. Rossiya: v poiskakh strategii bezopasnosti. M.: Nauka, 1996. 335 s.
15. Petrov S.V. Radiatsionnaya, khimicheskaya i biologicheskaya zashchita voisk. Problemy i puti ikh resheniya. Voennaya mysl'. 1994. N 9. S. 8-15.
16. Volkov S.N. Ekaterinburg. Chelovek i gorod. Opyt sotsial'noi ekologii i prakticheskoi geourbanistiki. Ekaterinburg, 1997. 144 s.
17. Volkov S.N. Spetssluzhby i biologicheskoe oruzhie v dvukh izmereniyakh. Mir, demokratiya, bezopasnost'. 1998. N 12. S. 38-55.

18. Shilo N.I. Pervye popytki zapreshcheniya khimicheskogo oruzhiya. Vestnik voisk RKKhB zashchity. 2018. T. 2. N 1. S. 48-69.
19. Vavilov A.M. Ekologicheskie posledstviya gonki vooruzhenii M.: Mezhdunar. otnosheniya, 1984. 176 s.
20. Arbatov A.G., Dvorkin V.Z., Kamennov P.B., Kirichenko E.V., Pyr'ev V.A. Yadernoe sderzhivanie i neraspromozhanie. M.: Moskovskii Tsentr Karnegi, 2005. 86 s.
21. Grabovoi I. D. Sovremennoe oruzhie i zashchita ot nego. M.: DOSAAF, 1984. 144 s.
22. Dumenko V.D. Ekologicheskie voyny. Ekologiya. 2005. N 4.
23. Ipatov A.M. Neyadernye vidy oruzhiya massovogo porazheniya kak ugroza natsional'noi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii. Vozdushno-kosmicheskie sily. Teoriya i praktika. 2018. N 7. S. 74 -85.
24. Slipchenko V. Voina budushchego. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://bi.narod.ru/vojna.htm> (data obrashcheniya: 15.04.2021).
25. Khlobystov E. Ekologicheskaya bezopasnost' i osnovy opredeleniya riska tekhnogennykh katastrof. Ekonomika Rossii. 2002. N 6. S. 70.
26. Informatsionnaya voina - Sovremennaya armiya. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.modernarmy.ru/article/282/informacionnaya-voina> (data obrashcheniya: 15.04.2021).
27. Kontamin F. Voina v Srednie veka. SPb.: Yuventa, 2001. 409 s.
28. Borisov T.N. Apokalipsis v masshtabakh Evropy. Ekologiya i zhizn'. 2002. N 1. S. 48-51.
29. Vvedenie. Chto takoe istoriya srednikh vekov? [Elektronnyi resurs]. URL: ukrmap.su/ru-wh7/1156.html (data obrashcheniya: 15.04.2021).
30. Inkov A.A. Drevnyaya Rus' i kochevniki yuzhnorusskikh stepei v X-XIII vv. (Rus' i polovtsy). M.: Moskovskii gumanitarnyi universitet, 2007. 141 s.
31. Gurkin S.V. Polovtsy evraziiskikh stepei (problemy etnopoliticheskoi istorii VII – pervaya tret' XII vv.). Diss... kand. ist. nauk. Rostov-na-Donu, 2000. 235 s.
32. Talashov M.V. Dinamika russko-polovetskikh otnoshenii vo vtoroi polovine XI-XII vv. Yaroslavskii pedagogicheskii vestnik. 2014. T. 1. N 3. S 7-11.
33. Markelov M. Prazhskaya vesna. Rossiiskaya gazeta. 2010. N 75. S. 1-2.
34. Malysheva E.M. mirovye voyny i lokal'nye voennye konflikty v istorii: posledstviya, uroki. Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta. 2005. N 1. S. 69-78.
35. Linnik S. “Otrava veka” ili otkrytie doktora Shradera. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://topwar.ru/38326-otrava-veka-ili-otkrytie-doktora-shradera.html> (data obrashcheniya: 15.04.2021).
36. Dorfman S. Voina i ekologiya. [Elektronnyi resurs]. URL: www.uic.unn.ru/~teog/ecologia.htm (data obrashcheniya: 15.04.2021)
37. Ognestrel'naya artilleriya do promyshlennogo perevorota. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://zealot.h1.ru/history/sorts/artilleryhist.html> (data obrashcheniya: 15.04.2021).
38. Levykin S.V. Stroenie sokhraneniya i vosstanovleniya etalonnnykh i plakornykh landshaftov stepnoi zony Yuzhnogo Urala. Diss...kand. geogr. nauk. Orenburg, 2000. S. 67-116.
39. Levykin S.V. Vossozhdanie zavershennykh stepnykh ekosistem prikladnoi stepovedeniya XXI veka. Zapovednoe delo: problemy okhrany i ekologicheskoi restavratsii stepnykh ekosistem: materialy mezhdunarodnoi konferentsii posveshchennoi 15-letiyu GPZ “Orenburgskii”. Orenburg, 2004. S. 34-39.
40. Kin N.O., Kalmykova O.G. Osobennosti formirovaniya rastitel'nykh soobshchestv na territoriyakh byvshikh voennykh poligonov (na primere “Orlovskoi stepi” Orenburgskoi oblasti). Fal'tsfeinivs'ki chitaniya: Zb. nauk. prats'. Kherson, 2005. S. 232-235.

Сведения об авторах

Наталья Олеговна Кин

К.б.н., доцент, в.н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН
ORCID 0000-0002-2823-5739

Nataliya Kin

Candidate of biological sciences, docent, leading researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Роман Олегович Струков

Начальник отделения организации службы подготовки и пожаротушения второго пожарно-спасательного отряда ФПС ГПС ГУ МЧС России по Воронежской области

Roman Strukov

Head of the department of organization of the training and firefighting service of the second fire and rescue squad Federal Fire-Fighting Service of the State Fire-Fighting Service the Main Directorate of EMERCOM of Russia in the Voronezh Region

Для цитирования: Кин Н.О., Струков Р.О. Беллигеративные ландшафты как форма экологического риска // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 4-18. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-4-18

ОЦЕНКА КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАВОЛЖСКО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Е.З. Савин, Т.В. Березина

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: gaevskayatatyana@mail.ru

Слаборослые клоновые подвои в сочетании с районированными и перспективными сортами позволяют повысить урожайность насаждений в полтора-два раза с единицы площади. Новые вегетативно-размножаемые подвои выделяются повышенной зимостойкостью и засухоустойчивостью, что позволяет повысить адаптивность подвоев к экстремальным условиям Заволжско-Уральского региона. Условия данного региона отличаются низкими температурами в зимнее время до $-40-42^{\circ}\text{C}$. В летний период отмечается острый дефицит осадков, с высокими температурами $+40-42^{\circ}\text{C}$.

Цель нашего исследования – изучить адаптационные возможности группы клоновых подвоев яблони свыше 30 форм селекции Центральной России, Поволжья и Зарубежья. Для оценки адаптивности подвойных форм, в том числе и засухоустойчивость лабораторно-полевые методы «Программе и методике селекции плодовых...» (1999).

Среди клоновых подвоев за годы испытания высокой сохранностью (80-90 %) выделяются формы: 71-3-195, ММ 106, Баба-арабская форма Аджи, Урал 5, Урал 3, элитные формы 6–9 Н, 5-4-13. По засухоустойчивости выделяются формы: Урал 5, 62-223, 54-118, Урал 2, элитные формы 4-5, 4-19-3, 76-23-2, К-2, 71-7-22, Дон 70-456. По состоянию насаждений на 4-5 баллов выделяются подвои полукарликов: 64-134, Урал 6, Урал 2, элитные формы 5-4-13, 4-19-3, 5-19-1. Среди карликовых форм 71-7-22, 58-238, 64-134, 62-14, К-2, Дон 70-52.

Названные формы показали высокие адаптивные возможности в экстремальных условиях Заволжско-Уральского региона и являются исходным материалом для закладки интенсивных насаждений.

Ключевые слова: яблоня, клоновые подвои, зимостойкость, засухоустойчивость, адаптация.

Введение

Тенденция плодоводства во всём мире направлена на повышение интенсификации отрасли. Потребность в продукции садоводства возрастает с каждым годом, что связано с ростом численности населения, изменением диетических предпочтений и повышением уровня доходов [1-4].

В связи с разнообразием почвенно-климатических условий России в каждом регионе должен быть подобран наиболее адаптированный ассортимент плодовых культур, в том числе и подвои [5-9].

Условия Заволжско-Уральского региона отличаются низкими температурами в зимнее время до $-40-46^{\circ}\text{C}$. Суровые зимы повторяются каждые 10–12 лет [10, 11]. В летнее время отмечается острый дефицит осадков, высокая температура до $40-42^{\circ}\text{C}$, с низкой относительной влажностью воздуха, и очень часто встречаются малопродуктивные карбонатные, засоленные почвы. В этих условиях плодовые насаждения должны обладать достаточно высокой зимостойкостью надземной и корневой системы дерева, повышенной засухоустойчивостью и неприхотливостью к почвенным разностям. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают яблоня лесная подвид Ранняя (*Malus silvestris* var *praesox*

(Pall.) Popovar.), Баба-арабская яблоня (Аджи, Кизилджа, Турши, Юван и др.) [6, 12, 13]. К этим условиям адаптируются далеко не все формы клоновых подвоев яблони. Тем не менее в благоприятных микроусловиях зоны можно успешно выращивать интенсивные насаждения яблони, в том числе на клоновых подвоях [14].

Материалы и методы

Опыт был заложен отводками клоновых подвоев яблони осенью 1992 г. в Саракташском плодпитомнике, размещенном в 100 км восточнее г. Оренбурга на верхней террасе в 5–6 км левого берега р. Сакмара (рис. 1).



Рисунок 1 – Карта-схема Саракташского плодпитомника

Почвы – чернозём обыкновенный среднемощный легкосуглинистый, гумусовый горизонт составляет 45 см. Содержание гумуса – 4,4%, рН – 7,6, содержание – $P_2 O_5$ 47 мг/кг, K_2O – 503 мг/кг почвы.

Объект исследования – вегетативно-размножаемые подвои яблони селекции Мичуринского ГАУ, Саратовской опытной станции садоводства, Крымской опытной станции садоводства, Донского зонального НИИСХ, Ист-Моллингские подвои серии ММ, Польский подвой Р22, а также Самарского НИИСИЛР.

Средняя среднегодовая температура воздуха – 3,8°C. Средняя максимальная температура за годы исследования составляет 36,0°C. В отдельные годы она поднималась до 38–39°C (рис. 2). Относительная влажность воздуха в летнее время в среднем 64,6 %, сумма активных температур колебалась от 1840 до 2938°C число дней с относительной влажностью 30 % в среднем составляет 82. В отдельные засушливые годы доходит до 120-130 дней. Среднеголетние осадки составляют 562 мм и колеблются от 283 до 763 мм. Минимальная температура в зимнее время опускается до -42 -43°C. За время испытания температура

опускалась ниже 40°C шесть раз. Глубина промерзания почвы достигает 108 см, в среднем составляет 48 см (рис. 3). Смягчение промерзанию почвы способствует высокий снежный покров, который в среднем составляет 82 см, а в отдельные годы до 1 м и выше [10].

В опыте изучалось 10 растений каждой формы. Схема посадки 5 × 1,5–2 м. Проводили наблюдения за сохранностью насаждений, их состоянием, измеряли высоту насаждений [15]. Повреждение растений морозами не отмечали, поскольку за последние 10 лет не наблюдалось критических температур.

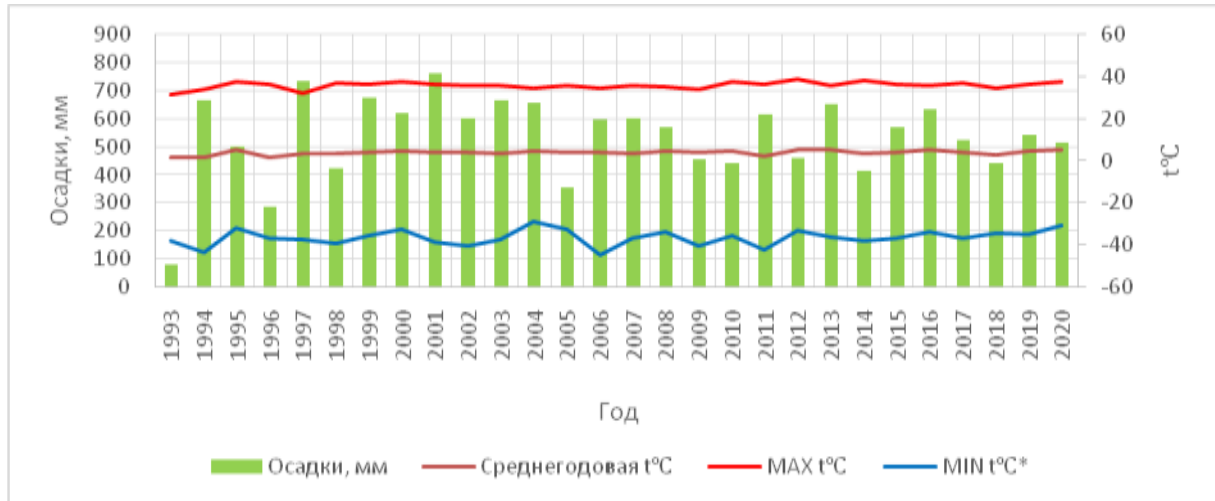


Рисунок 2 – Осадки и температура (максимальная, минимальная, среднегодовая) для Саркаташского плодпитомника за 1993–2020 гг.

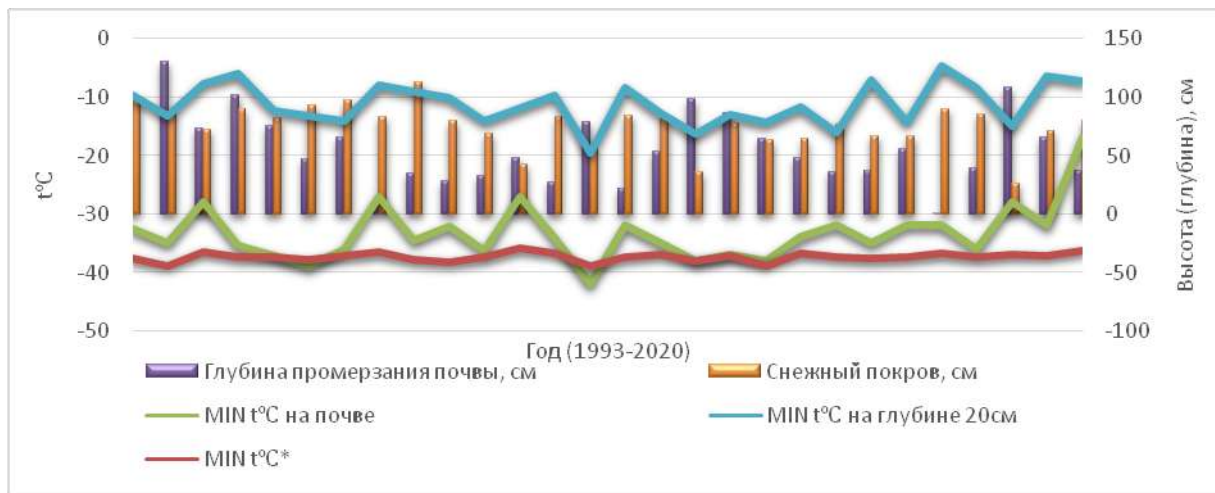


Рисунок 3 – Глубина промерзания почвы, высота снежного покрова и температуры воздуха (минимальная, минимальная на почве, минимальная на глубине 20 см) для Саркаташского плодпитомника за 1993–2020 гг.

Результаты и обсуждение

Среди полукарликовых форм подвоев высокая сохранность отмечена (до 80–100 %) у 71-3-195, ММ 106, Баба-арабская форма Аджи, Урал 5, Урал 3, элитные формы 6–9 Н, 5-4-13. Низкая была у подвоев 65-151, 60-165, 3-6-47, 5-18-1,5-19-2 – 12–13 % (табл. 1). Эти формы оказались наименее адаптированные к условиям произрастания. В хорошем состоянии находятся подвои 64-134, 71-3-130, 1-48-47, Урал 6, Урал 2, 5-4-13, 4-19-3, 5-19-1 до 4,0–5,0 баллов, в неудовлетворительном состоянии 65-151, 5-18-1, 3-6-47 – 2,4–2,7 балла. Высота деревьев 2,5–4,0 м. Однако в этой группе имеются деревья 1,5 м – 71-3-130, Урал 6, 4-19-9,

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

4-19-3. Для уточнения размера описанных выше форм подвоев необходимо провести дополнительные испытания в саду в сочетании с культурными сортами. За последние 4 года был отмечен урожай до 4–8 кг на дерево у форм 64-143, 62-223, 60-165, Урал 1, Урал 2, Урал 8, 4-5-1. Без урожая были формы 64-134, 3-6-47, Баба-арабская яблоня Аджи, 54-118.

Таблица 1 – Состояние насаждений подвойных форм яблони в Саракташском плодopитомнике. Закладка осень 1992 г. Данные 2020 г.

№	Подвои	Сохранилось, %	Состояние, балл	Сумма урожая за 2017-2020 г, кг/дерево	Высота, м
Полукарлики					
1.	64-143	51,3	3,2	8,6	2,3
2.	57-490	66,1	3,2	0,7	2,7
3.	65-151	13,5	2,5	0,9	2,4
4.	54-118	51,3	3,0	0,1	2,0
5.	71-3-195	87,5	3,2	1,4	1,5
6.	64-134	75,0	5,0	0,0	2,0
7.	62-223	29,8	3,0	8,1	2,1
8.	60-165	13,4	3,0	8,3	2,0
9.	ММ-106	92,8	3,0	0,2	1,2
10.	I-48-47	100	4,0	0,2	1,8
11.	Баба-арабская Юван	35,3	2,8	0,4	1,9
12.	Баба-арабская Аджи	90,0	3,3	0,0	2,1
13.	Урал 5	90,7	3,0	2,6	2,3
14.	Урал 6	38,9	4,2	4,2	1,5
15.	Урал 1	25,9	3,2	12,4	2,5
16.	Урал 3	84,2	3,3	2,6	2,5
17.	Урал 2	38,9	3,8	6,6	3,2
18.	Урал 8	46,2	2,9	4,2	2,7
19.	6-9Н	89,6	3,8	2,2	2,3
20.	5-4-13	84,0	4,0	0,2	2,0
21.	4-19-3	50,0	4,3	0,5	1,7
22.	5-19-1	50,0	4,0	0,5	3,0
23.	4-5-1	55,6	3,6	6,8	2,8
Карлики					
24.	4-19-7	0,0	1,0	0,0	-
25.	71-7-22	48,4	4,2	1,3	1,0
26.	60-187	47,3	3,1	2,5	1,0
27.	58-238	85,1	4,0	0,1	1,0
28.	64-134	55,9	4,0	0,2	1,0
29.	СПС-7	44,4	3,9	0,0	1,0
30.	62-14	90,9	4,8	0,4	1,0
31.	К-2	86,1	5,0	0,1	1,0
32.	71-3-137	81,2	2,8	0,1	1,0
33.	Дон 70-456	46,8	4,5	1,9	1,0
34.	Дон 70-52	90,5	5,0	0,0	1,0
Сильнорослые (семенные)					
35.	<i>Malus turkmenorum</i> Juz. & Popov	13,5	2,6	2,1	3,1
36.	<i>M. prunifolia</i> (Wild.) Borkh.	41,2	3,4	2,1	2,6
37.	<i>M. silvestris</i> var <i>praecox</i>	100	5,0	2,9	4,5
38.	Керр	100	3,0	1,6	3,2

Среди карликовых форм хорошо сохранились 58-238, 62-14, P22, К-2, Дон 70-52 – 85–90 %. Погибли полностью 62-396 и 19-7 (Урал 7) в силу недостаточной адаптивности растений к экстремальным условиям региона. Удовлетворительно сохранились (44–56 %) формы 60-187, 64-134, СПС-7. Карликовые формы сохранились лучше полукарликовых на

1–1,5 балла из-за раннего окончания ростовых процессов и лучшей подготовки к зимнему периоду [5]. Исключение составляют формы Р22, Б 10-19. Карликовые насаждения часто имеют кустовидную форму высотой до 1 м (71-7-22, 58-238, СПС 7, К-2, Дон 70-456, Дон 70-52). Формы 71-7-22, 60-187, 62-14, Дон 70-456 за 4 года дали урожай 0,5-2,5 кг/дерево.

Среди семенных подвоев в лучшем состоянии (5 баллов) при 100 % сохранности была *Malus silvestris* var *praecox*. На данный момент (за 4 года учёта) урожай на ней был более высокий среди семенных форм – 2,9 кг/дерево. По высоте эта форма достигла 4,5 м и показала наиболее высокую адаптацию к климатическим и почвенным условиям Заволжско-Уральского региона. Изучение засухоустойчивости клоновых подвоев в лабораторных условиях дало возможность выделить наиболее устойчивые формы (табл. 2). По водному дефициту из группы полукарликовых подвоев – это 62-223, Урал 5, Элита 4-5, 2,5-3,9 %. Потеря воды за 6 часов, наименьшей была у форм: 54-118, 65-151, Элита 19-7, 17,9-19,8 %. По показанию потери воды за 1 час увядания выделяются подвои: 65-151, 54-118, Урал 2, Элита 4-19-3, 19-7 – 2,99–3,52 %.

Таблица 2 – Засухоустойчивость клоновых подвоев яблони. Данные 2019 г.

Подвои	Водный дефицит, %	Потеря воды листьями после увядания (6 часов), %	Средняя потеря воды за 1 час увядания, %
Полукарликовые подвои			
64-143	7,8	23,32	3,89
57-490	7,65	25,64	4,2
65-151	6,1	17,9	2,99
54-118	9,25	19,89	3,32
62-223	3,8	24,89	4,15
Баба-арабская Адж	6,05	27,2	4,53
Урал 8	5,85	26,35	4,21
Урал 5	3,9	26,4	4,4
Урал 2	12,05	21,11	3,52
Урал 6	15,25	24,6	4,1
Урал 3	11,1	24,35	4,06
4-19-3	7,97	20,2	3,37
19-7	5,45	18,55	3,09
4-5	2,5	21,8	3,6
Карликовые подвои			
71-7-22	8,5	18,68	3,11
К-2	6,8	19,63	3,28
СПС-7	7,6	24,35	4,06
Урал 1	7,55	24,75	4,13
62-396	9,3	21,87	3,65
Дон 70-456	14,6	19,8	3,3
76-23-2	4,3	20,77	3,45
Сильнорослые подвои			
<i>M. silvestris</i> var <i>praecox</i>	9,3	17,25	2,88
Тайга золотая	6,9	15,45	2,58
<i>M. baccata</i> (L.) Borkh.	6,0	26,5	4,42

Среди группы карликовых подвоев по водному дефициту наиболее устойчивые – 76-23-2, – 4,3 %. По потере воды листьями после увядания за 6 часов: 71-7-22, К-2, Дон 70-456, 76-23-2, (18,68–20,9 %). Потеря воды за 1 час увядания составила 3,11–3,3 % у форм: 71-7-22, К-2, Дон 70-456.

Среди семенных подвоев по всем показателям в лабораторных исследованиях выделяется Тайга золотая (водный дефицит – 6,9 %; потеря воды за 6 часов – 15,45 %; потеря воды за 1 увядания – 2,58 %). Изучение засухоустойчивости клоновых подвоев в лабораторных условиях дало возможность получить дополнительную информацию по оценке адаптивности подвоев.

Выводы

Изучение вегетативно-размножаемых клоновых подвоев яблони в свободно растущей форме в условиях Заволжско-Уральского региона даёт дополнительную информацию по оценке подвойных форм адаптации к условиям произрастания. Дополнительно получили сведения о силе роста и габитусу кроны, сохранности, состоянию и продуктивности насаждений. Суровые зимы при снижении температуры ниже -40°C (2002, 2006, 2009, и 2011 гг.) оставили след по подмерзанию насаждений, что привело к изреженности растений, прежде всего, недостаточно адаптивных подвоев: 65-151, 60-165, 4-19-3 и другие полукарликовые подвои; 4-19-7, СПС-7 – карликовые формы. Из семенных форм низкая сохранность отмечена у Туркменской яблони. Необходимо выделить высокую сохранность и состояние полукарликовых подвоев: 71-3-195, Урал 5, Элита 6-9Н; карликовых: К-2, Дон 70-52.

Следует отметить, что на успешную перезимовку растений положительно влияет раннее окончание ростовых процессов [5]. Растения с повышенной засухоустойчивостью, в экстремальных условиях (высокая температура воздуха и почвы, низкая влажность при остром дефиците воды) находятся в менее угнетённом состоянии. В результате этого они лучше подготавливаются к зимнему периоду.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках бюджетной темы Института степи УрО ИС УрО РАН АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Грязев В.А., Суламов Э. Цикличность наступления неблагоприятных зим и влияние подвоев на зимостойкость плодовых деревьев // Сборник докладов часть 1 слаборослое садоводство Международная научно-практическая конференция. Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 1999. С. 51-54.
2. Грязев В.А. Питомниководство. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2011. 382 с.
3. Потапов В.А., Ульянищев А.С., Крысанов Ю.В. Слаборослый интенсивный сад. Москва: Росагропроизводство, 1991. 231 с.
4. Соломатин Н.М. Генофонд вегетативно-размножаемых форм яблони для улучшения сортимента подвоев, сырьевых и декоративных сортов в условиях ЦИР Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Москва, 2018. 41 с.
5. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев. Москва: Колос, 1976. 303 с.
6. Витковский В.Л. Плодовые растения мира. С-Петербург: Лань, 2008. 592 с.
7. Мичурин И.В. Сочинения (2). Москва: ОГИЗ, 1948. 620 с.
8. Пономаренко В.В., Пономаренко К.В. История происхождения клоновых подвоев яблони // Сборник к 100-летию В.И. Будаговского. Мичуринск, 2011. С. 200-303.
9. Савин Е.З., Березина Т.В., Азаров О.И., Деменина Л.Г. Результаты селекции клоновых подвоев яблони в условиях Среднего Поволжья Инновационные тенденции и сорта для устойчивого развития современного садоводства. 2015. С. 196-230.
10. Агрономические ресурсы Оренбургской области. Ленинград, 1971. 120 с.
11. Седов Е.Н., Огольцовой Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
12. Пономаренко В.В. Что такое *Malus pumila* Mill // Ботанический журнал. 1975. Т. 60. № 2. С. 1574-1586.

13. Авдеев В.И., Бурнашева Н.А. Яблоня. Каталог мировой коллекции ВИР (629). С-Петербург: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», 1992. 71 с.

14. Березина Т.В. Влияние экологических условий на развитие и сохранность плодовых насаждений Заволжско-Уральского региона (на примере Оренбургской области): Автореф. на дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2017. 20 с.

15. Кузнецов П.В. Роль *Rugus salicifolia* Pall в развитии плодового хозяйства засушливых областях // Советская ботаника. 1941. № 1-2. С. 103-108.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 13.07.2021

Принята к публикации 21.09.2021

AN ASSESSMENT OF CLONAL ROOTSTOCKS OF AN APPLE TREE IN CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE IN THE TRANS-VOLGA-URAL REGION

E. Savin, T. Berezina

Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg
e-mail: gaevskayatatyana@mail.ru

Small stature forms of clonal rootstock in combination with recognized and appreciable varieties promote to increase productivity in one and half - two times from a unit of the area. New clonal rootstocks are characterized by increased winter- and drought-resistance, enabling the growth of rootstocks' adaptiveness to the Trans-Volga-Ural region's extreme conditions. Conditions of the region are characterized by low temperatures in the winter to $-40 - -42^{\circ}\text{C}$. A deficit of precipitation and high temperatures to $+40 - +42^{\circ}\text{C}$ is noticed in the summer. Our research aims to study the adaptive ability of groups of clonal rootstocks of an apple tree above 30 forms of selection in Central Russia, Povolozhie, and foreign countries. Laboratory-field methods "Program and methodology of selection of fruit..." (1999) were used to estimate the adaptiveness of rootstock forms, including drought-resistant kinds. Forms: 71-3-195, MM 106, Baba-arabskaya Adzhi, Ural 5, Ural 3, elite forms 6-9 H, 5-4-13 are characterized by high preservation (80-90%) among clonal rootstocks for the years of the study. Forms: Ural 5, 62-223, 54-118, Ural 2, elite forms 4-5, 4-19-3, 76-23-2, K-2, 71-7-22, Don 70-456 are characterized by drought-resistance. Rootstocks of semi dwarves: 64-134, Ural 6, Ural 2, elite forms 5-4-13, 4-19-3, 5-19-1, dwarfish forms are: 71-7-22, 58-238, 64-134, 62-14, K-2, Don 70-52, have received 4-5 points according to the plantation state. All kinds listed above showed high adaptive ability in extreme conditions of the Trans-Volga-Ural region and were initial material to establish intensive plantings.

Key words: apple tree, clonal rootstocks, winter hardiness, drought resistance, adaptation.

References

1. Gryazev V.A., Sulamov E. Tsiklichnost' nastupleniya neblagopriyatnykh zim i vliyanie podvoev na zimostoikost' plodovykh derev'ev. Sbornik dokladov chast' 1 slaborosloe sadovodstvo Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Michurinsk: Michurinskii GAU, 1999. S. 51-54.
2. Gryazev V.A. Pitomnikovodstvu. Rostov-na-Donu: Rostizdat, 2011. 382 s.
3. Potapov V.A., Ul'yanishchev A.S., Krysanov Yu.V. Slaboroslyi intensivnyi sad. Moskva: Rosagropromizvodstvo, 1991. 231 s.

4. Solomatin N.M. Genofond vegetativno-razmnozhaemykh form yabloni dlya uluchsheniya sortimenta podvov, syr'evykh i dekorativnykh sortov v usloviyakh TsIR Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora sel'skokhozyaistvennykh nauk. Moskva, 2018. 41 s.
5. Budagovskii V.I. Kul'tura slaboroslykh plodovykh derev'ev. Moskva: Kolos, 1976. 303 s.
6. Vitkovskii V.L. Plodovye rasteniya mira. S-Peterburg: Lan', 2008. 592 s.
7. Michurin I.V. Sochineniya (2). Moskva: OGIZ, 1948. 620 s.
8. Ponomarenko V.V., Ponomarenko K.V. Istoriya proiskhozhdeniya klonovykh podvov yabloni. Sbornik k 100-letiyu V.I. Budagovskogo. Michurinsk, 2011. S. 200-303.
9. Savin E.Z., Berezina T.V., Azarov O.I., Demenina L.G. Rezul'taty selektsii klonovykh podvov yabloni v usloviyakh Srednego Povolzh'ya Innovatsionnye tendentsii i sorta dlya ustoichivogo razvitiya sovremennogo sadovodstva. 2015. S. 196-230.
10. Agronomicheskie resursy Orenburgskoi oblasti. Leningrad, 1971. 120 s.
11. Sedov E.N., Ogol'tsovoi T.P. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur. Orel: VNIISPK, 1999. 608 s.
12. Ponomarenko V.V. Chto takoe Malus pumila Mill. Botanicheskii zhurnal. 1975. T. 60. N 2. S. 1574-1586.
13. Avdeev V.I., Burnasheva N.A. Yablonya. Katalog mirovoi kollektzii VIR (629). S-Peterburg: FGBNU «Federal'nyi issledovatel'skii tsentr Vserossiiskii institut geneticheskikh resursov rastenii imeni N.I. Vavilova», 1992. 71 s.
14. Berezina T.V. Vliyanie ekologicheskikh uslovii na razvitie i sokhrannost' plodovykh nasazhdenii Zavolzhsko-Ural'skogo regiona (na primere Orenburgskoi oblasti): Avtoref. na dis. ... kand. biol. nauk. Tol'yatti, 2017. 20 s.
15. Kuznetsov P.V. Rol' Pyrus salicifolia Pall v razvitiu plodovodstva zasushlivykh oblastiakh. Sovetskaya botanika. 1941. N 1-2. S. 103-108.

Сведения об авторах

Евгений Захарович Савин

Д.с.-х.н., в.н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-2974-5175

Evgenij Savin

Doctor of agricultural sciences, leading researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Татьяна Владимировна Березина

К.б.н., н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-3528-0263

Tatjana Berezina

Candidate of Biological Sciences, researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Для цитирования: Савин Е.З., Березина Т.В. Оценка клоновых подвоев яблони в условиях степной зоны Заволжско-Уральского региона // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 19-26. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-19-26

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ ВИДЫ СОРТА РОДА *MALUS* MILL. ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАВОЛЖСКО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Т.В. Березина, Е.З. Савин

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: gaevskayatatyana@mail.ru

Устойчивость и продуктивность садовых агроценозов зависит от адаптации плодовых растений к климатическим и ландшафтно-экологическим условиям. Для создания рентабельных плодовых насаждений в Заволжско-Уральском регионе необходимы сорта с высоким потенциалом устойчивости к засухе. Цель нашего исследования – изучение засухоустойчивости и жаростойкости видов и сортов рода *Malus* Mill., произрастающих на исследуемой территории. Для оценки засухоустойчивости определяли: оводненность листьев, водный дефицит, водоудерживающую способность за 2-6 часов, потерю воды в среднем за 1 час и жаростойкость. Объектами исследований за 2 года были 180 образцов видов, сортов и форм рода *Malus*.

В 2019 г. отсутствовали стрессовые климатические факторы, поэтому большая часть изученных образцов получили высокую оценку относительной засухоустойчивости. Среди самых устойчивых видов и сортов рода *Malus* 2019 г. можно назвать: *M. fuska*, *M. zumi*, *M. kaido.*, *M. baccata* (Дубки), и клоновые подвои Урал 1, Урал 5, Урал 8, Арм 18, ОБ 3-4, ОБ 4-3, 54-118 и другие. Вегетационный период 2020 г. был аномально жарким и сухим. Многие из лидирующих видов и форм 2019 г. по содержанию воды в тканях в 2020 г. показали более низкие результаты. Среди самых устойчивых представителей рода *Malus* в 2020 г. отмечены - *M. denticulata*, *M. mandzschurica*, *M. sikkimensis*, *M. turkmenorum* №4, *M. turkmenorum* №5, *M. purpurea*, *M. zumi*, 70-20-20, Урал 7, Волга 12.

Ключевые слова: засухоустойчивость, жаростойкость, яблоня, оводненность листьев; водный дефицит; водоудерживающую способность.

Введение

Основная задача современного плодоводства – создание адаптированных и экономически рентабельных агроценозов. Устойчивость и рентабельность садов во многом зависит от генетически обусловленной адаптации плодовых растений к климатическим и ландшафтно-экологическим условиям региона [1].

На юге России виды и сорта рода *Malus* Mill. подвержены действию низких температур зимой, высоких температур летом, дефициту почвенной и воздушной влаги, высокой инсоляции [2]. Засуха и высокие температуры летнего периода вызывают снижение ростовых процессов, происходит осыпание листьев и плодов. Помимо этого, недостаток влаги оказывает влияние на закладку плодовых почек, что приводит к снижению урожая следующего года. Климатический стресс оказывает влияние на фотосинтез, водный обмен плодового дерева и на физиолого-биохимические, анатомо-морфологические показатели. Отбор засухоустойчивых и жаростойких форм в разных зонах плодоводства необходимое условие для эффективного селекционного процесса для создания адаптированных сортов [2-10]. Засухоустойчивость плодовых деревьев оценивают, изучая водный режим, а именно оводненность тканей листа, скорость потери воды листьями за определенный период, восстановление тургора и другие показатели [11].

Яблоня является основной семечковой культурой Заволжско-Уральского региона. Этот регион расположен в зоне недостаточного увлажнения и является засушливым для

промышленного садоводства [12]. Нестабильные климатические условия (осадки, температура) в вегетационный период могут привести не только к потере урожая, но и к гибели плодовых деревьев [13-15]. Для создания рентабельных плодовых насаждений необходимы сорта с высоким потенциалом устойчивости к засухе. Цель нашего исследования – изучение засухоустойчивости и жаростойкости видов и сортов рода *Malus* Mill., произрастающих на исследуемой территории для использования устойчивых форм в селекции на засухоустойчивость. Для реализации поставлены задачи:

1. Оценить засухоустойчивость плодовых культур: оводненность листьев; водный дефицит; водоудерживающую способность.
2. Определить жаростойкость листьев.
3. Выделить перспективные засухоустойчивые формы для дальнейшей селекции в Заволжско-Уральском регионе.

Материалы и методы

В 2019 г. объектами исследования были 117 опытных образцов видов, сортов и форм рода *Malus*. Они представлены 18 видами рода *Malus* – *M. platicarpa* Rehd., *M. pratti* (Hemsl.) Schneid., *M. tranzitoria* (Batal.) Schneid., *M. purpurea* (Barbier) Rehd., *M. sikkimensis* (Wenz.) Likh., *M. turkmenorum* Juz. & Popov, *M. denticulate* Lavalley, *M. fusca* (Schneid.) Likh., *M. mandtschurica* (Kom.) Likh., *M. zumi* (Mats.) Rehd., *M. kansuensis* (Batalin) CK Schneid., *M. Nedzwetzkiiana* (Dieck) Likh., *M. kaido* Mak., *M. spectabilis* (Ait.) Borkh., *M. baccata* (L.) Borkh., *M. sylvestris* Mill., *Malus turkmenorum* Баба-арабская, *M. domestica* Borkh и 70 сортами клоновых подвоев: ОБ 3-14, 65-151, 57-233, ОБ 2-15, Е 56, 70-20-20, 64-143, 62-223, Арм 18, ОБ 1-5, 62-509, 76-23-2, 57-545, 62-223, 57-233, 62-396, 7-1-7-22, 5-18-1, Урал 5, Дон 70-456, Урал 1, 65-151, Урал 6, 54-118, 57-225, ОБ 2-1, Урал 2, ОБ 2-14, ОБ 3-4, ОБ 3-7, Урал 3, СА 12-1, СА 12-3, СА 14-1, П 4-4, П 8-8, СК-2, ОБ 3-10, К-1, К-2, СПС-7, Урал 8, СПС 7А, Волга 3, 4-5, отбор Урал 5-1, ОБ 4-3, Волга 12, ОБ 2-3, ОБ 2-4, 8-2, ОБ 3-13, ОБ 2-15, 8-8, 18-4, Волга 18, 19-10, 19-3, 19-7, 19-10 и другие отборные гибридные формы.

В 2020 г. объектами исследования были 63 образца рода *Malus*, они представлены 19 видами и 33 сортами. К видам и сортам, что были исследованы в 2019 году, за исключением *M. baccata*, *M. sylvestris*, добавились новые *M. nan-schanskaya* Rehd., *M. ioensis* (A. Wood) Likh., *M. «Crab Cola»* (*M. coronaria* (L.) Mill. × сорт «Боровинка»).

Исследуемые культуры произрастают в Ботаническом саду ОГУ и в коллекционных насаждениях г. Оренбурга. Они имеют различное происхождение – Америка, Восточная Азия, Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия. Основная часть коллекции была получена с Ботанического сада МГУ и заложена в 2012–2014 гг. Исходные формы привиты на сеянцы *Malus prunifolia* (Wild.) Borkh. Схема посадки 5×3.

Июль и начало августа в южных регионах России отмечены как месяцы с самой высокой температурой и минимальными осадками [14]. Листья для оценки жаростойкости и засухоустойчивости отбирали с 24 июля по 12 августа в 2019 г и с 20 июля по 13 августа в 2020 г. Для определения засухоустойчивости использовали стандартные лабораторно-полевые методы, которые основаны на сочетании полевых наблюдений за состоянием растений с изучением изменений в водном обмене во время вегетации, особенно во время засухи. Образцы листьев отбирали согласно методике, изложенной в «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999), «Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года» (2013), «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве» (2012). Для оценки засухоустойчивости в 2-кратной повторности определяли: оводненность листьев, водный дефицит, водоудерживающую способность за 2, 4, 6 часов, потерю воды в среднем за 1 час и

жаростойкость [2, 14-17]. Оценку степени засухоустойчивости проводили по шкале, принятой на Павловской опытной станции ВИР (табл. 1) [17].

Таблица 1 – Шкала оценки параметров водного режима листьев для определения относительной засухоустойчивости (Павловская опытная станция ВИР)

Оценка засухоустойчивости	Оводненность листьев, %	Водный дефицит, %	Потеря воды листьями после увядания, %	Средняя потеря воды за 1 ч увядания, %
Низкая	59,9 и менее	20,1 и более	50,1 и более	11,1 и более
Средняя	60,0–69,9	10,1–20,0	30,1–50,0	10,1–11,0
Высокая	70,0 и более	до 10,0	до 30,0	до 10,0

Статистический анализ осуществляли по Б.А. Доспехову [18]. Для расчетов использовали программный пакет Microsoft Excel 2010, по полученным результатам рассчитывали среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение ($\pm SD$).

В теплый период 2019 г. (апрель – сентябрь) сумма положительных температур превышала норму на 50–200°C. Сумма эффективных температур была выше показателя нормы на 20–50°C, а активные температуры соответствовали норме. Средние температуры в самый жаркий период (с июня по август) соответствовали норме. На почве температуры поднимались до 60°C. Осадки на 55,2 мм превосходили среднюю годовую норму. В июне выпало осадков в 6 раз ниже нормы, а в июле в 2,5 раза выше нормы (рис. 1). Относительная влажность воздуха в июне составляла – 53,3 %, а в августе – 60 %. Июль – август 2019 г. характеризовались отсутствием сильных стрессовых факторов по влагообеспеченности [19].

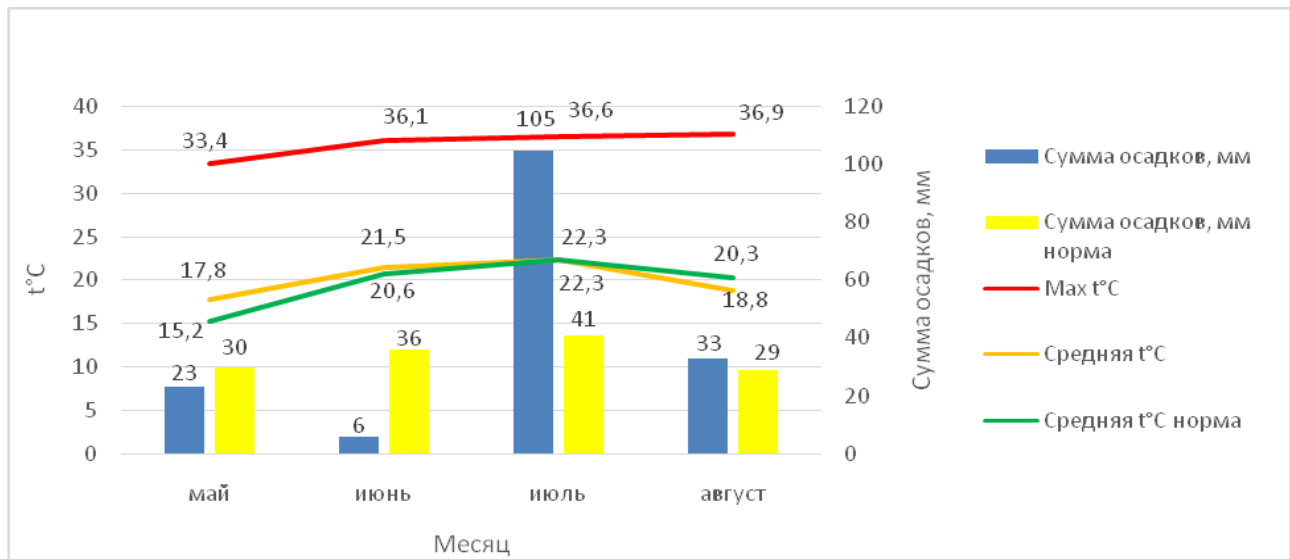


Рисунок 1 – Показатели температуры и осадков за вегетационный сезон 2019 г.

В 2020 г. сумма положительных температур, начиная с апреля, в третьей декаде июля превысила норму на 253°C, а в третьей декаде августа на 277,9°C. Средние температуры в самый жаркий период превышали норму на 3,5°C, а в августе соответствовали норме. На почве температуры поднимались до 64°C. Осадки в июле были в 5,7 раз ниже нормы, а в августе в 2,4 раза (рис. 2). Относительная влажность воздуха в июле составляла – 42 %, а в августе – 52 %. Июль 2020 г. можно охарактеризовать как аномально жаркий. Начиная с 3-го июля температурный фон превысил среднемноголетние значения. За этот период были зафиксированы многочисленные рекорды среднесуточной температуры превышая среднемноголетние значения на 8–10°C. Продолжительная и интенсивная жара с температурой +35° и выше продолжалась 12 дней. [18].

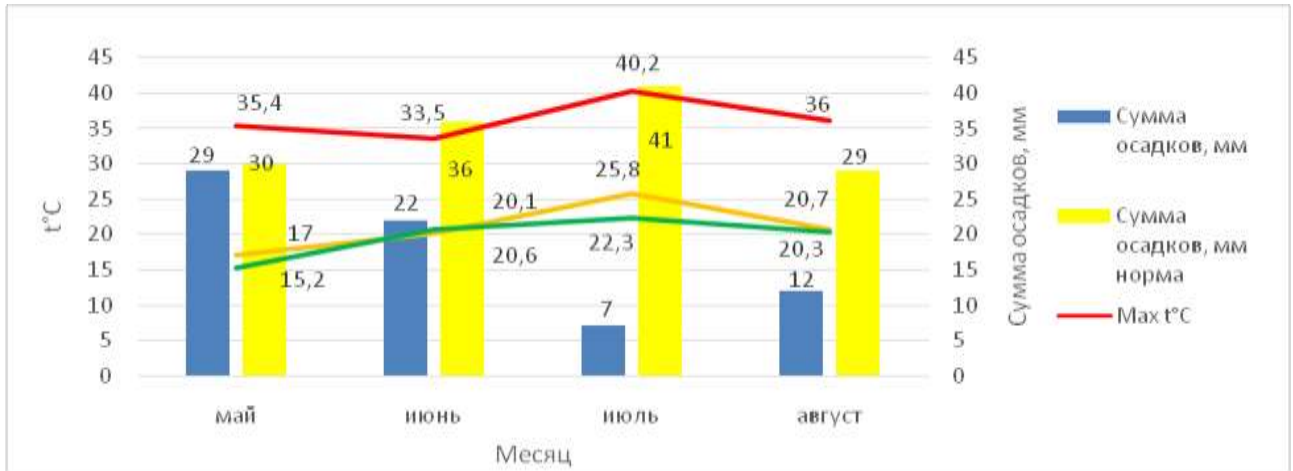


Рисунок 2 – Показатели температуры и осадков за вегетационный сезон 2020 г.

Результаты и обсуждение

Оценка засухоустойчивости плодовых растений по оводненности тканей

В 2019 г. установлено, что основная часть представителей рода *Malus* в условиях Заволжско-Уральского региона имели среднюю степень относительной засухоустойчивости. Яблони с низкой засухоустойчивостью – 29 образцов, со средней – 77 образцов, с высокой – 9 образцов. Высокую оценку засухоустойчивости получили виды и сорта, имеющие наибольший уровень оводненности тканей: Бабаарабская Аджи, клоновые подвои 19-7, 4-5, СА 12-1, 65-151, 18-7, 19-10, ОБ 3-4 (табл. 2). Общее содержание воды в листьях *Malus* варьировало от 51 ± 0 % (*M. zumi*) до $73,5 \pm 0,5$ % от сырой массы (ОБ 3-4) [20]. В целом такого запаса воды достаточно для нормальной жизнедеятельности плодовых деревьев.

Таблица 2 – Сорта и формы рода *Malus* с наибольшими показателями оводненности тканей за 2019 и 2020 гг. (M±SD)

Сорт, форма	Оводненность листьев, %	Сорт, форма	Оводненность листьев, %
2019 г.		2020 г.	
Бабаарабская Аджи	$70,5 \pm 10,5$	70-20-20	$63,81 \pm 0,3$
19-7	72 ± 2	4-5	$63,78 \pm 2,08$
4-5	$70,5 \pm 1,5$	19-7	$65,24 \pm 0,33$
СА 12-1	70 ± 2	сеянец Е-56	$63,55 \pm 0,84$
65-151	$70,5 \pm 0,5$	Волга 12	$67,39 \pm 0,12$
18-7	$70,5 \pm 1,5$	57-225	$63,34 \pm 3,34$
19-10	70 ± 1	19-3	$62,43 \pm 1,87$
ОБ 3-4	$73,5 \pm 0,5$	П 8-8	$65,41 \pm 0,55$

В 2020 г. установлено, что из-за стрессовых погодных условий оводненность тканей листьев рода *Malus* значительно ниже, чем в предыдущем году. Виды яблони с низкой засухоустойчивостью – 26 образцов, со средней – 2, с высокой – 0. Средней засухоустойчивостью обладают: *Malus sikkimensis* и *M. purpurea*. Оводненность тканей изменялась от $48,86 \pm 0,08$ % (*M. «Crab Cola»*) до $61,37 \pm 0,9$ % (*M. sikkimensis*). Клоновые подвои яблони с низкой засухоустойчивостью – 2 образца, со средней – 13, с высокой – 0. Наибольшей засухоустойчивостью характеризуются: 70-20-20, 4-5, 19-7, сеянец Е-56, Волга 12, 57-225, 19-3, П 8-8. Общее содержание воды в листьях рода *Malus* изменяется от $58,52 \pm 0,63$ % (62-223) до $67,39 \pm 0,12$ % от сырой массы (Волга 12) (табл. 2). В 2020 г. такие характеристики оводненности листьев ниже, чем в 2019 году и являются свидетельством влияния засушливых погодных условий.

Оценка засухоустойчивости плодовых растений по водному дефициту

В 2019 г. по водному дефициту многие растения показали высокую и среднюю относительную засухоустойчивость. Дефицит воды в листьях яблони варьировал от 23,1±0 % (ОБ 2-14) до 2 % (*M. turkmenorum* №1, клоновые ОБ 3-7, Волга 18) (табл. 3). Высокую оценку засухоустойчивости получили – 60 образцов, среднюю – 53, а низкую – 4 образца.

Аномальный по температурам и засухе 2020 г. вызвал у плодовых растений значительный дефицит воды в тканях листьев. Водный дефицит у видов рода *Malus* значительно колебался от 54±1,59 % (*M. ioensis*) до 10,86±2,3 % (*M. mandzschurica*). Высокой засухоустойчивости по водному дефициту в 2020 г. не отмечено ни у одного образца, средней засухоустойчивостью характеризовались – 8 (*M. denticulata*, *M. mandzschurica*, *M. zumi*, клоновые подвои 65-151, 70-20-20, Урал 7) (табл. 3), низкой – 55. Для сравнения – в 2019 г. высокая засухоустойчивость по водному дефициту была отмечена у 60 образцов.

Таблица 3 – Виды и сорта рода *Malus* с наименьшими показателями водного дефицита 2019 и 2020 гг. (M±SD)

Виды и сорта	Водный дефицит, %	Виды и сорта	Водный дефицит, %
2019 г.		2020 г.	
<i>M. turkmenorum</i>	2,45±0,15	<i>M. denticulata</i>	9,23±3,06
<i>M. zumi</i>	4,6±0,8	<i>M. mandzschurica</i>	13,18±2,33
ОБ 3-4	3,7±0	<i>M. zumi</i>	18,47±1
4-5	2,8±0	65-151	10,86±2,33
ОБ 3-7	2,8±0,7	70-20-20	16,19±1,42
СА 12-1	3±0	Урал 7	14,71±5,72
Урал 5	3,9±0,1		
Волга 18	2,2±0		

Оценка засухоустойчивости плодовых растений по водоудерживающей способности

В 2019 г. наименьшая скорость потери воды – 17 % (за 6 часов), – 2–3 % (за 1 час) отмечалась у листьев видов рода *Malus*: № 205, Урал 8, П 4-4, отбор К-2, *M. sylvestris*, *M. baccata*, ОБ 3-4, 65-151 (табл. 4). Высокой засухоустойчивостью по водоудерживающей способности характеризовались – 93 образца, средней – 24, а низкой – 0.

В 2020 г. наименьшая скорость потери воды – до 45 % от общей массы (за 6 часов), – до 9 % (за 1 час) отмечалась у листьев видов рода *Malus*: *M. platicarpa*, *M. turkmenorum* № 5, *M. turkmenorum* № 1, *M. denticulata*, *M. kaido*, *M. sikkimensis* № 2, *M. mandtschurica* (табл. 4). Для клоновых подвоев наименьшая скорость потери воды характерна для сортов: 54-118, 62-396. Высокая засухоустойчивость по средней потере воды за 1 час была у 41 образца, средняя – 10, а низкая – 12. В опыте с 6 часовым завяданием в 2020 г., в отличие от 2019 г., не выделены формы с низкой потерей воды (до 30 %) и соответственно нет форм с высокой засухоустойчивостью. Вероятно, это связано с экстремальными погодными условиями данного периода, в растениях после длительного воздействия стрессовых факторов снижается способность задерживать воду в листьях. Большая часть образцов (38) характеризуется средней засухоустойчивостью с потерей воды от 31,51±04 (*M. turkmenorum* № 5) до 50,00±0 (*M. kansuensis*), низкая засухоустойчивость отмечена у 25 образцов.

Оценка жаростойкости плодовых растений

Жаростойкость определяет способность растений противостоять длительной засухе, но в наших исследованиях многие из образцов показали высокую жаростойкость, но низкую устойчивость к длительной засухе. В 2019 г. очень высокая оценка жароустойчивости у видов рода *Malus* была у 37 образцов, высокая – 54 образца, средняя – 21 и низкая – 2. Перспективные формы с очень высокой жаростойкостью: клоновые подвои – Волга 3, Урал 5, Урал 6, Урал 8, 65-151, 57-233, 54-118, 57-225, 62-509, 19-3, СПС-7, СК-2, 62-396, Арм 18,

с-ц 57-490, 70-20-20, отбор К-2, 76-23-2, 71-7-22, ОБ 2-1, ОБ 2-3, ОБ 2-15, ОБ 3-4, ОБ 4-3, 5-18-1, Дон 70-456, П 4-4, П8-8.

Таблица 4 – Виды и сорта рода *Malus* с высокой водоудерживающей способностью за 2019 и лучшие среди средних в 2020 гг. (M±SD)

Виды и сорта	Потеря воды листьями после увядания (за 6 ч), %	Средняя потеря воды за 1 ч увядания, %	Виды и сорта	Потеря воды листьями после увядания (за 6 ч), %	Средняя потеря воды за 1 ч увядания, %
2019 г.			2020 г.		
№205	17,75±1,85	2,96±0,31	<i>M. platicarpa</i>	41,51±2,78	8,60±0,2
Урал 8	25,25±1,25	4,21±0,21	<i>M. turkmenorum</i> №5	31,91±0,4	5,67±0,21
П 4-4	25,35±0,35	4,23±0,05	<i>M. turkmenorum</i> №1	42,00±0,74	7,17±0,52
К-2	17,2±0,8	2,87±0,13	<i>M. denticulata</i>	38,30±1,1	7,80±0,35
<i>M. sylvestris</i>	17,25±0,35	2,88±0,05	<i>M. kaido</i>	45,16±1,75	9,50±0,47
<i>M. baccata</i>	17,4±1,5	2,9±0,25	<i>M. sikkimensis</i> №2	36,36±2,9	7,58±0,51
ОБ 3-4	13,5±0,8	2,25±0,13	<i>M. mandtschurica</i>	41,67±0,9	8,22±0,01
65-151	17,9±0,4	2,99±0,06	54-118	41,18±0	8,54±0,37

В 2020 г. очень высокая оценка жароустойчивости у видов рода *Malus* была у – 33 образцов, высокая – 30, средняя – 1 и низкая – 0. Перспективные виды с очень высокой жаростойкостью: *M. turkmenorum*, *M. purpurea*, *M. denticulata*, *M. mandtschurica*, *M. zumi*, *M. spectabilis*, *M. kaido*, *M. sikkimensis*, *M. Niedzwetzkyana*, *M. sikkimensis*, *M. kansuensis*, *M. ioensis*. Среди клоновых подвоев выделяются формы: 70-20-20, К-2, Урал 6, Урал 7, 4-5, 19-7, сеянец Е-56, 57-233, ОБ 3-13, ОБ 2-15, Волга 12, 57-545, Волга 18, ОБ 2-14, 57-225, СПС-7, 19-10.

Выводы

Большинство изученных в 2019 г. видов, сортов и форм рода *Malus* получили высокую оценку относительной засухоустойчивости и жаростойкости. За вегетационный период этого года осадков выпало выше нормы, и отсутствовали стрессовые температуры. Среди самых устойчивых форм *Malus* сочетающих высокую оценку засухоустойчивости и жаростойкости в 2019 году: *M. fusca*, *M. zumi*, *M. kaido.*, *M. baccata* (Дубки), и клоновые подвои 19-3, 4-5, 19-10, Волга 3, 19-7, Волга 18, 18-4, СА 12-1, СА 14-1, Урал 1, Урал 5, Урал 8, Арм 18, П 4-4, П 8-8, ОБ 2-15, ОБ 3-4, ОБ 4-3, К-2, К-1, СПС 7А, , 62-396, 62-509, 76-23-2, 71-7-22, 5-18-1, 65-151, 54-118, 62-223, 57-225.

Вегетационный период 2020 г. был аномально жарким и сухим. Температура превышала среднеголетние показатели, а осадки были значительно ниже нормы. Многие из лидирующих видов и форм рода *Malus* в 2019 г. по содержанию воды в тканях в 2020 г. имели более низкие показатели засухоустойчивости. Виды рода *Malus* чувствительны к климатическим стрессовым воздействиям, это отразилось на исследуемых параметрах: оводненность тканей была ниже, водный дефицит выше, потеря воды интенсивнее. Плодовые растения после длительного воздействия засухи и высокой температуры были ослаблены, это проявлялось не только на опытных данных, но и на бонитете деревьев – наблюдалось осыпание плодов, листьев, пожелтение листьев и снижение ростовых процессов. Среди самых устойчивых видов, сортов и форм рода *Malus* 2020 г., сочетающих высокую оценку засухоустойчивости и жаростойкости отмечены представители рода *Malus* – *M. denticulata*, *M. mandtschurica*, *M. sikkimensis*, *M. turkmenorum* №4, *M. turkmenorum* № 5, *M. purpurea*, *M. zumi*, 70-20-20, Урал 7, Волга 12.

Выделенные адаптированные формы – ценный материал для озеленения, питомниководства, селекции и для дальнейших научных исследований. Они являются ценным объектом в формировании генбанка устойчивых форм рода *Malus* Заволжско-Уральского региона. В целом можно отметить, что, несмотря на стрессовые условия местного климата, можно подобрать ландшафты с оптимальными условиями для произрастания видов рода *Malus* и адаптированный сортимент для выращивания устойчивых, продуктивных, экономически рентабельных плодовых насаждений.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках бюджетной темы Института степи УрО ИС УрО РАН АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Тыщенко Е.Л., Ненько Н.И., Киселева Г.К. Перспективные сорта Гибискуса сирийского для создания устойчивых агроценозов в ландшафтном строительстве на юге России // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. Т. 5. С. 80-85.
2. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ульяновская Е.В., Яблонская Е.К., Караваева А.В. Физиолого-биохимические критерии устойчивости яблони к абиотическим стрессам летнего периода // Сельскохозяйственная биология. 2019. № 54(1). С. 158-168.
3. Ульяновская Е.В., Супрун И.И., Токмаков С.В., Ушакова Я.В. Комплексный подход к отбору ценных генотипов яблони, устойчивых к стрессовым факторам среды // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. № 25(1). С. 11-26.
4. Tworkoski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // *Scientia Horticulturae*. 2016. vol. 204. pp. 70-78. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.01.047.
5. Alizadeh A., Alizade V., Nassery L., Eivazi A. Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks // *Technical Journal of Engineering and Applied Science*. 2011. vol. 1. no. 3. pp. 86-94.
6. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: An overview *Environ // Exp. Bot.* 2007. vol. 61. no. 3. pp. 199-223. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011.
7. Жученко А.А. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 5. С 3-19.
8. Belous O.G., Klemeshova K.V., Pashchenko O.I. Comparative analysis of photosynthetic indicators in freesia hybrids on the Black sea coast of Krasnodar region // *Horticultural Science*. 2017. vol. 44. no. 2. pp. 99-104. DOI: 10.17221/189/2015-HORTSCI.
9. Henfrey J.L., Vaab G., Schmitz M. Physiological stress responses in apple under replant conditions // *Scientia Horticulturae*. 2015. no. 194. pp. 111-117. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.07.034.
10. Маляровская В.И., Белоус О.Г. Изучение физиологических показателей вейгелы (*Weigela × wagneri* L.H. Bailey), характеризующих ее устойчивость к стресс-факторам влажных субтропиков России // Садоводство и виноградарство. 2016. № 5. С. 46-51. DOI: 10.18454/vstisp.2016.5.3449.
11. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Засухоустойчивость сортов яблони на карликовых подвоях // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 4. С 38-40.
12. Максимов Н.А. Подавление ростовых процессов как основная причина снижения урожаев при засухе // Успехи современной биологии. 1978. № 1(4). С. 124-136.

13. Бодрикова В.Н. Агроклиматический справочник по Оренбургской области: справочник. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1971. 122 с.
14. Седов Е.Н., Огольцовой Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
15. Егоров Е.А. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.
16. Еремина Г.В. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. 569 с.
17. Дофнг Хоанг Жанг, Тохтарь В.К. Исследование засухоустойчивости перспективных для интродукции видов *Momordica charantia* L. и *M. balsamina* L. (Cucurbitaceae) // Научные ведомости. 2011. № 9(104) 15. С 43-47.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. Метеоданные федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, управление (Центр) по гидрометеорологии и по мониторингу окружающей среды, Приволжское УГМС. 2019, 2020 гг.
20. Березина Т.В., Савин Е.З. Засухоустойчивость плодовых культур *Malus* Mill. и *Pyrus* L. в степной зоне Заволжско-Уральского региона // Вопросы степеведения. 2020. № 1(XVI). С. 61-69. DOI: 10.24411/9999-006A-2020-10007.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 14.07.2021

Принята к публикации 21.09.2021

PROMISING DROUGHT-RESISTANT AND HEAT-RESISTANT SPECIES AND VARIETIES OF THE GENUS MALUS MILL. FOR CREATION OF SUSTAINABLE AGROCENOSSES IN THE TRANS-VOLGA-URAL REGION STEPPE

T. Berezina, E. Savin

Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg
e-mail: gaevskayatatyana@mail.ru

The stability and productivity of horticultural agrocenoses depend on the adaptation of fruit plants to climatic and landscape-ecological conditions. To form profitable fruit plantings in the Trans-Volga-Ural region, it is necessary to select varieties with high potential resistance to drought. The purpose of our study is to study the drought- and heat resistance of species and varieties of the genus *Malus* Mill growing in the study area. To estimate drought-resistance, we identified: the water content of leaves, water deficit, the water-retaining ability for 2–6 hours, the water loss on average for 1 hour, and heat-resistance. 180 samples of the genus *Malus* kinds, sorts, and varieties were the study objects for two years.

Stress climatic factors were not noticed in 2019; therefore, most of the studied samples received a high assessment of relative drought-resistance. *M. fusca*, *M. zumi*, *M. kaido.*, *M. baccata* (Dubki), and clonal rootstocks Ural 1, Ural 5, Ural 8, Arm 18, OB 3-4, OB 4-3, 54-118 and others were among the most drought-resistant species and varieties of the genus *Malus* in 2019. The vegetation period of 2020 was abnormally hot and dry. According to the water content in tissues, many of the leading sorts and forms of 2019 showed lower results in 2020. *M. denticulata*, *M. mandzschurica*, *M. sikkimensis*, *M. turkmenorum* №4, *M. turkmenorum* №5, *M. purpurea*, *M. zumi*,

70-20-20, Ural 7, Volga 12. were noticed among the most resistant representatives of the *Malus* family in 2020.

Key words: drought resistance, heat resistance, apple tree, leaves water content; water shortage; water holding capacity.

References

1. Tyshchenko E.L., Nen'ko N.I., Kiseleva G.K. Perspektivnye sorta Gibiskusa siriiskogo dlya sozdaniya ustoichivyykh agrotsenozov v landshaftnom stroitel'stve na yuge Rossii. Nauchnye trudy Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 2014. T. 5. S. 80-85.
2. Nen'ko N.I., Kiseleva G.K., Ul'yanovskaya E.V., Yablonskaya E.K., Karavaeva A.V. Fiziologo-biokhimicheskie kriterii ustoichivosti yabloni k abioticheskim stressam letnego perioda. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2019. N 54(1). S. 158-168.
3. Ul'yanovskaya E.V., Suprun I.I., Tokmakov S.V., Ushakova Ya.V. Kompleksnyi podkhod k otboru tsennykh genotipov yabloni, ustoichivyykh k stressovym faktoram sredy. Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2014. N 25(1). S. 11-26.
4. Tworkoski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought. Scientia Horticulturae. 2016. vol. 204. pp. 70-78. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.01.047.
5. Alizadeh A., Alizade V., Nassery L., Eivazi A. Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks. Technical Journal of Engineering and Applied Science. 2011. vol. 1. no. 3. pp. 86-94.
6. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: An overview Environ. Exp. Bot. 2007. vol. 61. no. 3. pp. 199-223. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011.
7. Zhuchenko A.A. Nastoyashchee i budushchee adaptivnoi sistemy selektsii i semenovodstva rastenii na osnove identifikatsii i sistematizatsii ikh geneticheskikh resursov. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2012. N 5. S 3-19.
8. Belous O.G., Klemeshova K.V., Pashchenko O.I. Comparative analysis of photosynthetic indicators in freesia hybrids on the Black sea coast of Krasnodar region. Horticultural Science. 2017. vol. 44. no. 2. pp. 99-104. DOI: 10.17221/189/2015-HORTSCI.
9. Henfrey J.L., Baab G., Schmitz M. Physiological stress responses in apple under replant conditions. Scientia Horticulturae. 2015. no. 194. pp. 111-117. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.07.034.
10. Malyarovskaya V.I., Belous O.G. Izuchenie fiziologicheskikh pokazatelei veigely (*Weigela* × *wagneri* L.H. Bailey), kharakterizuyushchikh ee ustoichivost' k stress-faktoram vlazhnykh subtropikov Rossii. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2016. N 5. S. 46-51. DOI: 10.18454/vstisp.2016.5.3449.
11. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Zasukhoustoichivost' sortov yabloni na karlikovykh podvoyakh. Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2016. N 4. S 38-40.
12. Maksimov N.A. Podavlenie rostovykh protsessov kak osnovnaya prichina snizheniya urozhaev pri zasukhe. Uspekhi sovremennoi biologii. 1978. N 1(4). S. 124-136.
13. Bodrikova V.N. Agroklimaticheskii spravochnik po Orenburgskoi oblasti: spravochnik. L.: Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo, 1971. 122 s.
14. Sedov E.N., Ogol'tsovoi T.P. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur. Orel: VNIISPK, 1999. 608 s.
15. Egorov E.A. Programma Severo-Kavkazskogo tsentra po selektsii plodovykh, yagodnykh, tsvetochno-dekorativnykh kul'tur i vinograda na period do 2030 goda. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2013. 202 s.
16. Eremina G.V. Sovremennye metodologicheskie aspekty organizatsii selektsionnogo protsessa v sadovodstve i vinogradarstve. Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. 569 s.

17. Dofng Khoang Zhang, Tokhtar' V.K. Issledovanie zasukhoustoichivosti perspektivnykh dlya introduktsii vidov *Momordica charantia* L. i *M. balsamina* L. (Cucurbitaceae). *Nauchnye vedomosti*. 2011. N 9(104) 15. S 43-47.
18. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s.
19. Meteodannye federal'noi sluzhby Rossii po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy, upravlenie (Tsentr) po gidrometeorologii i po monitoringu okruzhayushchei sredy, Privolzhskoe UGMS. 2019, 2020 gg.
20. Berezina T.V., Savin E.Z. Zasukhoustoichivost' plodovykh kul'tur *Malus Mill.* i *Pyrus L.* v stepnoi zone Zavolzhsko-Ural'skogo regiona. *Voprosy stepovedeniya*. 2020. N 1(XVI). S. 61-69. DOI: 10.24411/9999-006A-2020-10007.

Сведения об авторах

Татьяна Владимировна Березина

К.б.н., н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-3528-0263

Tatjana Berezina

Candidate of biological sciences, researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Евгений Захарович Савин

Д.с.-х.н., в.н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-2974-5175

Evgenij Savin

Doctor of agricultural sciences, leading researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Для цитирования: Березина Т.В. Савин Е.З. Перспективные засухоустойчивые и жаростойкие виды сорта рода *Malus Mill.* для создания устойчивых агроценозов в степной зоне Заволжско-Уральского региона // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 27-36. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-27-36

ДИНАМИКА И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГОЛОВЬЯ ЛОШАДЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Р. Шайфуллин

Волгоградский государственный университет, Россия, Волгоград

e-mail: maks.shayfullin@mail.ru

В статье рассматривается современное состояние численности поголовья лошадей Ростовской области, распределение его по категориям хозяйств, соотношение с другими видами скота и динамика показателей за последние 30 лет. В работе собраны сведения о состоянии конезаводства, действующих конных заводах, их географии. При помощи карт отражено пространственное распределение поголовья лошадей по административным районам области, а также численность и плотность поголовья, дан анализ пространственного распределения лошадей. Результаты работы позволяют объективно оценить роль коневодства как в животноводстве Ростовской области, так и во всей экономике региона. Выявлены региональные и локальные причины текущего состояния коневодства региона, которые кроются в сложившихся природных и экономических особенностях. На основе личного опыта в области коневодства отмечено, что на состояние коневодства влияют культурный компонент, этнические особенности регионов, традиции содержания, использования лошадей и употребления продуктов коневодства. Культурный аспект особенно важен для территории Ростовской области, ввиду исторических особенностей региона, которые главным образом связаны с историей и культурой донского казачества, в которой культ коня, спутника и боевого товарища имел место быть, а также практика джигитовки в кавалерийских казачьих формированиях русской и советской армии вплоть до 50-х годов XX века. На территории нынешней Ростовской области коневодство существует несколько тысячелетий и продолжительное время являлось стратегической отраслью хозяйства населявших некогда эти земли племён и народов. Это обусловлено географическими условиями региона, который находится в зоне степей и входит в единое культурно-географическое пространство, именуемое Великая степь. Ландшафтная специфика региона отразилась и на современных методах коневодства, в этих условиях и для этих условий был разработан метод культурно-табунного содержания, сочетающий преимущества табунного и заводского содержания. С его помощью в регионе на конезаводах содержат лошадей будённовской и донской пород.

Ключевые слова: лошадь, коневодство, животноводство, конный завод, степное животноводство.

Введение

На протяжении многих столетий на территории нынешней Ростовской области проживали различные племена, основой хозяйства которых было кочевое животноводство, в частности табунное коневодство. Коневодство было источником мясо-молочных продуктов, транспорта и основой боевой мощи – кавалерии – главной военной силы степных кочевников. История эта тянется от древних племён скифов и сарматов до средневековых племён аланов, готов, гуннов, печенегов, половцев, мадьяр, болгар, монголов [1].

Коневодческие традиции степных кочевых племён в регионе были подхвачены и продолжены донским казачеством. Специфика донского коневодства определялась как географическими, так и социальными факторами.

Животноводство являлось традиционной формой производящего хозяйства для донского казачества, в котором сплелись скотоводческие традиции тюркского населения с традициями русского населения, которые переселенцы приносили с Центрального региона на юг. Наиболее развиты были коневодство и разведение крупного рогатого скота, которые существовали у донского казачества как минимум с XVI в. А использование кавалерии в качестве главной военной силы донского казачества оставило глубокий отпечаток на культуре казаков [2].

Развитие коневодства продолжилось и в XX веке, внедрялись современные приёмы и методы, появились крупные конезаводы (табл. 2) [3]. Сохранилось коневодство в Ростовской области и до наших дней, хоть и в значительно меньших масштабах.

Цель исследования: дать оценку современного состояния поголовья лошадей Ростовской области, проследить его динамику, оценить роль коневодства в животноводстве Ростовской области.

На территории Ростовской области распространён умеренно-континентальный тип климата. Среднегодовая температура воздуха колеблется от +9,5°C на юге до +6,5°C на севере области. Самый холодный месяц в области – январь (-6,5°C), Самый тёплый месяц – июль (+23°C). Среднегодовое количество осадков – 423 мм, уменьшается от 500 мм на юго-западе и западе до 300 мм на востоке и юго-востоке. Снежный покров в области невысокий, 5-8 см на юге и 10-15 см на севере. Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова – от 58 (с. Песчанокопское) до 92 дней (ст. Казанская). Ростовская область относится к регионам с недостаточным увлажнением

Распространены чернозёмы (64,2 % площади) и каштановые почвы (20,6 % площади). По долинам рек распространены луговые и лугово-болотные почвы, также встречаются песчаные массивы, солончаки и солонцы.

Из естественной растительности преобладают степные и сухостепные виды (разнотравье, типчаки, ковыли, полынь), также присутствуют пойменные луга, пойменные и байрачные леса, болота (дельта Дона) [4].

Обилие естественных пастбищ и сенокосов стимулировало развитие коневодства, в особенности его кочевых и полукочевых форм, что отражалось и на породном составе поголовий

Материалы и методы

Объектом исследования стало поголовье лошадей на территории Ростовской области. В работе использовались данные Федеральной службы государственной статистики. В основу работы положен метод статистического анализа картографический метод также был использован исторический подход.

Были использованы статистические данные за период с 1990 по 2020 гг. по Ростовской области, Южному федеральному округу и Российской Федерации.

Результаты и обсуждение

Поголовье лошадей в Ростовской области динамично изменялось в последние десятилетия (рис 1).

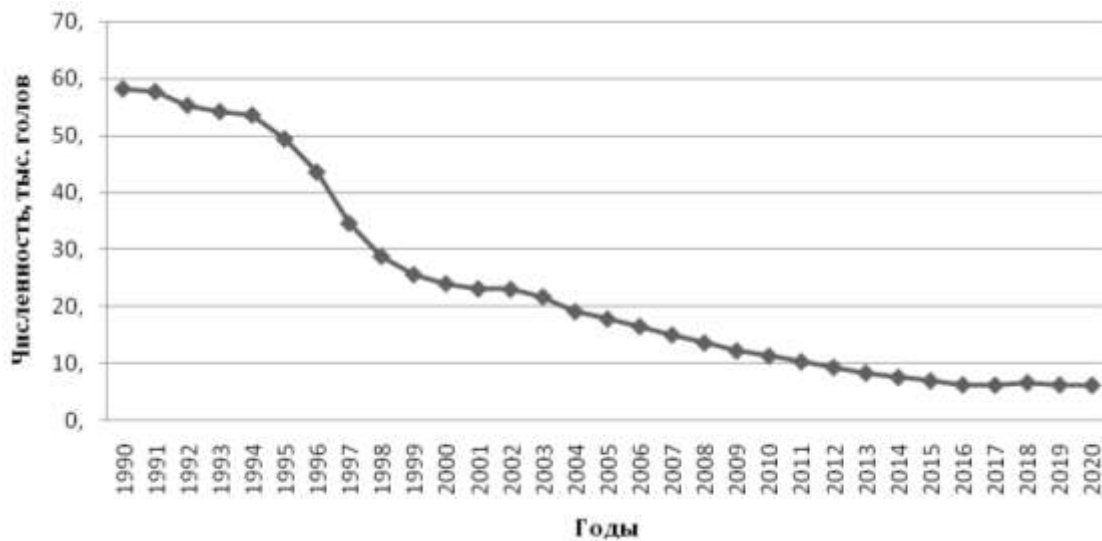


Рисунок 1 – Динамика численности лошадей в Ростовской области с 1990 по 2020 гг.

За 30 летний период отмечается сокращение поголовья в 9 раз, с 58,2 тыс. до 6,17 тыс. голов. Наибольшее уменьшение наблюдается в период с 1995 по 1999 гг. Начиная с 2016 года снижение прекратилось. В среднем по России поголовье сократилось с 1990 по 2020 гг. в 2 раза (с 2618,4 до 1302,08 тыс. голов) (табл. 1). Темпы сокращения по Ростовской области в пять раз выше, чем по России. [5]

Для более детального понимания динамики и причин снижения численности поголовья лошадей прослежена динамика поголовья в различных типах хозяйств (рис. 2).

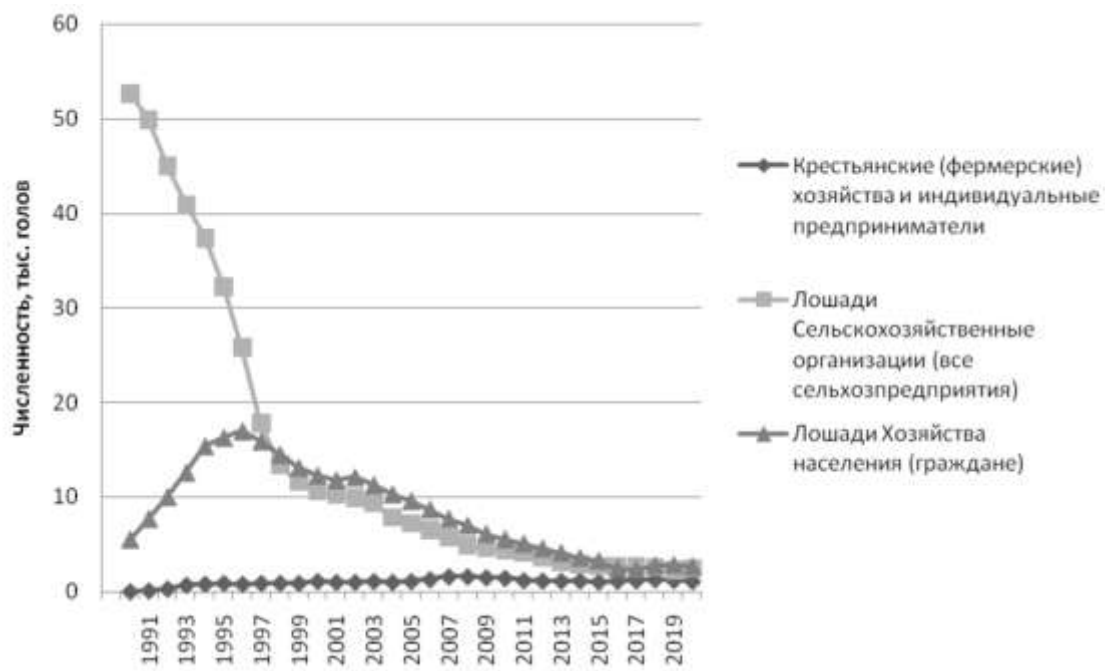


Рисунок 2 – Динамика поголовья лошадей в разных типах хозяйств Ростовской области с 1990 по 2020 гг.

Таблица 1 – Распределение лошадей по типам хозяйств [5]

Тип хозяйства	Количество лошадей (тыс. голов)				Доля лошадей от общего числа (в %)			
	1990	2000	2010	2020	1990	2000	2010	2020
Сельхозпредприятия	52,7	10,6	4,3	2,4	90,9	44,2	38,4	38,7
Хозяйства населения (частные хозяйства)	5,5	12,3	5,5	2,7	9,1	51,3	49,1	43,5
Крестьянские и фермерские хозяйства		1,1	1,4	1,1		4,5	12,5	17,8
Все типы	58,2	24	11,2	6,2	100	100	100	100

До 90 % всего поголовья в 1990 г. было сосредоточено в сельхозпредприятиях, пик падения численности всего поголовья и сокращения доли поголовья в сельхозпредприятиях приходится на 1990-е годы. Причина этому – аграрная реформа, приватизация земли и реорганизация совхозов и колхозов, проходившие согласно постановлению Правительства РФ от 29 декабря 1991 г. №86 «О порядке реорганизации колхозов и совхозов». На деле принятые меры привели к ликвидации большинства колхозов и совхозов, урезанию финансирования конных заводов и закрытию части из них.

В последующие годы наибольшая доля (40-50 % численности) приходилась и приходится до сих пор на частные хозяйства. Конные заводы Ростовской области являются центрами племенного разведения (табл. 2). Из 15 конных заводов в настоящий момент действует 5 конных заводов, на которых воспроизводят будённовскую, донскую, траккененскую, чистокровную верховую породы.

Таблица 2 – Конные заводы Ростовской области [6-11]

п/п	Район	Наименование хозяйства	Год организации	Разводимые породы	Количество лошадей
1	Зерноградский	Конный завод №157 им. Первой Конной Армии	1920	Будённовская	Матки – 100 Жеребцы производители - 10
2	Целинский	Конный завод №159 им.С.М. Кирова	1921	Траккененская	Матки – 52 Жеребцы производители- 11
3	Сальский	Конный завод №158 им.С.М. Буденного	1920	Будённовская, донская	Нет данных
4	Пролетарский	Великокняжеский конный завод (бывший Пролетарский №162)	1938	Будённовская	Нет данных
5	Орловский	Конный завод «Донской»	2002	Чистокровная верховая	Матки – 65 Производители – 7

На 2020 г. в Ростовской области насчитывалось 6,17 тыс. голов лошадей в хозяйствах всех категорий, что составляет 6,6 % от поголовья Южного федерального округа (93,59 тыс. голов) и 0,5 % от общероссийского поголовья (1302,08 тыс. голов).

Поголовье распределено неравномерно по различным категориям хозяйств: 2,4 тыс. голов (38,7 %) содержится в сельскохозяйственных предприятиях; 1,1 тысяч (17,8 %) в крестьянских и фермерских хозяйствах (индивидуальные предприятия); 2,7 тысяч (43,5 %) в хозяйствах населения (рис. 3). В области заметно преобладание частного коневодства.

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ



Рисунок 3 – Распределение лошадей по категориям хозяйств в Ростовской области на 2020 год

Для анализа пространственного распределения по территории Ростовской области поголовья лошадей составлена карта (рис. 4).

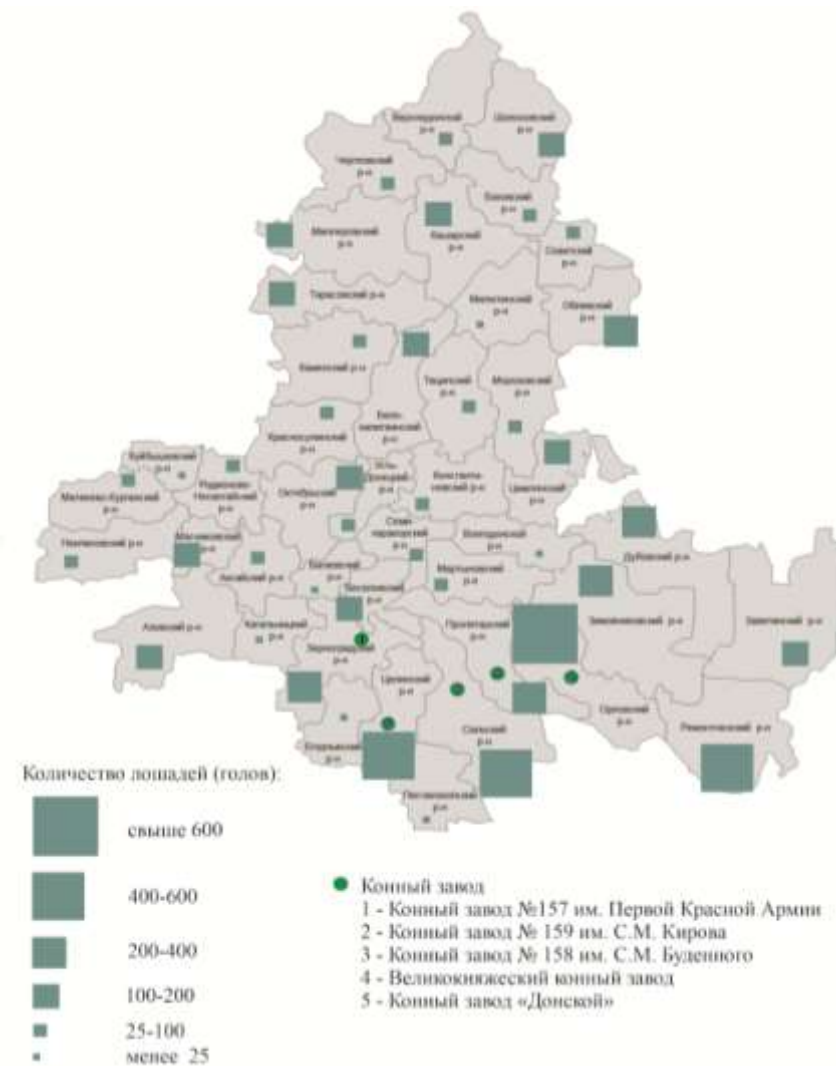


Рисунок 4 – Пространственное распределение лошадей на территории Ростовской области

Наибольшая концентрация лошадей наблюдается на юге и юго-востоке Ростовской области, в южной части области находятся все конные заводы. Анализ карты даёт основание утверждать, что в Ростовской области коневодство наиболее развито в южных и юго-восточных районах.

Лидером по численности является Орловский район – 997 голов лошадей, за ним с большим отрывом следует Сальский – 557 голов, минимальное по региону значение у Куйбышевского района – 3. Среднее значение по региону для района – 145 голов. 23 района, т.е. 53 % всех районов области, имеют численность лошадей ниже среднего показателя по региону, что говорит о неоднородном развитии коневодства в Ростовской области.

Выводы

Обладая сильными традициями и подходящими природными условиями для разведения лошадей Ростовская область на сегодняшний день имеет слаборазвитое коневодство по сравнению с показателями прошлых десятилетий и другими, более успешными регионами (Башкирия, Якутия, Карачаево-Черкессия, Тува, Алтай, Астраханская область и др.).

С 1990 года поголовье сократилось в 9 раз, основная часть поголовья, его 43,5 % сосредоточилось в настоящий момент в личных хозяйствах, тогда как в 1990 году основная часть (90,9 %) принадлежала сельхозпредприятиям.

Развито, по современным меркам, коннозаводство, существует пять конных заводов, наиболее популярна будённовская порода лошадей.

Неравномерно распределено поголовье по территории Ростовской области, максимально на район приходится 997 голов, среднее значение показателя – 145 голов, 23 района имеют поголовье меньше 100 голов, 14 районов – меньше 50. Коневодство Ростовской области в последние 30 лет претерпело существенное сокращение, а его и так небольшая доля в экономике региона сокращается.

Список литературы

1. Малыхин К.Г. История Донского края: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Ростов-книга, 2012. 206 с.
2. Мининков Н.А. Донское казачество в эпоху позднего средневековья: до 1671 г. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1998. 512 с.
3. Коневодство и конейиспользование / В.О. Витт, В.О. Желиговский, А.С. Красников, Н.М. Шпайер. Москва: Издательство «Колос», 1964. 384 с.
4. Алексенко В.Н., Мартынова М.М. География Ростовской области: учебник. Ростов-на-Дону: ООО «Терра», 2005. 120 с.
5. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31325> (дата обращения: 16.03.2021).
6. Сотникова С.А. Спирали истории. Коневодство Юга России. [Электронный ресурс]. URL: http://horse-rostov.ru/news/konevodstvo_spiral_istorii.php (дата обращения: 16.03.2021).
7. О заводе. Конный завод имени Первой Конной Армии. [Электронный ресурс]. URL: <https://1k-horse.com> (дата обращения: 16.03.2021).
8. Коннозаводство. ЗАО «Кировский конный завод». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kirovhorse.ru> (дата обращения: 16.03.2021).
9. Конный завод им. С.М. Будённого. ООО «АгроСоюз Юг Руси» Филиал ПКЗ им. С.М. Будённого. [Электронный ресурс]. URL: <http://donbudennov.ru> (дата обращения: 16.03.2021).

10. О нас. Великокняжеский конный завод. [Электронный ресурс]. URL: <https://vkzhorse.com/about> (дата обращения: 16.03.2021).
11. ООО «Конный завод «Донской». Донской конный завод. [Электронный ресурс]. URL: <http://donskoistud.ru/main> (дата обращения: 16.03.2021).

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 03.08.2021

Принята к публикации 21.09.2021

DYNAMICS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF THE HORSE POPULATION IN THE ROSTOV REGION

M. Shaifullin

Volgograd State University, Russia, Volgograd

e-mail: maks.shayfullin@mail.ru

The article considers the current state of the number of horses in the Rostov region, its distribution by categories of farms, the ratio with other types of livestock and the dynamics of indicators over the past 30 years. The work contains information about the state of horse breeding, operating horse farms, their geography. The maps reflect the spatial distribution of the number of horses in the administrative districts of the region, as well as the number and density of livestock, and the analysis of the spatial distribution of horses is given. The results of the work allow us to objectively assess the role of horse breeding both in the livestock industry of the Rostov region and in the entire economy of the region. To identify the regional and local causes of the current state of horse breeding in the region, which are hidden in the existing natural and economic features. Based on personal experience in the field of horse breeding, it is noted that the state of horse breeding is influenced by the cultural component, ethnic characteristics of the regions, traditions of keeping, using horses and using horse breeding products. The cultural aspect is especially important for the territory of the Rostov region, due to the historical features of the region, which are mainly related to the history and culture of the Don Cossacks, in which the cult of the horse, companion and comrade-in-arms took place, as well as the practice of riding in the cavalry Cossack formations of the Russian and Soviet army up to the 50s of the twentieth century. On the territory of the present Rostov region, horse breeding has existed for several millennia and for a long time was a strategic branch of the economy of the tribes and peoples who once inhabited these lands. This is due to the geographical conditions of the region, which is located in the steppe zone and is part of a single cultural and geographical space called the Great Steppe. The landscape specifics of the region were also reflected in modern methods of horse breeding, in these conditions and for these conditions, a method of cultural and herd maintenance was developed, combining the advantages of herd and factory maintenance. With its help, horses of the Budyonovsky and Don breeds are kept at stud farms in the region.

Key words: horse, horse breeding, animal husbandry, stud farm, steppe animal breeding.

References

1. Malykhin K.G. Istoriya Donskogo kraia: uchebnoe posobie. Rostov-na-Donu: Rostovkniga, 2012. 206 s.
2. Mininkov N.A. Donskoe kazachestvo v epokhu pozdnego srednevekov'ya: do 1671 g. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta, 1998. 512 s.
3. Konevodstvo i koneispol'zovanie. V.O. Vitt, V.O. Zheligovskii, A.S. Krasnikov, N.M. Shpaier. Moskva: Izdatel'stvo "Kolos", 1964. 384 s.

4. Aleksenko V.N., Martynova M.M. Geografiya Rostovskoi oblasti: uchebnik. Rostov-na-Donu: ООО “Terra”, 2005. 120 s.
5. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema (EMISS). [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31325> (data obrashcheniya: 16.03.2021).
6. Sotnikova S.A. Spirali istorii. Konevodstvo Yuga Rossii. [Elektronnyi resurs]. URL: http://horse-rostov.ru/news/konevodstvo_spiral_istorii.php (data obrashcheniya: 16.03.2021).
7. O zavode. Konnyi zavod imeni Pervoi Konnoi Armii. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://1k-horse.com> (data obrashcheniya: 16.03.2021).
8. Konnozavodstvo. ZAO “Kirovskii konnyi zavod”. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.kirovhorse.ru> (data obrashcheniya: 16.03.2021).
9. Konnyi zavod im. S.M. Budennogo. ООО “AgroSoyuz Yug Rusi” Filial PKZ im. S.M. Budennogo. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://donbudennov.ru> (data obrashcheniya: 16.03.2021).
10. O nas. Velikoknyazheskii konnyi zavod. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://vkzhorse.com/about> (data obrashcheniya: 16.03.2021).
11. ООО “Konnyi zavod “Donskoi”. Donskoi konnyi zavod. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://donskoistud.ru/main> (data obrashcheniya: 16.03.2021).

Сведения об авторах

Максим Рафаэльевич Шайфуллин

Магистрант кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет

ORCID 0000-0002-3528-0263

Maksim Shaifullin

Master, department of geography and cartography, Volgograd State University

Для цитирования: Шайфуллин М.Р. Динамика и пространственное распределение поголовья лошадей на территории Ростовской области // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 37-44. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-37-44

© Прищепов А.В., Мячина К.В., Камп Й., Смелянский И.Э., Дубровская С.А., Ряхов Р.В., Грудинин Д.А., Яковлев И.Г., Уразалиев Р., 2021
 УДК 911.9:504.064.2:504.54.056
 DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-45-68

**МНОЖЕСТВЕННЫЕ ТРАЕКТОРИИ ФРАГМЕНТАЦИИ СТЕПНЫХ
 ЛАНДШАФТОВ, ИХ ДЕГРАДАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ
 ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

**А.В. Прищепов^{1,2}, К.В. Мячина², Й. Камп³, И.Э. Смелянский⁴,
 С.А. Дубровская², Р.В. Ряхов², Д.А. Грудинин², И.Г. Яковлев², Р. Уразалиев⁵**

¹Департамент наук о Земле и управления природными ресурсами (IGN),
 Копенгагенский университет, Дания

²Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия

³Департамент охраны биоразнообразия, Геттингенский университет, Геттинген,
 Федеративная Республика Германия

⁴Сибирский экологический центр, Новосибирск, Россия

⁵Ассоциация сохранения биоразнообразия Казахстана, Нур-Султан, Казахстан
 e-mail: orensteppe@mail.ru

На протяжении XX века степной пояс Евразии претерпел значительные изменения растительного покрова. В последнее десятилетие был достигнут прогресс в изучении расширения площадей пахотных земель за счет степных ландшафтов, а также их обратного частичного восстановления за счет забрасывания пашен, особенно в постсоветский период. Однако изменение степных ландшафтов может включать и другие нарушения, такие как добыча нефти и газа, мусорные свалки, фрагментация в результате развития дорожной сети. Такие нарушения систематически не документируются. На примере Оренбургской области (Россия) нами реконструирована динамика изменения сельскохозяйственного земельного покрова с использованием снимков Landsat и Sentinel-2 с 1990 по 2018 гг. Далее были использованы снимки сверхвысокого разрешения для инвентаризации иных антропогенных нарушений степных ландшафтов, а также их пространственных детерминант. Наше исследование показало, что, несмотря на восстановление вторичных степей за счет повсеместного забрасывания пахотных земель с 1990 по 2018 гг., степи, включая их восстановленные участки, подверглись фрагментации из-за неформальных дорог, добычи нефти и газа, зарастания кустарником и молодыми деревьями, мусорных свалок и других нарушений. Только 6,4 % систематически отобранных 7859 блоков размером 1x1 км на территории степей в Оренбургской области не имели документально подтвержденных нарушений к 2018 г. Картированные нарушения находились, в основном, вблизи населенных пунктов и дорог, хотя некоторые нарушения были обнаружены на отдаленных территориях. Учитывая доступность степей за счет развития инфраструктуры и увеличения количества автомобилей, включая внедорожники, а также слабую законодательную природоохранную базу, наше исследование подчеркивает необходимость систематической инвентаризации нарушений грассландов, как в степях Евразии, так и в других частях глобального степного биома.

Ключевые слова: степные ландшафты, нарушения ландшафтов, добыча нефти и газа, фрагментация, спутниковые снимки, изменение землепользования и земного покрова, машинное обучение.

Введение

Степные ландшафты (грассланды) во всем мире играют важную роль в регулировании глобальных биогеохимических процессов и климата [1-3], служат жизненно важным источником биоразнообразия, гарантом глобальной продовольственной безопасности [4],

обладают эстетической ценностью [5-7]. Многие граcсланды, включая Евразийские степи, в течение XIX и XX вв. претерпели значительные изменения, которые часто представляли собой контрастирующие траектории изменения растительного покрова: расширение пашни за счет естественной степи, интенсификация сельскохозяйственного производства, деинтенсификация и забрасывание пашни, а также деградация граcсландов, за счет других видов землепользования, например, разработки месторождений нефти и газа, добычи полезных ископаемых [8-12]. Советские государственные проекты, такие как, «Преобразование природы» (конец 1940-х гг.) с внедрением ветрозащитных полос, «Целинной кампании» (1954–1963 гг.) с массовой распашкой степей, проектов по мелиорации после 1963 г., были нацелены на расширение сельского хозяйства за счет степей, а также на улучшение сельскохозяйственного производства на уже возделываемых землях в подверженных засухе степных районах бывшего Советского Союза [13, 14].

Однако, многие траектории трансформации и деградации степных ландшафтов до сих пор не документированы. Существующие исследования по трансформации земель в Евразийских степях затрагивают, в основном, постсоветские изменения сельскохозяйственного землепользования, включая массовые забрасывание пахотных земель и последующее восстановление вторичных степей, а также частичное вовлечение в сельскохозяйственный оборот, например, в Казахстане [15-18], Монголии [19] и России [20, 21]. В нескольких исследованиях также количественно оценивается сокращение поголовья скота, в том числе снижение нагрузки выпаса скота в Казахстане [22-24, 17], а также увеличение пастбищной нагрузки в Монголии [25]. Исследования также показывают, что оставшиеся и восстановленные участки степи, вероятно, претерпели более сложные антропогенные преобразования степного ландшафта, включая фрагментацию степей в ходе добычи нефти и газа (например, в европейской части России) [26], сжатия поселений из-за оттока населения (например, в северном Казахстане и России) [27-29], расширения орошаемых земель в Китае [30, 31], а также посадки леса в засушливых районах Китая [32]. В то же время, результаты ряда исследований указывают на то, что существуют и другие виды землепользования, ведущие к деградации степей: официальные (формальные) и неформальные дороги, свалки мусора, законные и незаконные карьеры и открытые разработки добычи полезных ископаемых, а также использование земель в военных целях [33-35]. Например, официальная статистика в России отражает общемировую тенденцию: количество автомобилей увеличилось в три раза: с 16 миллионов в 1990 году до 51 миллионов автомобилей к 2019 году [36]. В 2019 году на внедорожники и автомобили 4x4 пришлось 48 % новых автомобилей, проданных в России [37], что вероятно, способствует доступности и, как следствие, фрагментации степных участков. В отсутствие четкого законодательства о развитии неформальных дорог в России такая тенденция и визуальная проверка спутниковых снимков позволяют предположить, что неформальные дороги широко распространены, но недостаточно хорошо задокументированы. Следовательно, необходим систематический мониторинг альтернативных (т.е. несельскохозяйственных) видов землепользования и разработка индикаторов нарушенности степей. В частности, многие степи не имеют статуса охраняемых территорий и отсутствуют механизмы, которые регулируют землепользование в степях [38].

Спутниковый мониторинг, например, с использованием информации со спутников Landsat и Sentinel-2, позволяет восстановить динамику сельскохозяйственного землепользования вплоть до середины 1980-х гг. Однако, данные на основе мультиспектральных 30-метровых снимков Landsat и 10- и 20-метровых снимков Sentinel-2 (MSI) не подходят для количественной оценки других детальных видов землепользования, таких, как формальные и неформальные дороги, добыча нефти и газа, распространение кустарников и деревьев от лесополос, рост и сжатие поселений. Спутниковые снимки с более высоким разрешением, такие как IKONOS и WorldView, доступные через картографический сервис GoogleEarth™, подходят для количественной оценки перечисленных видов землепользования. Тем не менее, на сегодняшний день ни в одном исследовании не сообщалось о систематическом наблюдении различных процессов фрагментации в степных

ландшафтах с использованием изображений с более высоким разрешением. Поэтому своевременный мониторинг изменений землепользования и растительного покрова степных ландшафтов имеет жизненно важное значение для понимания таких воздействий и оценки последствий существующих и прошлых политик землепользования на степные экосистемы.

Целью исследования было выявить множественные траектории трансформации степных ландшафтов с 1990 по 2018 гг. на примере Оренбургской области (Россия). На основе спутниковых данных Landsat и Sentinel-2 была оценена динамика сельскохозяйственных земель, а именно – их забрасывание и восстановление вторичных степей, а также вовлечение в сельскохозяйственный оборот заброшенных земель. Далее, на основе спутниковых данных со сверхвысоким разрешением, мы оценили другие виды землепользования, которые могут привести к фрагментации степей, а именно – неформальные дороги, добычу нефти и газа, зарастание степей кустарником и молодыми деревьями, полу- и полностью заброшенные поселения и отдельные здания, другие виды нарушений. Также рассчитывался индекс антропогенных нарушений и оценивались пространственные детерминанты нарушений.

Основные вопросы исследования заключались в следующем:

1. Как менялся агроландшафт Оренбургской области с 1990 по 2018 гг.?
2. Каковы были основные антропогенные нарушения (кроме сельского хозяйства) к 2018 г.?

Материалы и методы

Территория исследования

Территория исследования охватывает Оренбургскую область площадью 124 000 км². Оренбургская область простирается с запада на восток примерно на 700 км. Рельеф представляет плоскую, местами холмистую местность; более пересеченная местность встречается на востоке области – например, южная окраина Уральских гор. Территория исследования подвержена засухе с умеренной степенью засушливости. Средний гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК, индекс аридности) колеблется от 1,1 (на северо-западе) до 0,53 (в южных частях Оренбургской области) [39, 40] Селянинов, 1928). Средняя температура в вегетационный период (с апреля по октябрь) колеблется от 12 до 17°C, а количество осадков – от 120 до 180 мм [41]. Наиболее продуктивные почвы – черноземы – занимают северо-западную и центральную части области, а наименее продуктивные почвы – солонцы – встречаются, в основном, в южной и восточной частях области.

В растениеводстве Оренбургской области преобладает пшеница и подсолнечник; также распространено животноводство. Однако с 1990 года поголовье скота резко сократилось [36], что привело к снижению нагрузки от выпаса скота и сенокосения и способствовало частичному восстановлению степей [42, 21]. Снижение поголовья скота происходило параллельно с сокращением животноводческой инфраструктуры, такой как, коровники и летние животноводческие базы, которые были частично, или полностью разобраны, так же, как и в соседнем Казахстане [27, 22].

Классификация изменений сельскохозяйственного землепользования и земельного покрова

Ландшафтный покров классифицировался с использованием разносезонных мультиспектральных снимков Landsat и Sentinel-2 за 1990, 2000, 2010 и 2018 гг. Классификационный каталог включал четыре тематических класса: 1) пашня (яровые и озимые культуры, включая поля под паром как часть севооборота), 2) травянистые земли (используемые и неиспользуемые пастбища и сенокосы), 3) лес и 4) другое (например, непроницаемая поверхность-асфальт, бетон, открытая почва и вода). Классификация спутниковых снимков проводилась для каждого периода отдельно, а затем была составлена карта изменений земельного покрова с использованием подхода после классификационного детектирования изменений [43]. Таким образом, были получены переходные классы

изменения сельскохозяйственного земельного покрова. Если пашня со временем переходила в пастбища и сенокосы (грассланды), она считалась «заброшенной пашней». Если граcсланды с течением времени были преобразованы в пашню, это считалось «рекультивацией» (возвращением заброшенной пашни в сельскохозяйственный оборот) (табл. 1).

Таблица 1 – Классификационная схема (каталог)

Тематический класс	Сокращение
Стабильная пашня в 1990, 2000, 2010, 2018 гг.	П-П-П-П
Стабильный граcсланд в 1990, 2000, 2010, 2018 гг.	Г-Г-Г-Г
Лес	Л
Другое	Др
Пашня в 1990, граcсланд в 2000, 2010, 2018 гг.	П-Г-Г-Г
Пашня в 1990 и 2000, граcсланд в 2010 and 2018 гг.	П-П-Г-Г
Пашня в 1990, граcсланд в 2000, пашня в 2010 и 2018 гг.	Г-Г-П-П
Пашня в 1990, 2000, 2010, граcсланд в 2018 гг.	П-П-П-Г
Пашня в 1990, граcсланд в 2000, 2010, пашня в 2018 гг.	П-П-Г-П
Пашня в 1990, 2000, граcсланд в 2010, пашня в 2018 гг.	П-П-Г-П
Пашня в 1990, граcсланд в 2000, пашня в 2010, граcсланд в 2018 гг.	П-Г-П-Г

Для каждого временного шага (1990, 2000, 2010 и 2018 гг.) были получены разносезонные спутниковые изображения Landsat и Sentinel-2 с помощью облачной вычислительной платформы Google Earth Engine™ (GEE <https://earthengine.google.com/>). Для каждого спутникового снимка были использованы каналы с информацией об отражении подстилающей поверхности (красный, зеленый, синий, инфракрасный, коротковолновый инфракрасный 1 и коротковолновый инфракрасный 2 каналы), которые были получены с 1 мая по 31 октября. Для всех каналов были удалены облака с использованием значений маски облачности, доступной на платформе GEE (более подробную информацию об обработке спутниковых данных можно найти в публикации [42]). Чтобы уменьшить количество снимков, для и каждого из трех сезонов (с 1 мая по 30 июня «Весна», с 1 июля по 31 августа «Лето» и с 1 сентября по 31 октября «Осень») были вычислены медианные значения для каждого из каналов, которые были включены в окончательный композит изображений для последующей классификации. Также были рассчитаны и включены в композит изображений спектрально-временные индексы, такие как стандартное отклонение, среднее, минимальное и максимальное значения для каждого канала с 1 мая по 31 октября. Все каналы были приведены к пространственному разрешению пикселя 30 метров с использованием метода ближайшего соседа. Всего для каждого композита за исследуемый период было включено 60 слоев.

Созданные композитные изображения были классифицированы в GEE с помощью непараметрического алгоритма классификации «случайный лес» – «random forest» [44-46]. Окончательными параметрами для классификатора «случайный лес» в каждый период были выбраны 500 деревьев, 16 переменных для каждого разделения – размерность пространства признаков, 0,10 как минимальная пропорция листьев с ошибкой и 70 % данных для обучения модели. Параметры оценивались на основе тестов чувствительности. Данные для обучения классификатора «случайный лес» были собраны с изображений с очень высоким разрешением, доступных на Google Earth™ с 2010 по 2018 гг., данных, собранных во время полевых кампаний в 2018 году, а также на основе интерпретации многосезонных изображений Landsat и Sentinel-2 с использованием спектральной информации и контекстных данных. Была также установлена визуальная связь между изображениями с очень высоким разрешением и изображениями Landsat и Sentinel-2 MSI. Был также применен

накопленный опыт анализа данных на схожих территориях при проведении картирования заброшенных и обрабатываемых земель, а также накопленный опыт полевых кампаний в исследуемой и аналогичных степных областях Казахстана, Узбекистана, Украины [47, 48, 18, 49]. В общей сложности было подготовлено примерно 6500 тренировочных пикселей с разрешением 30 метров, которые использовались для каждого периода – примерно 2000 тренировочных пикселей для класса «пахотные земли», 3000 пикселей для класса «грассланды», 1000 тренировочных пикселей для класса «лес» и 500 тренировочных пикселей для класса «другой». Такая выборка отражала примерное пропорциональное распределение классов для исследуемой территории [50, 51].

Чтобы оценить точность классификации для 1990, 2000, 2010 и 2018 гг., сначала оценивался минимальный размер выборки, основанный на потенциальной доле классов, ожидаемой точности пользователя и ожидаемой стандартной ошибки общей точности (FAO, 2016). Далее была оценена пространственная автокорреляция для случайно сгенерированных десяти блоков размером 20x20 км путем вычисления индекса Moran's I. Наблюдаемая положительная пространственная автокорреляция для сгенерированных блоков была уменьшена с 0,82 до 0,21 за счет сохранения минимального расстояния 500 м между выборочными точками. Затем, для снижения транспортных расходов во время выездов на места обследования – лучшей выборки разнообразия ландшафтов, сохранения степени рандомизации, был разработан двухэтапный подход стратифицированной случайной выборки путем генерации блоков 20x20 км и случайного распределения 1600 точек, при соблюдении дистанции 500 метров между точками [52, 48, 49]. Для определения тематических классов на 2018 год, в 2018 и 2019 гг. были проведены полевые выезды на местность с использованием двухэтапной стратифицированной случайной выборки. Для 2018 и 2010 гг. анализ также был дополнен интерпретацией снимков сверхвысокого разрешения, которые были доступны для 2018 и 2010 гг., а также данных Sentinel-2 и Landsat. Для проверки классификации для 1990 и 2000 гг. ранее рандомизировано сгенерированные валидационные точки были пересмотрены и классы были присвоены с использованием снимков сверхвысокого разрешения (2000 г.), а также изображений Landsat [47-49]. В общей сложности для каждого исследуемого периода было подготовлено около 1600 валидационных точек на основе полевых наблюдений (2018 г.), интерпретации снимков сверхвысокого разрешения и дополнительного сбора данных (более подробную информацию можно найти у Pazur et al., 2021). Были построены три таблицы сопряжения (матрицы ошибок) между классификациями и валидационными данными и рассчитаны точность пользователя, точность производителя и общая точность классификации (Congalton and Green, 2008). Оценки площадей также были скорректированы на основе доли ошибок упущения и переоценки и рассчитанных погрешностей для оценок площадей с 95 % доверительными интервалами [53, 54]. Чтобы уменьшить «эффект соли и перца» – некорректно классифицированных отдельных пикселей, перед оценкой точности, для классификаций был применен мажоритарный фильтр, и площади менее 0,18 км² были отнесены к соседним классам.

Выявление антропогенных нарушений на 2018 г. с помощью изображений со сверхвысоким разрешением

В пределах маски граcсландов 2018 г. (стабильные граcсланды на 2018 г. Г-Г-Г-Г, заброшенные пахотные земли к 2018 г. П-Г-Г-Г, П-П-П-Г, П-П-Г-Г, П-Г-П-Г, где П-пашня, Г- граcсланд согласно таблице 1) антропогенные нарушения были картированы вручную с использованием снимков со сверхвысоким разрешением 1,5 м, доступных через картографический сервис GoogleEarthTM. Спутниковые снимки сверхвысокого разрешения в видимом диапазоне спектра были доступны с 2000 по 2018 гг. и покрывали всю Оренбургскую область. Для маски граcсландов за 2018 год была произведена систематическая выборка 7859 блоков размером 1x1 км², которая включала и заброшенные пашни (рис. 1). Большинство изображений со сверхвысоким разрешением были доступны примерно за 2015-2018 гг., которые и использовались для оцифровки следующих нарушений: 1) неформальные (неофициальные) дороги, 2) нефтегазовая инфраструктура, 3)

зарастание кустарником и деревьями, 4) заброшенные поселения и здания, 5) карьеры, 6) мусорные свалки, 7) другие виды землепользования (рис. 1). Неформальные дороги были представлены полилинейными объектами. Нефтегазовая инфраструктура, мусорные свалки, зарастание кустарником и деревьями, заброшенная инфраструктура (населенные пункты и отдельные здания), карьеры и другие нарушения (ветряные и солнечные энергетические установки и прочие антропогенные объекты) были вручную оцифрованы в виде полигонов. Была рассчитана описательная статистика для каждого выделенного блока: плотность дорог, наличие (1) или отсутствие (0) нарушений (например, при разработке нефти и газа) свалок и кустарников, для маски грассландов за 2018 г. и отдельно для вторичных степей из-за забрасывания пашен к 2018 году. Мы также разработали индекс нарушений (ИН), нормированный между «0» (минимальное значение) и «1» (максимальное значение), следующим образом:

$$ИН = \frac{(\sum N_i - \sum N_{мин})}{(\sum N_{макс} - \sum N_{мин})} \quad (1),$$

где $\sum N_i = N_{дор} + N_{нефтегаз} + N_{куст} + N_{пос} + N_{кар} + N_{мус}$. $N_{дор}$ представляет нормализацию между «0» и «1» неформальных дорог между минимальными (0 км/км²) и максимальными значениями (25,3 км/км²) (табл. 2), $N_{нефтегаз}$ – наличие («1») / отсутствие («0») нефтегазовой инфраструктуры, $N_{куст}$ – наличие («1») / отсутствие («0») зарастания кустарником и молодыми деревьями, $N_{пос}$ – наличие («1») / отсутствие («0») заброшенных поселений и зданий, $N_{кар}$ – наличие («1») / отсутствие («0») карьеров, $N_{мус}$ – наличие («1») / отсутствие («0») мусорных свалок.

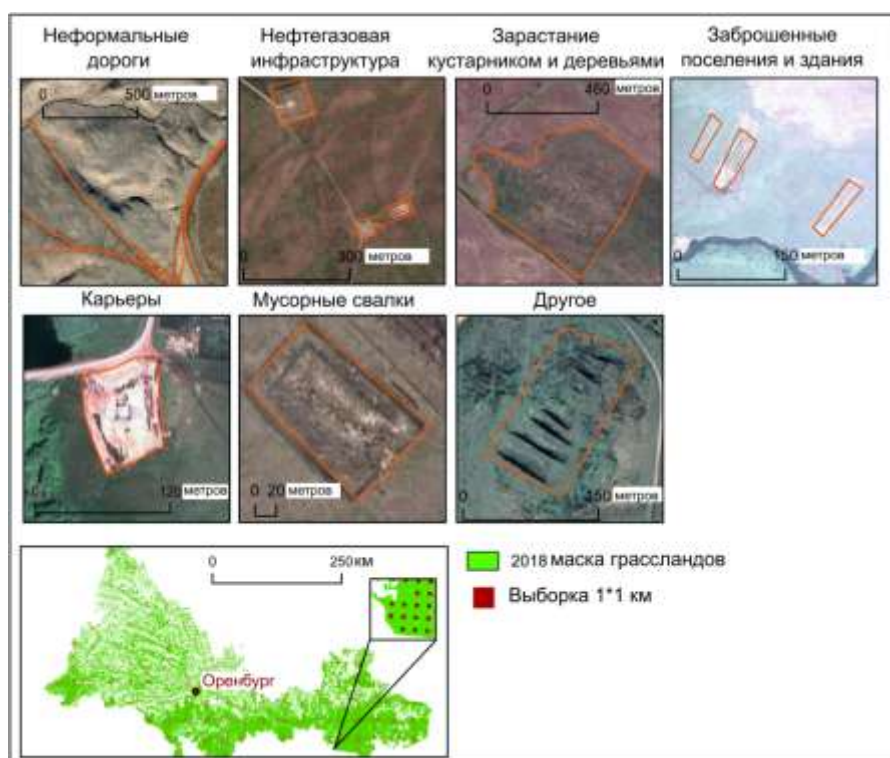


Рисунок 1 – Картирование нарушений в пределах Оренбургской области

Чтобы исследовать пространственное распределение нарушений, в работе применялся непараметрический метод машинного обучения «усиленные деревья регрессии» или boosted regression trees (BRT) [55], когда было оценено потенциальное влияние расстояния до населенных пунктов, городов и кромки леса.

Результаты и обсуждение

Картирование изменений сельскохозяйственного землепользования с 1990 по 2018 гг.

В целом, на основе спутниковых данных мы подготовили карты изменения землепользования с высокой точностью классификации. Общая точность карт за 1990–2000 гг. и за 2010–2018 гг. варьировала от 92 % до 95 %. Скорректированная точность пользователя и производителя с поправкой на площадь ошибок комиссии и пропусков составила около 90 %, в том числе, для тематических классов непосредственного интереса: пашни и грассланды. Анализ выявил резкое изменение структуры ландшафтного покрова после 1990 г. Хотя в 1990 г. возделывалось примерно $6,05 \pm 0,07$ миллионов гектар пахотных земель, в период с 1990 по 2018 гг. $3,2 \pm 0,3$ миллиона гектар пахотных земель ($52 \% \pm 2,5 \%$) было заброшено. Однако к 2018 г. лишь $2,8 \pm 0,5$ миллиона гектаров пахотных земель остались без следов вспашки (т.е., $31 \% \pm 3 \%$ пахотных земель, которые обрабатывались в 1990 г.). Вывод из оборота пашни с последующим восстановлением вторичных степей, был особенно выражен с 1990 по 2000 гг., когда $1,4 \pm 0,1$ миллионов гектар пахотных земель (т.е., $23 \pm 2 \%$ от площади пашни в 1990 году) перешло в грассланды (классы П-Г-П-П, П-Г-Г-П, П-Г-П-Г, где П означает пахотные земли и Г – грассланды: см. рис. 2, 3). Тем не менее, примерно $47 \pm 5 \%$ заброшенной пашни позже, к 2010 г., были распашаны из которых примерно $18 \pm 2 \%$ были снова заброшены к 2018 г. (класс П-Г-П-Г). Второй по масштабности период забрасывания пашни отмечен с 2000 по 2010 гг., когда $1,1 \pm 0,1$ миллионов гектар пахотных земель трансформировались в грассланды (классы П-П-Г-Г, П-П-Г-П; см. рис. 2). Однако к 2018 г. $43 \% \pm 4 \%$ этих заброшенных пахотных земель были возвращены в сельскохозяйственный оборот (П-П-Н-П, рис. 2, 3). Если рассматривать все заброшенные земли с 1990 по 2018 гг. на территории Оренбургской области, распашка заброшенных земель в основном происходила на заброшенных пахотных землях до 2000 г. ($55 \% \pm 5 \%$ от всей распашки заброшенных земель).

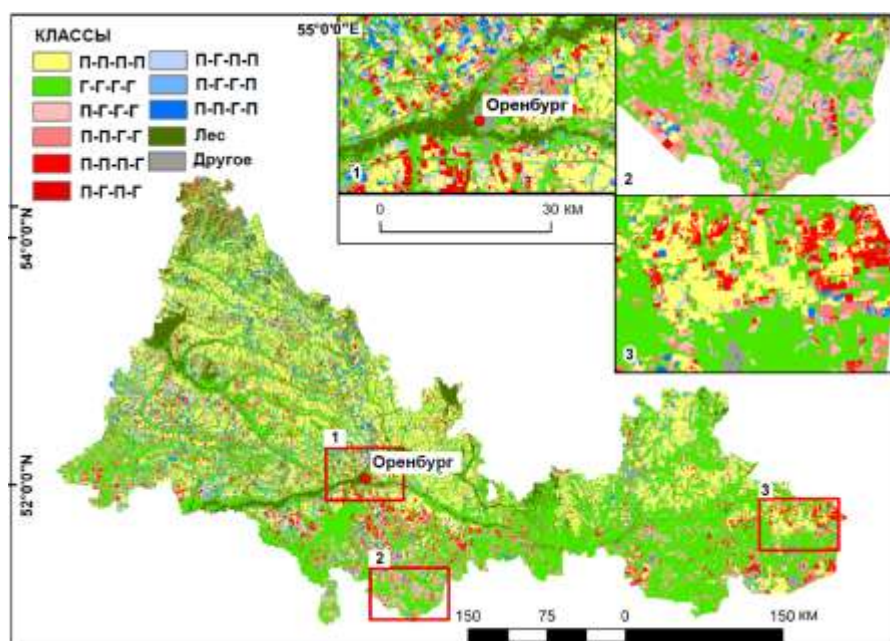


Рисунок 2 – Карта изменений сельскохозяйственного землепользования: П-пашня, Г-грассланд; кодирование тематических классов (см. в таблице 1).

Визуальная оценка пространственно-временной динамики землепользования в Оренбургской области с 1990 по 2018 гг. позволила предположить кластеризацию заброшенных земель (восстановления вторичных степей) и их последующей распашки.

Например, забрасывание пашни и последующее восстановление вторичных степей в разные периоды с 1990 по 2018 гг. было сосредоточено в южных, восточных и юго-западных районах Оренбургской области, где располагаются менее пригодные для растениеводства земли [42]. В то же время распашка ранее заброшенных пашен происходила вблизи г. Оренбург (рис. 2).

Выявление антропогенных нарушений на основе спутниковых снимков сверхвысокого разрешения

Наше исследование позволило выявить значительные антропогенные нарушения в тематическом классе «грассланды» к 2018 году. Класс «грассланды» к этому году включал также заброшенные пашни (вторичные степи). Из 7859 систематически отобранных блоков площадью 1x1 км (рис. 1) 93 % содержали неформальные дороги, 1,8 % имели явные признаки инфраструктуры, связанной с разработкой нефти и газа, 9% содержали заросшие кустарником и молодыми деревьями участки, 5 % - заброшенные поселения и здания, 2,5 % - карьеры, 1,8 % – свалки и 7 % – другие виды нарушений. Лишь 6,4 % 1x1 км блоков не имели документально подтвержденных нарушений. Плотность неформальных дорог варьировала от 0 до 25 км на 1 км² отобранных блоков. Как и ожидалось, более высокая плотность дорог наблюдалась вблизи населенных пунктов. Антропогенные нарушения затронули и вторичные степи (заброшенные пашни) к 2018 году. Из 2586 отобранных блоков, которые оказались на вторичных степях, 92 % содержали неофициальные дороги плотностью от 0 до 25 км/км², 2,5 % содержали нефтегазовую инфраструктуру, 10,5 % были подвержены зарастанию кустарником и деревьям, 2,6 % содержали заброшенные поселения и здания, 1,4 % — карьеры, 1,3 % – свалки, 4,3 % – другие виды нарушений.

Неформальные дороги, фрагментировали разбросанные участки граcсландов в северной части Оренбургской области (рис. 3). Пространственный и эконометрический анализ с использованием boosted regression trees показал, что неформальные дороги также были распространены вблизи города Оренбург, вдоль трассы Оренбург – Орск и в восточной части области (рис. 3а). Фрагментация степных ландшафтов, за счет нефтегазовой инфраструктуры, наблюдалась в центральной и западной частях области (рис. 3б). Зарастание степей кустарником и молодыми деревьями было обнаружено вдоль рек Урал и Илек, вблизи Бузулукского бора; также вдоль лесопосадок (рис. 3в). Заброшенные поселения и сооружения встречались по всей Оренбургской области, однако концентрация заброшенной инфраструктуры была особенно высока в северо-восточной части области (рис. 3г). Карьеры и другие открытые разработки встречались в центральной и восточной частях Оренбургской области, а также были сконцентрированы вблизи г. Орск (рис. 3д). Легальные и нелегальные свалки мусора были распространены в северо-восточной части Оренбургской области, а также вдоль трассы Оренбург – Орск в центральной части области (рис. 3е). Другие виды нарушений присутствовали в северо-западной части области, вблизи города Орск, и в восточной части, где располагались большие массивы степей (рис. 3ж). Было выявлено очень ограниченное количество мест, где нарушения отсутствовали или были редки, в основном в южных частях области с запада на восток, а также на востоке области. Когда мы подытожили виды антропогенных нарушений, используя нормализованный индекс нарушений (формула 1), выяснилось, что кластеры нарушенных степных ландшафтов были особенно свойственны северо-западной части области, окрестностям г. Оренбург и г. Орск, а также нескольким участкам юга и востока Оренбургской области (рис. 3з).

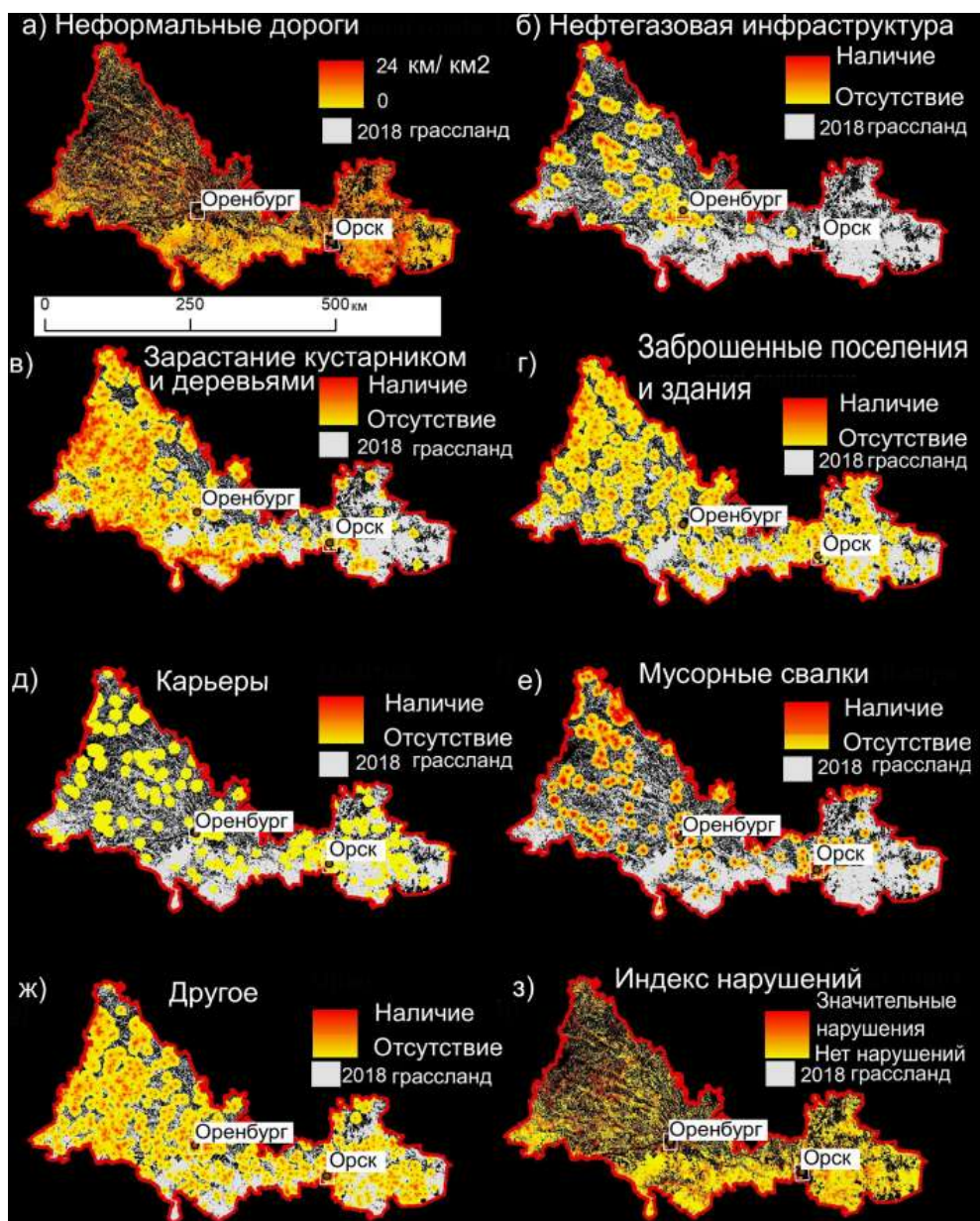


Рисунок 3 – Картирование нарушений ландшафтов Оренбургской области.

Картирование изменений сельскохозяйственного землепользования с 1990 по 2018 гг.

Наше исследование выявило множественные траектории изменения ландшафтного покрова Оренбургской области, которая послужила примером для исследования изменений землепользования в степном поясе России. С 1990 по 2018 гг. примерно 52 % пашни подверглись забрасыванию, что способствовало восстановлению вторичных степей, с последующей частичной распашкой (рис. 3). Интересно, что темпы изменения сельскохозяйственного землепользования были ниже, чем в соседнем Казахстане за тот же период [56, 22, 17]. Тем не менее, в восточной части Оренбургской и соседней Костанайской областях Казахстана процент забрасывания пашни был высоким. С 1954 по 1963 год восточные территории Оренбургской области и северного Казахстана были частью «Целинной Кампании», которая привела к распашке 43 миллионов гектар степей и растениеводство расширилось за счет фронтиров в агроэкологическом отношении [57, 17]. Как показали более ранние исследования, территории проведения «Целинной Кампании» были наиболее подвержены забрасыванию земель и восстановлению вторичных степей в пост-советский период [17, 42].

Выявление антропогенных нарушений на основе спутниковых снимков сверхвысокого разрешения

Несмотря на уникальную возможность восстановления степей в ходе забрасывания пашни, другие виды землепользования фактически конкурируют за освободившиеся земли. Проведенное исследование показало, что неформальные дороги широко распространены по всей Оренбургской области, особенно на территориях, где степи и так уже сильно фрагментированы, и в основном сконцентрированы в местах, малопригодных для ведения сельского хозяйства современными методами (например, в северо-западной части Оренбургской области; см. рис. 2, 3). Неформальные дороги могут оказывать различные эффекты на степные экосистемы, например, способствовать уплотнению почв, косвенно способствовать возгораниям в степях, а также представлять угрозу биоразнообразию. Лишь 6,4 % из систематически отобранных 7859 блоков размером 1x1 км не содержали неформальных дорог. Эти блоки были обнаружены в южной и восточной частях Оренбургской области, с маргинальными условиями для растениеводства, а также производства травяной биомассы (рис. 3а).

Исследование также показало зарастание кустарником и молодыми деревьями участков степей, включая вторичные степи (рис. 3в), в результате чего некоторые восстановленные степи превратились в саванноподобные экосистемы [58, 59]. Советская программа «Преобразования Природы» (конец 1940-х гг.) способствовала внедрению ветрозащитных полос [13, 60, 61]. После распада Советского Союза контроль за состоянием ветрозащитных полос был частично утрачен, что, возможно, и привело к распространению кустарников и деревьев. Неясно, как долго такие кустарники и деревья просуществуют на подверженных засухе территориях, однако, они могут оказать определенное воздействие на биогеохимический цикл и динамику биоразнообразия.

Мы также картировали другие нарушения, такие как нефтегазовая инфраструктура, законные и незаконные свалки мусора, заброшенные поселения и отдельные сооружения, карьеры и пр. (рис. 3е). Добыча полезных ископаемых пагубно сказывается на степях. Хотя будущее участков добычи нефти и газа неясно из-за общего сдвига в сторону возобновляемых источников энергии [62], в то же время исследования показали, что такие участки оказывают длительное негативное воздействие на окружающую среду даже после их закрытия и консервации [63, 26]. Добыча нефти и газа также способствует развитию сопутствующей инфраструктуры, включая дороги и поселения, что может вызвать дополнительную фрагментацию степей. Мы изучили существующие научные публикации на предмет количественных исследований связи нефтегазовых и других нарушений и биоразнообразия в России и нашли лишь несколько исследований по России на русском языке [64-66] и одну ссылку в английской литературе [62]. Таким образом, наше исследование подчеркивает необходимость количественных исследований влияния добычи нефти и газа на фрагментацию, вызывающую нарушение функционирования степных экосистем.

Исследование выявило, что легальные и нелегальные свалки мусора были широко распространены в Оренбургской области в 2018 г. (рис. 3). Проблематика несанкционированных мусорных свалок привлекла внимание средств массовой информации, как в России, так и в соседнем Казахстане. Утилизация и переработка мусора стала значительной проблемой в постсоветский период. Например, объем твердых бытовых отходов в России увеличился со 150-200 кг на душу населения в 1990 году до 400 кг на душу населения к 2019 году [67, 68]. Обеспокоенность состоянием окружающей среды и негативным влиянием мусорных свалок на здоровье населения в Москве и соседних областях стала одной из главных тем президентской кампании в России в 2018 г. В то же время воздействие мусорных свалок на степные ландшафты может быть весьма драматичным: открытое пространство степей и частые ветра способствуют загрязнению пластиком масштабных территорий. Кроме того, рядом с существующими и заброшенными населенными пунктами можно обнаружить свалки сельскохозяйственной техники,

металлолом и промышленные отходы, что может представлять нежелательную среду обитания для одних видов и создавать благоприятную среду обитания для других, таких как гнездящиеся птицы или мелкие млекопитающие.

Исследование показало повсеместное сжатие и забрасывание поселений и сооружений, что стало обычным явлением в степном поясе России из-за продолжающегося оттока населения из сельской местности в города, а также преобразования экономики в постсоветский период (рис. 3г). Результаты исследования совпадают с результатами по соседнему Казахстану, что свидетельствует о снижении человеческого давления на окружающую среду [27, 22]. Отток сельского населения в города широко распространен во всем мире, например, в странах Европы [69-72]; Северной, Центральной и Юго-Восточной Азии [73-76], в США [77, 78]. Забрасывание сельскохозяйственных земель может предшествовать или идти рука об руку с упадком сельской инфраструктуры и оттоком населения [79]. Тем не менее, программы реабилитации в сокращающихся сельских территориях часто не осуществляются, как и программы планируемого и контролируемого сжатия социальной инфраструктуры.

Резюмируя, можно сказать, что, в то время как сокращение пашни и снижение пастбищной нагрузки привели к частичному восстановлению степей в постсоветский период в России, наше исследование также показало, что очень немногие участки степей могут считаться действительно нетронутыми. Необходимо пересмотреть концепцию и методику оценки «нетронутых ландшафтов» (intact landscapes) [80], поскольку предыдущие оценки были неполными и без учета детальных антропогенных нарушений, которые мы картировали с использованием снимков сверхвысокого разрешения. Вероятно, след человеческой деятельности более распространен в глобальном масштабе, чем ранее предполагалось. В то же время, степные ландшафты часто лишены охранного статуса: например, в России его имеют лишь 5–8 % степных ландшафтов [81]. В то же время, российское законодательство защищает от нецелевого использования пашни [82]. Степные ландшафты юридически не защищены от многих видов трансформации в пользу других типов землепользования, таких как жилищное строительство, нефте- и газодобыча, развитие производства ветровой и солнечной энергии [83]. В то же время, в соседнем Казахстане бывший президент Казахстана Нурсултан Назарбаев сделал заявление о важной роли степей в формировании государственной экономики и национального самосознания, представив амбициозный план охраны 17 % территории Казахстана, включая степи [84]. Однако, в других частях мира биомы граcсландов, лугопастбищного типа и саванны подвержены различным видам расширения землепользования; например, площадь Гран-Чако в Аргентине сокращается из-за расширения пахотных земель [84]. В Монголии горнодобывающая промышленность оказала сильнейшее негативное влияние на степи [85]. Саванны Сахары и Африки к югу от Сахары испытывают давление со стороны расширения сельского хозяйства, добычи полезных ископаемых и заготовки древесины, включая производство древесного угля [86-88]. Пастбищные угодья на Ближнем Востоке испытывают давление из-за их преобразования в различные виды землепользования [89]. Таким образом, существует острая необходимость в сокращении дальнейшей деградации степей и стимулировании их восстановления с помощью таких мер, как регулирование землепользования, ландшафтно-адаптивное землепользование, регулируемый доступ к степным ландшафтам, региональные и локальные планы управления отходами, образовательные и просветительские программы. В мире наблюдается тенденция к восстановлению лесов, в то время как ландшафты степной зоны остаются без внимания.

Благодарности

Исследования финансировались в рамках программ ЕС FP7 ERA.Net Russia Plus: 449 проект КЛИМАСТЕПЬ (CLIMASTEPE), ГЗ Института степи УрО РАН №ГР АААА-А19-

Список литературы

1. Beerling D.J., Woodward F.I. Vegetation and the terrestrial carbon cycle: Modelling the first 400 million years. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001.
2. Chang J., Ciais P., Viovy N., Vuichard N., Herrero M., Havlík P., Soussana J.-F. Effect of climate change, CO₂ trends, nitrogen addition, and land-cover and management intensity changes on the carbon balance of European grasslands. *Global Change Biology*. 2016. vol. 22. pp. 338-350. DOI: 10.1111/gcb.13050.
3. Dass P., Houlton B.Z., Wang Y., Warlind D. Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters*. 2018. vol. 13, 074027. DOI: 10.1088/1748-9326/aacb39.
4. Swinnen J., Burkitbayeva S., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Müller D. Production potential in the “bread baskets” of Eastern Europe and Central Asia. *Global Food Security*. 2017. vol. 14. pp. 38-53. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.03.005.
5. O'Mara F.P. The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, 2012. vol. 110. pp. 1263-1270. DOI: 10.1093/aob/mcs209.
6. Reinecke J., Smelansky I., Troeva E., Trofimov I., Trofimova L. Grasslands of the world. Diversity, management and conservation. Boca Raton, FL: CRC Press, 2018. 427 p.
7. Smelansky I.E., Tishkov A.A. The Steppe Biome in Russia: Ecosystem services, conservation status, and actual challenges. In W. MJA & M. A. van Staaldunin (Eds.), *Eurasian Steppes. Ecological problems and livelihoods in a changing world*. The Netherlands: Springer. 2012. pp. 45-101. DOI: 10.1007/978-94-007-3886-7_2.
8. Carbutt C., Henwood W.D., Gilfedder L.A. Global plight of native temperate grasslands: Going, going, gone? *Biodiversity and Conservation*. 2017. vol. 26. pp. 2911-2932. DOI: 10.1007/s10531-017-1398-5.
9. Klein Goldewijk K., Beusen A., Van Dreht G., De Vos M. The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years: HYDE 3.1 Holocene land use. *Global Ecology and Biogeography*. 2011. vol. 20. pp. 73-86. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00587.x
10. Prishchepov A.V., Schierhorn F., Dronin N., Ponkina E.V., Müller D. 800 years of agricultural land-use change in Asian (Eastern) Russia. In M. Frühauf, G. Guggenberger, T. Meinel, I. Theesfeld, S. Lentz (Eds.), *KULUNDA: Climate smart agriculture*. Cham: Springer International Publishing, 2020. pp. 67-87. DOI: 10.1007/978-3-030-15927-6_6.
11. Quaranta G., Salvia R., Salvati L., Paola V.D., Coluzzi R., Imbrenda V., Simoniello T. Long-term impacts of grazing management on land degradation in a rural community of southern Italy: Depopulation matters. *Land Degradation & Development*. 2020. vol. 31. pp. 2379-2394. DOI: 10.1002/ldr.3583.
12. Ramankutty N., Foley J.A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles*. 1999. vol. 13. pp. 997-1027. DOI: 10.1029/1999GB900046.
13. Brain S. The Great Stalin Plan for the transformation of nature. *Environmental History*. 2010. vol. 15. pp. 670-700. DOI: 10.1093/envhis/emq091.
14. Josephson P., Dronin N., Cherp A., Mnatsakanian R., Efremenko D., Larin V. An environmental history of Russia. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
15. Dara A., Baumann M., Kuemmerle T., Pflugmacher D., Rabe A., Griffiths P. et al. Mapping the timing of cropland abandonment and recultivation in northern Kazakhstan using annual Landsat time series. *Remote Sensing of Environment*. 2018. vol. 213. pp. 49-60. DOI: 10.1016/j.rse.2018.05.005.

16. de Beurs K.M., Henebry G.M. Land surface phenology, climatic variation, and institutional change: Analyzing agricultural land cover change in Kazakhstan. *Remote Sensing of Environment*. 2004. vol. 89. pp. 497-509. DOI: 10.1016/j.rse.2003.11.006.
17. Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A. et al. Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. *Environmental Research Letters*. 2015. vol. 10. 054012.
18. Löw F., Fliemann E., Abdullaev I., Conrad C., Lamers J.P.A. Mapping abandoned agricultural land in Kyzyl-Orda, Kazakhstan using satellite remote sensing. *Applied Geography*. 2015. vol. 62. pp. 377-390. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.05.009.
19. Sankey T.T., Massey R., Yadav K., Congalton R.G., Tilton J.C. Post-socialist cropland changes and abandonment in Mongolia. *Land Degradation & Development*. 2018. vol. 29. Nguyen H., Hölzel N., Völker, A., Kamp J. Patterns and determinants of post-Soviet cropland abandonment in the Western Siberian Grain Belt. *Remote Sensing*. 2018. vol. 10. 1973. DOI: 10.3390/rs10121973.
20. Nguyen H., Hölzel N., Völker A., Kamp J. Patterns and determinants of post-Soviet cropland abandonment in the Western Siberian Grain Belt. *Remote Sensing*. 2018. vol. 10, 1973. DOI: 10.3390/rs10121973.
21. Rogova N.A Historical Land Use Analysis for Massive Steppe Mapping in European Russia // *Steppes and Semi-Natural Dry Grasslands: Ecology, Transformation and Restoration*. Tula: Kulikovo Field, 2014. P. 50.
22. Dara A., Baumann M., Freitag M., Hölzel N., Hostert P., Kamp J. et al. Annual Landsat time series reveal post-Soviet changes in grazing pressure. *Remote Sensing of Environment*. 2020. vol. 239. 111667. DOI: 10.1016/j.rse.2020.111667.
23. Hankerson B.R., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Dong C., Eisfelder C., Müller D. Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan. *PLoS One*. 2019. vol. 14. e0210051. DOI: 10.1371/journal.pone.0210051.
24. Kerven C., Robinson S., Behnke R., Kushenov K., Milner-Gulland E.J. A pastoral frontier: From chaos to capitalism and the recolonization of the Kazakh rangelands. *Journal of Arid Environments*. 2016. vol. 127. 106-119. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2015.11.003.
25. Maasri A., Gelhaus J. The new era of the livestock production in Mongolia: Consequences on streams of the Great Lakes Depression. *Science of the Total Environment*. 2011. vol. 409, 4841-4846. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.08.005.
26. Mjachina K.V., Baynard C.W., Chibilyev A.A. Oil and gas development in the Orenburg region of the Volga-Ural steppe zone: Qualifying and quantifying disturbance regimes. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 2014. vol. 21. pp. 111-126. DOI: 10.1080/13504509.2013.867908.
27. Baumann M., Kamp J., Pötzschner F., Bleyhl B., Dara A., Hankerson B. et al. Declining human pressure and opportunities for rewilding in the steppes of Eurasia. *Diversity and Distributions*. 2020. vol. 26. 1058-1070. DOI: 10.1111/ddi.13110.
28. Bednařikov Z., Bavorov M., Ponkina E.V. Migration motivation of agriculturally educated rural youth: The case of Russian Siberia. *Journal of Rural Studies*. 2016. vol. 45. pp. 99-111. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2016.03.006.
29. Sheludkov A., Kamp J., Müller D. Decreasing labor intensity in agriculture and the accessibility of major cities shape the rural population decline in postsocialist Russia. *Eurasian Geography and Economics*. 2020. pp. 1-26. DOI: 10.1080/15387216.2020.1822751.
30. Pueppke S., Zhang Q., Nurtazin S. Irrigation in the Ili River basin of Central Asia: From ditches to dams and diversion. *Water*, 2018. vol. 10. 1650. DOI: 10.3390/w10111650.
31. Qi J., Tao S., Pueppke S.G., Espolov T.E., Beksultanov M., Chen X., Cai X. Changes in land use/land cover and net primary productivity in the transboundary Ili-Balkhash basin of Central Asia, 1995-2015. *Environmental Research Communications*. 2019. vol. 2. 011006. DOI: 10.1088/2515-7620/ab5e1f.

32. Cao S., Tian T., Chen L., Dong X., Yu X., Wang G. Damage caused to the environment by reforestation policies in arid and semiarid areas of China. *Ambio*. 2010. vol. 39. pp. 279-283. DOI: 10.1007/s13280-010-0038-z.
33. Skakun S., Justice C.O., Kussul N., Shelestov A., Lavreniuk M. Satellite data reveal cropland losses in south-eastern Ukraine under military conflict. *Frontiers in Earth Science*. 2019. vol. 7. 305. DOI: 10.3389/feart.2019.00305.
34. TODAY.KZ. How to make Kazakhstanis not turn the steppe and forests into a garbage dump (Kak zastavit' kazahstancsev ne prevrashhat'step' i lesa v musornuju svalku). *Today. kz.*, 2018. [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-37896236_2770703.
35. Жураковская А. Копай – не хочу? Кто «крышует» нелегальных добытчиков песка и гравия. Еженедельник «Аргументы и Факты» № 18. *АиФ в Оренбуржье* 29/04/2015. 2015. С. 8.
36. Росстат. Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИСС), 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/databases>. (дата обращения: 5 октября 2020).
37. Буранов И. На чем ездят россияне. Автопарк России в 8 графиках. «Коммерсантъ» от 13.10.2018. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3752955> (дата обращения: 24 октября 2020).
38. Reinecke J., Smelansky I., Troeva E., Trofimov I., Trofimova L. *Grasslands of the world. Diversity, management and conservation*. Boca Raton, FL: CRC Press., 2018. 427 p.
39. Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.) *Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [DVD-версия]*. 2008. [Электронный ресурс]. URL: www.agroatlas.ru (дата обращения: 6 ноября 2020).
40. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата. *Труды по сельскохозяйственной метеорологии*. 1928. Вып. 20. С. 165-177.
41. Karger D.N., Conrad O., Böhrer J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., et al. *Climatologies at high resolution for the Earth's land surface areas*. *Scientific Data*. 2017. vol. 4. 170122. DOI: 10.1038/sdata.2017.122.
42. Pazur R., Prishchepov A.V., Myachina K., Verburg P.H., Levykin S., Ponkina E.V. et al. Restoring steppe landscapes: Patterns, drivers and implications in Russia's steppes. *Landscape Ecology*. 2021. vol. 36. pp. 407-425. DOI: 10.1007/s10980-020-01174-7.
43. Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*. 2004. vol. 25, 2365-2401. DOI: 10.1080/0143116031000139863.
44. Belgiu M., Drăgut L. Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2016. vol. 114. pp. 24-31. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2016.01.011.
45. Breiman L. Random forests. *Machine Learning*. 2001. vol. 45. pp. 5-32. DOI: 10.1023/A1010933404324.
46. Gislason P.O., Benediktsson J.A., Sveinsson J.R. Random forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*. 2006. vol. 27. pp. 294-300. DOI: 10.1016/j.patrec.2005.08.011.
47. Baumann M., Kuemmerle T., Elbakidze M., Ozdogan M., Radeloff V.C., Keuler N.S. et al. Patterns and drivers of postsocialist farmland abandonment in Western Ukraine. *Land Use Policy*. 2011. vol. 28. pp. 552-562.
48. Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A. et al. Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. *Environmental Research Letters*. 2015. vol. 10. 054012.
49. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Dubinin M., Alcantara C. The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. *Remote Sensing of Environment*. 2012. vol. 126. pp. 195-209. DOI:10.1016/j.rse.2012.08.017.

50. Bartalev S.A., Plotnikov D.E., Loupian E.A. Mapping of arable land in Russia using multi-year time series of MODIS data and the LAGMA classification technique. *Remote Sensing Letters*. 2016. vol. 7. pp. 269-278. DOI: 10.1080/2150704X.2015.1130874.
51. Рогова Н.В., Скворцов В.Э. Итоги инвестиции степей в восточной части Европейской России // *Степной бюллетень*. 2016. № 47-48. С. 35-45.
52. Edwards T.C., Moisen G.G., Cutler D.R. Assessing map accuracy in a remotely sensed, ecoregion-scale cover map. *Remote Sensing of Environment*. 1998. vol. 63. pp. 73-83.
53. Olofsson P., Foody G.M., Herold M., Stehman S.V., Woodcock C.E., Wulder M.A. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*. 2014. vol. 148. pp. 42-57. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.015.
54. Olofsson P., Foody G.M., Stehman S.V., Woodcock C.E. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment*. 2013. vol. 129. pp. 122-131. DOI: 10.1016/j.rse.2012.10.031.
55. Elith J., Leathwick J.R., Hastie T. A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*. 2008. vol. 77. pp. 802-813. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2008.01390.x.
56. Dara A., Baumann M., Kuemmerle T., Pflugmacher D., Rabe A., Griffiths P., et al. Mapping the timing of cropland abandonment and recultivation in northern Kazakhstan using annual Landsat time series. *Remote Sensing of Environment*. 2018. vol. 213. pp. 49-60. DOI: 10.1016/j.rse.2018.05.005.
57. Durgin F.A. Jr. The virgin lands programme 1954-1960. *Soviet Studies*. 1962. vol. 13. pp. 255-280. DOI: 10.1080/09668136208410287.
58. Hobbs R.J., Higgs E., Harris J.A. Novel ecosystems: Implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology & Evolution*. 2009. vol. 24. pp. 599-605. DOI: 10.1016/j.tree.2009.05.012.
59. Morse N.B., Pellissier P.A., Cianciola E.N., Brereton R.L., Sullivan M.M., Shonka N.K. et al. Novel ecosystems in the Anthropocene: A revision of the novel ecosystem concept for pragmatic applications. *Ecology and Society*. 2014. vol. 19(2). pp. 1-12. DOI: 10.5751/ES-06192-190212.
60. Moon D.G. Planting trees in unsuitable places: Russian steppe forestry, 1696-1850. In N. Breyfogle (Ed.), *Eurasian Environments: Nature and Ecology in Imperial Russian and Soviet History*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press. 2018. pp. 23-42.
61. Shaw D.J.B. Mastering nature through science: Soviet geographers and the Great Stalin Plan for the transformation of nature, 1948-53. *The Slavonic and East European Review*. 2015. vol. 93. 120-146. DOI: 10.5699/slaveastorev2.93.1.0120.
62. Jones N.F., Pejchar L., Kiesecker J.M. The energy footprint: How oil, natural gas, and wind energy affect land for biodiversity and the flow of ecosystem services. *Bioscience*. 2015. vol. 65. pp. 290-301. DOI: 10.1093/biosci/biu224.
63. Bull J.W., Milner-Gulland E.J., Suttle K.B., Singh N.J. Comparing biodiversity offset calculation methods with a case study in Uzbekistan. *Biological Conservation*. 2014. vol. 178. pp. 2-10. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.07.006.
64. Барбазюк Е.В., Мячина К.В. Влияние нефтегазодобычи в степной зоне Оренбургской области на численность некоторых видов млекопитающих // *Проблемы региональной экологии и географии: мат. междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 2019*. С. 33-36.
65. Dobrinskii L.N., Sosin V.F. Assessment of Bovanenkovo gas field development in Central Yamal on the dynamics of Arctic fox populations. *Russian Journal of Ecology*. 1995. vol. 26. no 3. pp. 227-231.
66. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области): автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. – Экология. Тюмен. гос. ун-т. Тюмень, 2003. 50 с.

67. Антонов С. Сколько мусора производят россияне. Тинькофф-журнал 15.07.19. 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://journal.tinkoff.ru/garbage> (дата обращения: 27 августа 2020).
68. Росстат. Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИСС), 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/databases>. (дата обращения: 9 октября 2020).
69. González Díaz J.A., Celaya R., Fernández García F., Osoro K., Rosa G.R. Dynamics of rural landscapes in marginal areas of northern Spain: Past, present, and future. *Land Degradation & Development*. 2019. vol. 30. pp. 141-150. DOI: 10.1002/ldr.3201.
70. Ioffe G., Nefedova T., Zaslavsky I. From spatial continuity to fragmentation: The case of Russian farming. *Annals of the Association of American Geographers*. 2004. vol. 94. pp. 913-943. DOI: 10.1111/j.1467-8306.2004.00441.x.
71. Westhoek H.J., van den Berg M., Bakkes J.A. Scenario development to explore the future of Europe's rural areas: Scenario-based studies of future land use in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2006. vol. 114. pp. 7-20.
72. Chaudhary S., Wang Y., Dixit A.M., Khanal N.R., Xu P., Fu B. et al. A synopsis of farmland abandonment and its driving factors in Nepal. *Land*. 2020. vol. 9. 84. DOI: 10.3390/land9030084.
73. Liu Y., Liu Y., Chen Y., Long, H. The process and driving forces of rural hollowing in China under rapid urbanization. *Journal of Geographical Sciences*. 2010. vol. 20. pp. 876-888. DOI: 10.1007/s11442-010-0817-2.
74. Minaei M., Shafizadeh-Moghadam H., Tayyebi A. Spatiotemporal nexus between the pattern of land degradation and land cover dynamics in Iran. *Land Degradation & Development*. 2018. vol. 29. pp. 2854-2863. DOI: 10.1002/ldr.3007.
75. Wang C., Gao Q., Wang X., Yu M. Spatially differentiated trends in urbanization, agricultural land abandonment and reclamation, and woodland recovery in northern China. *Scientific Reports*. 2016. vol. 6. 37658. DOI: 10.1038/srep37658.
76. Holcomb J.P., Frederic P., Brunn S.D. A visual typology of abandonment in rural America: From end-of-life to treading water, recycling, renaissance, and revival. *Land*. 2020. vol. 9. 94. DOI: 10.3390/land9030094.
77. Wang C., Gao Q., Wang X., Yu M. Spatially differentiated trends in urbanization, agricultural land abandonment and reclamation, and woodland recovery in northern China. *Scientific Reports*. 2016. vol. 6. 37658. DOI: 10.1038/srep37658.
78. USDA ERS. Rural areas show overall population decline and shifting regional patterns of population change. USDA ERS, Economic Research Service. 2017.
79. Holcomb J.P., Frederic P., Brunn S.D. A visual typology of abandonment in rural America: From end-of-life to treading water, recycling, renaissance, and revival. *Land*. 2020. vol. 9. 94. DOI: 10.3390/land9030094.
80. Watson J.E.M., Venter O., Lee J., Jones K.R., Robinson J.G., Possingham H.P., Allan J.R. Protect the last of the wild. *Nature*. 2018. vol. 563. pp. 27-30. DOI: 10.1038/d41586-018-07183-6.
81. Стишов М.С. Развитие федеральной системы особо охраняемых природных территорий России в период 2009-2018 гг. и его дальнейшие перспективы. Москва: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2020. 184 с.
82. Федеральный закон от 29 декабря 2010 г. N 435-ФЗ. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования оборота земель сельскохозяйственного назначения. *Российская газета – Федеральный выпуск № 297(5376)* 31 декабря 2010 г. 2010. С. 14.
83. Reinecke J., Smelansky I., Troeva E., Trofimov I., Trofimova L. Grasslands of the world. Diversity, management and conservation. Boca Raton, FL: CRC Press., 2018. 427 p.
84. Kamp J., Urazaliev R., Balmford A., Donald P.F., Green R.E., Lamb A.J., Phalan B. Agricultural development and the conservation of avian biodiversity on the Eurasian steppes: A

comparison of land-sparing and land-sharing approaches. *Journal of Applied Ecology*. 2015. vol. 52. pp. 1578-1587. DOI: 10.1111/1365-2664.12527.

85. Suzuki Y. Conflict between mining development and nomadism in Mongolia. In N. Yamamura, N. Fujita A. Maekawa (Eds.). *The Mongolian ecosystem network*. Tokyo: Springer Japan. 2013. pp. 269-294. DOI: 10.1007/978-4-431-54052-6_20.

86. Herrmann S.M., Brandt M., Rasmussen K., Fensholt R. Accelerating land cover change in West Africa over four decades as population pressure increased. *Communications Earth & Environment*. 2020. vol. 1. p. 53. DOI: 10.1038/s43247-020-00053-y.

87. Mensah K.E., Damnyag L., Kwabena N.S. Analysis of charcoal production with recent developments in sub-Saharan Africa: A review. *African Geographical Review* 2020. pp. 1-21. DOI: 10.1080/19376812.2020.1846133.

88. Ordway E.M., Asner G.P., Lambin E.F. Deforestation risk due to commodity crop expansion in sub-Saharan Africa. *Environmental Research Letters*. 2017. vol. 12. 044015. DOI: 10.1088/1748-9326/aa6509

89. Mazloum B., Pourmanafi S., Soffianian A., Salmanmahiny A., Prishchepov A.V. The fate of rangelands: Revealing past and predicting future land-cover transitions from 1985 to 2036 in the drylands of Central Iran. *Land Degrad Dev*. 2021. pp. 1-14. DOI: 10.1002/ldr.3865.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 01.06.2021

Принята к публикации 21.09.2021

MULTIPLE TRAJECTORIES OF GRASSLAND FRAGMENTATION, DEGRADATION AND RECOVERY ON THE EXAMPLE OF THE ORENBURG REGION

A. Prishchepov^{1,2}, K. Myachina², Johannes Kamp³, I. Smelansky⁴, S. Dubrovskaya², R. Ryakhov², D. Grudin², I. Yakovlev², R. Urazaliyev⁵

¹Department of Geosciences and Natural Resource Management (IGN), University of Copenhagen, København, Denmark

²Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg

³Conservation Biology Department, University of Göttingen, Göttingen, Germany

⁴Sibecocenter LLC, Novosibirsk, Russia

⁵Association for the Conservation of Biodiversity in Kazakhstan, Nur-Sultan, Kazakhstan
e-mail: orensteppe@mail.ru

Over the 20th century, the Eurasian steppes underwent drastic land-cover changes. Much progress was made studying cropland expansion and the post-1990 (i.e., post-Soviet) agricultural land abandonment in Eurasia. However, the alteration of steppe landscapes may include other disturbances, such as oil and gas development, formal and informal roads, garbage dumps, which were not systematically documented. Considering the example of the steppe Orenburg province in Russia, we reconstructed agricultural land-cover change dynamics using Landsat and Sentinel-2 imagery from 1990 to 2018. Furthermore, we used very high-resolution imagery and assessed the patterns and determinants of other steppe landscape anthropogenic disturbances. Our study showed that, despite steppe recovery due to widespread cropland abandonment from 1990 to 2018, the steppes, including the recovered steppe patches, underwent fragmentation due to informal roads, oil and gas development, shrub encroachment, and garbage dumps. Only 6.4 % of the sampled 7.859 1*1 km blocks in 2018 grassland extent had no documented disturbances. The mapped disturbances occurred primarily near settlements and roads, while some disturbances occurred in remote areas. Given the accessibility of steppes due to growth of number of cars, including sport utility vehicles,

and low legislative protection status of steppes, our study calls for a strong need to systematically document alternatives to agricultural land uses in the steppes of Eurasia and other parts of the global grassland biome.

Key words: land-cover change, machine-learning, oil and gas development, satellite imagery, steppes, fragmentation.

References

1. Beerling D.J., Woodward F.I. Vegetation and the terrestrial carbon cycle: Modelling the first 400 million years. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001.
2. Chang J., Ciais P., Viovy N., Vuichard N., Herrero M., Havlík P., Soussana J.-F. Effect of climate change, CO₂ trends, nitrogen addition, and land-cover and management intensity changes on the carbon balance of European grasslands. *Global Change Biology*. 2016. vol. 22. pp. 338-350. DOI: 10.1111/gcb.13050.
3. Dass P., Houlton B. Z., Wang Y., Warlind D. Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters*. 2018. vol. 13. 074027. DOI: 10.1088/1748-9326/aacb39.
4. Swinnen J., Burkitbayeva S., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Müller D. Production potential in the “bread baskets” of Eastern Europe and Central Asia. *Global Food Security*. 2017. vol. 14. pp. 38-53. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.03.005.
5. O'Mara F.P. The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, 2012. vol. 110. pp. 1263-1270. DOI: 10.1093/aob/mcs209.
6. Reinecke J., Smelansky I., Troeva E., Trofimov I., Trofimova L. Grasslands of the world. Diversity, management and conservation. Boca Raton, FL: CRC Press, 2018. 427 p.
7. Smelansky I.E., Tishkov A.A. The Steppe Biome in Russia: Ecosystem services, conservation status, and actual challenges. In W. MJA & M. A. van Staalduin (Eds.), *Eurasian Steppes. Ecological problems and livelihoods in a changing world*. The Netherlands: Springer. 2012. pp. 45-101. DOI: 10.1007/978-94-007-3886-7_2.
8. Carbutt C., Henwood W.D., Gilfedder L.A. Global plight of native temperate grasslands: Going, going, gone? *Biodiversity and Conservation*. 2017. vol. 26. pp. 2911-2932. DOI: 10.1007/s10531-017-1398-5.
9. Klein Goldewijk K., Beusen A., Van Drecht G., De Vos M. The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years: HYDE 3.1 Holocene land use. *Global Ecology and Biogeography*. 2011. vol. 20. pp. 73-86. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00587.x
10. Prishchepov A.V., Schierhorn F., Dronin N., Ponkina E.V., Müller D. 800 years of agricultural land-use change in Asian (Eastern) Russia. In M. Frühauf, G. Guggenberger, T. Meinel, I. Theesfeld, S. Lentz (Eds.), *KULUNDA: Climate smart agriculture*. Cham: Springer International Publishing, 2020. pp. 67-87. DOI: 10.1007/978-3-030-15927-6_6.
11. Quaranta G., Salvia R., Salvati L., Paola V.D., Coluzzi R., Imbrenda V., Simoniello T. Long-term impacts of grazing management on land degradation in a rural community of southern Italy: Depopulation matters. *Land Degradation & Development*. 2020. vol. 31. pp. 2379-2394. DOI: 10.1002/ldr.3583.
12. Ramankutty N., Foley J.A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles*. 1999. vol. 13. pp. 997-1027. DOI: 10.1029/1999GB900046.
13. Brain S. The Great Stalin Plan for the transformation of nature. *Environmental History*. 2010. vol. 15. pp. 670-700. DOI: 10.1093/envhis/emq091.
14. Josephson P., Dronin N., Cherp A., Mnatsakanian R., Efremenko D., Larin V. An environmental history of Russia. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
15. Dara A., Baumann M., Kuemmerle T., Pflugmacher D., Rabe A., Griffiths P. et al. Mapping the timing of cropland abandonment and recultivation in northern Kazakhstan using

- annual Landsat time series. *Remote Sensing of Environment*. 2018. vol. 213. pp. 49-60. DOI: 10.1016/j.rse.2018.05.005.
16. de Beurs K.M., Henebry G.M. Land surface phenology, climatic variation, and institutional change: Analyzing agricultural land cover change in Kazakhstan. *Remote Sensing of Environment*. 2004. vol. 89. pp. 497-509. DOI: 10.1016/j.rse.2003.11.006.
17. Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A. et al. Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. *Environmental Research Letters*. 2015. vol. 10. 054012.
18. Löw F., Fliemann E., Abdullaev I., Conrad C., Lamers J.P.A. Mapping abandoned agricultural land in Kyzyl-Orda, Kazakhstan using satellite remote sensing. *Applied Geography*. 2015. vol. 62. pp. 377-390. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.05.009.
19. Sankey T.T., Massey R., Yadav K., Congalton R.G., Tilton J.C. Post-socialist cropland changes and abandonment in Mongolia. *Land Degradation & Development*. 2018. vol. 29. pp. 2808-2821. DOI: 10.1002/ldr.2997.
20. Nguyen H., Hölzel N., Völker A., Kamp J. Patterns and determinants of post-Soviet cropland abandonment in the Western Siberian Grain Belt. *Remote Sensing*. 2018. vol. 10. 1973. DOI: 10.3390/rs10121973.
21. Rogova N.A. Historical Land Use Analysis for Massive Steppe Mapping in European Russia. *Steppes and Semi-Natural Dry Grasslands: Ecology, Transformation and Restoration*. Tula: Kulikovo Field, 2014. P. 50.
22. Dara A., Baumann M., Freitag M., Hölzel N., Hostert P., Kamp J. et al. Annual Landsat time series reveal post-Soviet changes in grazing pressure. *Remote Sensing of Environment*. 2020. vol. 239. 111667. DOI: 10.1016/j.rse.2020.111667.
23. Hankerson B.R., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Dong C., Eisfelder C., Müller D. Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan. *PLoS One*. 2019. vol. 14. e0210051. DOI: 10.1371/journal.pone.0210051.
24. Kerven C., Robinson S., Behnke R., Kushenov K., Milner-Gulland E.J. A pastoral frontier: From chaos to capitalism and the recolonization of the Kazakh rangelands. *Journal of Arid Environments*. 2016. vol. 127. 106-119. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2015.11.003.
25. Maasri A., Gelhaus J. The new era of the livestock production in Mongolia: Consequences on streams of the Great Lakes Depression. *Science of the Total Environment*. 2011. vol. 409, 4841-4846. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.08.005.
26. Mjachina K.V., Baynard C.W., Chibilyev A.A. Oil and gas development in the Orenburg region of the Volga-Ural steppe zone: Qualifying and quantifying disturbance regimes. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 2014. vol. 21. pp. 111-126. DOI: 10.1080/13504509.2013.867908.
27. Baumann M., Kamp J., Pötzschner F., Bleyhl B., Dara A., Hankerson B. et al. Declining human pressure and opportunities for rewilding in the steppes of Eurasia. *Diversity and Distributions*. 2020. vol. 26. 1058-1070. DOI: 10.1111/ddi.13110.
28. Bednařikov Z., Bavorov M., Ponkina, E.V. Migration motivation of agriculturally educated rural youth: The case of Russian Siberia. *Journal of Rural Studies*. 2016. vol. 45. pp. 99-111. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2016.03.006.
29. Sheludkov A., Kamp J., Müller D. Decreasing labor intensity in agriculture and the accessibility of major cities shape the rural population decline in postsocialist Russia. *Eurasian Geography and Economics*. 2020. pp. 1-26. DOI: 10.1080/15387216.2020.1822751.
30. Pueppke S., Zhang Q., Nurtazin S. Irrigation in the Ili River basin of Central Asia: From ditches to dams and diversion. *Water*, 2018. vol. 10. 1650. DOI: 10.3390/w10111650.
31. Qi J., Tao S., Pueppke S.G., Espolov T.E., Beksultanov M., Chen X., Cai X. Changes in land use/land cover and net primary productivity in the transboundary Ili-Balkhash basin of Central Asia, 1995-2015. *Environmental Research Communications*. 2019. vol. 2. 011006. DOI: 10.1088/2515-7620/ab5e1f.

32. Cao S., Tian T., Chen L., Dong X., Yu X., Wang G. Damage caused to the environment by reforestation policies in arid and semiarid areas of China. *Ambio*. 2010. vol. 39. pp. 279-283. DOI: 10.1007/s13280-010-0038-z.
33. Skakun S., Justice C.O., Kussul N., Shelestov A., Lavreniuk M. Satellite data reveal cropland losses in south-eastern Ukraine under military conflict. *Frontiers in Earth Science*. 2019. vol. 7. 305. DOI: 10.3389/feart.2019.00305.
34. TODAY.KZ. How to make Kazakhstanis not turn the steppe and forests into a garbage dump (Kak zastavit' kazahstancsev ne prevrashhat'step' i lesa v musornuju svalku). Today. kz., 2018. [Elektronnyi resurs]. URL: https://vk.com/wall-37896236_2770703.
35. Zhurakovskaya A. Kopai – ne khochu? Kto “kryshuet” nelegal'nykh dobytchikov peska i graviya. *Ezhenedel'nik “Argumenty i Fakty”* N 18. AiF v Orenburzh'e 29/04/2015. 2015. S. 8.
36. Rosstat. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno – statisticheskaya sistema (EMISS), 2019. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru/databases>. (data obrashcheniya: 5 oktyabrya 2020).
37. Buranov I. Na chem ezdyat rossiyane. Avtopark Rossii v 8 grafikakh. “Kommersant” ot 13.10.2018. 2018. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3752955> (data obrashcheniya: 24 oktyabrya 2020).
38. Reinecke J., Smelansky I., Troeva E., Trofimov I., Trofimova L. Grasslands of the world. Diversity, management and conservation. Boca Raton, FL: CRC Press., 2018. 427 p.
39. Afonin A.N., Grin S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. (red.) Agroekologicheskii atlas Rossii i sopredel'nykh stran: ekonomicheskii znachimye rasteniya, ikh vrediteli, bolezni i sornye rasteniya [DVD-versiya]. 2008. [Elektronnyi resurs]. URL: www.agroatlas.ru (data obrashcheniya: 6 noyabrya 2020).
40. Selyaninov G.T. O sel'skokhozyaistvennoi otsenke klimata. *Trudy po sel'skokhozyaistvennoi meteorologii*. 1928. Vyp. 20. S. 165-177.
41. Karger D.N., Conrad O., Böhrer J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., et al. Climatologies at high resolution for the Earth's land surface areas. *Scientific Data*. 2017. vol. 4. 170122. DOI: 10.1038/sdata.2017.122.
42. Pazur R., Prishchepov A.V., Myachina K., Verburg P.H., Levykin S., Ponkina, E.V. et al. Restoring steppe landscapes: Patterns, drivers and implications in Russia's steppes. *Landscape Ecology*. 2021. vol. 36. pp. 407-425. DOI: 10.1007/s10980-020-01174-7.
43. Lu D., Mausel P., Brondízio E., Moran E. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*. 2004. vol. 25, 2365-2401. DOI: 10.1080/0143116031000139863.
44. Belgiu M., Drăgut L. Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2016. vol. 114. pp. 24-31. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2016.01.011.
45. Breiman L. Random forests. *Machine Learning*. 2001. vol. 45. pp. 5-32. DOI: 10.1023/A1010933404324.
46. Gislason P.O., Benediktsson J.A., Sveinsson J.R. Random forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*. 2006. vol. 27. pp. 294-300. DOI: 10.1016/j.patrec.2005.08.011.
47. Baumann M., Kuemmerle T., Elbakidze M., Ozdogan M., Radeloff V.C., Keuler N.S. et al. Patterns and drivers of postsocialist farmland abandonment in Western Ukraine. *Land Use Policy*. 2011. vol. 28. pp. 552-562.
48. Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A. et al. Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. *Environmental Research Letters*. 2015. vol. 10. 054012.
49. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Dubinin M., Alcantara C. The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. *Remote Sensing of Environment*. 2012. vol. 126. pp. 195-209. DOI:10.1016/j.rse.2012.08.017.

50. Bartalev S.A., Plotnikov D.E., Loupian E.A. Mapping of arable land in Russia using multi-year time series of MODIS data and the LAGMA classification technique. *Remote Sensing Letters*. 2016. vol. 7. pp. 269-278. DOI: 10.1080/2150704X.2015.1130874.
51. Rogova N.V., Skvortsov V.E. Itogi investitsii stepei v vostochnoi chasti Evropeiskoi Rossii. *Stepnoi byulleten'*. 2016. N 47-48. S. 35-45.
52. Edwards T.C., Moisen G.G., Cutler D.R. Assessing map accuracy in a remotely sensed, ecoregion-scale cover map. *Remote Sensing of Environment*. 1998. vol. 63. pp. 73-83.
53. Olofsson P., Foody G.M., Herold M., Stehman S.V., Woodcock C.E., Wulder M.A. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*. 2014. vol. 148. pp. 42-57. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.015.
54. Olofsson P., Foody G.M., Stehman S.V., Woodcock C.E. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment*. 2013. vol. 129. pp. 122-131. DOI: 10.1016/j.rse.2012.10.031.
55. Elith J., Leathwick J.R., Hastie T. A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*. 2008. vol. 77. pp. 802-813. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2008.01390.x.
56. Dara A., Baumann M., Kuemmerle T., Pflugmacher D., Rabe A., Griffiths P., et al. Mapping the timing of cropland abandonment and recultivation in northern Kazakhstan using annual Landsat time series. *Remote Sensing of Environment*. 2018. vol. 213. pp. 49-60. DOI: 10.1016/j.rse.2018.05.005.
57. Durgin F.A. Jr. The virgin lands programme 1954-1960. *Soviet Studies*. 1962. vol. 13. pp. 255-280. DOI: 10.1080/09668136208410287.
58. Hobbs R.J., Higgs E., Harris J.A. Novel ecosystems: Implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology & Evolution*. 2009. vol. 24. pp. 599-605. DOI: 10.1016/j.tree.2009.05.012.
59. Morse N.B., Pellissier P.A., Cianciola E.N., Brereton R.L., Sullivan M.M., Shonka N.K. et al. Novel ecosystems in the Anthropocene: A revision of the novel ecosystem concept for pragmatic applications. *Ecology and Society*. 2014. vol. 19(2). pp. 1-12. DOI: 10.5751/ES-06192-190212.
60. Moon D.G. Planting trees in unsuitable places: Russian steppe forestry, 1696-1850. In N. Breyfogle (Ed.), *Eurasian Environments: Nature and Ecology in Imperial Russian and Soviet History*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press. 2018. pp. 23-42.
61. Shaw D.J.B. Mastering nature through science: Soviet geographers and the Great Stalin Plan for the transformation of nature, 1948-53. *The Slavonic and East European Review*. 2015. vol. 93. 120-146. DOI: 10.5699/slaveastorev2.93.1.0120.
62. Jones N.F., Pejchar L., Kiesecker J.M. The energy footprint: How oil, natural gas, and wind energy affect land for biodiversity and the flow of ecosystem services. *Bioscience*. 2015. vol. 65. pp. 290-301. DOI: 10.1093/biosci/biu224.
63. Bull J.W., Milner-Gulland E.J., Suttle K.B., Singh N.J. Comparing biodiversity offset calculation methods with a case study in Uzbekistan. *Biological Conservation*. 2014. vol. 178. pp. 2-10. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.07.006.
64. Barbazyuk E.V., Myachina K.V. Vliyanie neftegazodobychi v stepnoi zone Orenburgskoi oblasti na chislennost' nekotorykh vidov mlekopitayushchikh. *Problemy regional'noi ekologii i geografii: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Izhevsk, 2019. S. 33-36*
65. Dobrinskii L.N., Sosin V.F. Assessment of Bovanenkovo gas field development in Central Yamal on the dynamics of Arctic fox populations. *Russian Journal of Ecology*. 1995. vol. 26. no 3. pp. 227-231.
66. Gashev S.N. Mlekopitayushchie v sisteme ekologicheskogo monitoringa (na primere Tyumenskoi oblasti): avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.16. *Ekologiya. Tyumen. gos. un-t. Tyumen'*, 2003. 50 s.
67. Antonov S. Skol'ko musora proizvodyat rossiyane. *Tin'koff-zhurnal* 15.07.19. 2019. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://journal.tinkoff.ru/garbage> (data obrashcheniya: 27 avgusta 2020).

68. Rosstat. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno – statisticheskaya sistema (EMISS), 2019. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru/databases>. (data obrashcheniya: 9 oktyabrya 2020).
69. González Díaz J.A., Celaya R., Fernández García F., Osoro K., Rosa G.R. Dynamics of rural landscapes in marginal areas of northern Spain: Past, present, and future. *Land Degradation & Development*. 2019. vol. 30. pp. 141-150. DOI: 10.1002/ldr.3201.
70. Ioffe G., Nefedova T., Zaslavsky I. From spatial continuity to fragmentation: The case of Russian farming. *Annals of the Association of American Geographers*. 2004. vol. 94. pp. 913-943. DOI: 10.1111/j.1467-8306.2004.00441.x.
71. Westhoek H.J., van den Berg M., Bakkes J.A. Scenario development to explore the future of Europe's rural areas: Scenario-based studies of future land use in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2006. vol. 114. pp. 7-20.
72. Chaudhary S., Wang Y., Dixit A.M., Khanal N.R., Xu P., Fu B. et al. A synopsis of farmland abandonment and its driving factors in Nepal. *Land*. 2020. vol. 9. 84. DOI: 10.3390/land9030084.
73. Liu Y., Liu Y., Chen Y., Long, H. The process and driving forces of rural hollowing in China under rapid urbanization. *Journal of Geographical Sciences*. 2010. vol. 20. pp. 876-888. DOI: 10.1007/s11442-010-0817-2.
74. Minaei M., Shafizadeh-Moghadam H., Tayyebi A. Spatiotemporal nexus between the pattern of land degradation and land cover dynamics in Iran. *Land Degradation & Development*. 2018. vol. 29. pp. 2854-2863. DOI: 10.1002/ldr.3007.
75. Wang C., Gao Q., Wang X., Yu M. Spatially differentiated trends in urbanization, agricultural land abandonment and reclamation, and woodland recovery in northern China. *Scientific Reports*. 2016. vol. 6. 37658. DOI: 10.1038/srep37658.
76. Holcomb J.P., Frederic P., Brunn S.D. A visual typology of abandonment in rural America: From end-of-life to treading water, recycling, renaissance, and revival. *Land*. 2020. vol. 9. 94. DOI: 10.3390/land9030094.
77. Wang C., Gao Q., Wang X., Yu M. Spatially differentiated trends in urbanization, agricultural land abandonment and reclamation, and woodland recovery in northern China. *Scientific Reports*. 2016. vol. 6. 37658. DOI: 10.1038/srep37658.
78. USDA ERS. Rural areas show overall population decline and shifting regional patterns of population change. USDA ERS, Economic Research Service. 2017.
79. Holcomb J.P., Frederic P., Brunn S.D. A visual typology of abandonment in rural America: From end-of-life to treading water, recycling, renaissance, and revival. *Land*. 2020. vol. 9. 94. DOI: 10.3390/land9030094.
80. Watson J.E.M., Venter O., Lee J., Jones K.R., Robinson J.G., Possingham H.P., Allan J.R. Protect the last of the wild. *Nature*. 2018. vol. 563. pp. 27-30. DOI: 10.1038/d41586-018-07183-6.
81. Stishov M.S. Razvitie federal'noi sistemy osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii Rossii v period 2009-2018 gg. i ego dal'neishie perspektivy. Moskva: Vsemirnyi fond dikoi prirody (WWF), 2020. 184 s.
82. Federal'nyi zakon ot 29 dekabrya 2010 g. N 435-FZ. O vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii v chasti sovershenstvovaniya oborota zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya. Rossiiskaya gazeta. Federal'nyi vypusk N 297(5376) 31 dekabrya 2010 g. 2010. S. 14.
83. Reinecke J., Smelansky I., Troeva E., Trofimov I., Trofimova L. Grasslands of the world. Diversity, management and conservation. Boca Raton, FL: CRC Press., 2018. 427 p.
84. Kamp J., Urazaliev R., Balmford A., Donald P.F., Green R. E., Lamb A.J., Phalan B. Agricultural development and the conservation of avian biodiversity on the Eurasian steppes: A comparison of land-sparing and land-sharing approaches. *Journal of Applied Ecology*. 2015. vol. 52. pp. 1578-1587. DOI: 10.1111/1365-2664.12527.

85. Suzuki Y. Conflict between mining development and nomadism in Mongolia. In N. Yamamura, N. Fujita A. Maekawa (Eds.). The Mongolian ecosystem network. Tokyo: Springer Japan. 2013. pp. 269-294. DOI: 10.1007/978-4-431-54052-6_20.

86. Herrmann S.M., Brandt M., Rasmussen K., Fensholt R. Accelerating land cover change in West Africa over four decades as population pressure increased. Communications Earth & Environment. 2020. vol. 1. p. 53. DOI: 10.1038/s43247-020-00053-y.

87. Mensah K.E., Damnyag L., Kwabena N.S. Analysis of charcoal production with recent developments in sub-Saharan Africa: A review. African Geographical Review 2020. pp. 1-21. DOI: 10.1080/19376812.2020.1846133.

88. Ordway E.M., Asner G.P., Lambin E.F. Deforestation risk due to commodity crop expansion in sub-Saharan Africa. Environmental Research Letters. 2017. vol. 12. 044015. DOI: 10.1088/1748-9326/aa6509. Mazloum B., Pourmanafi S., Soffianian A., Salmanmahiny A., Prishchepov A.V. The fate of rangelands: Revealing past and predicting future land-cover transitions from 1985 to 2036 in the drylands of Central Iran. Land Degrad Dev. 2021. pp. 1-14. DOI: 10.1002/ldr.3865.

Перевод оригинальной статьи:

Prishchepov, A.V., K.V. Myachina, J. Kamp, I. Smelansky, S. Dubrovskaya, R. Ryakhov, D. Grudinin, I. Yakovlev, and R. Urazaliyev. "Multiple Trajectories of Grassland Fragmentation, Degradation and Recovery in Russia's Steppes." Land Degradation & Development, 2021. <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.3976>

Сведения об авторах:

Александр Владимирович Прищепов

PhD, associate professor, Департамент наук о Земле и управления природными ресурсами (IGN), Копенгагенский университет, Дания; с.н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0003-2375-1651

Alexander Prishchepov

PhD, associate professor, Department of Geosciences and Natural Resource Management (IGN), University of Copenhagen, Denmark; senior researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Ксения Викторовна Мячина

К.г.н., в.н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0001-5190-1421

Ksenia Myachina

Candidate of geographical sciences, leading researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Йоханнес Камп

Департамент охраны биоразнообразия, Геттингенский университет, Геттинген, Федеративная Республика Германия

Johannes Kamp

Conservation Biology Department, University of Göttingen, Göttingen, Germany

Илья Эдуардович Смелянский

К.б.н., Сибирский экологический центр, Новосибирск, Россия

Ilya Smelansky

Candidate of biological sciences, Sibecocenter LLC, Novosibirsk, Russia

Светлана Александровна Дубровская

К.г.н, с.н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-1361-6942

Svetlana Dubrovskaya

Candidate of geographical sciences, senior researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Роман Васильевич Ряхов

М.н.с. отдела ландшафтной экологии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-4762-3286

Roman Ryakhov

Junior researcher, department of landscape ecology, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Дмитрий Александрович Грудинин

М.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-1762-1116

Dmitriy Grudinin

Junior researcher, department of steppe studies and nature management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Илья Геннадьевич Яковлев

К.г.н., с.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0003-0497-8586

Ilya Yakovlev

Candidate of geographical sciences, senior researcher, department of steppe studies and nature management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Руслан Уразалиев

Ассоциация сохранения биоразнообразия Казахстана, Нур-Султан, Казахстан

Ruslan Urazaliyev

Association for the Conservation of Biodiversity in Kazakhstan, Nur-Sultan, Kazakhstan

Для цитирования: Прищепов А.В., Мячина К.В., Камп Й., Смелянский И.Э., Дубровская С.А., Ряхов Р.В., Грудинин Д.А., Яковлев И.Г., Уразалиев Р. Множественные траектории фрагментации степных ландшафтов, их деградации и восстановления на примере Оренбургской области // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 45-68. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-45-68

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫЯВЛЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ ПРОСТРАНСТВЕННОМУ РАЗВИТИЮ РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

А.А. Чибилёв (мл.), Д.В. Григоревский, Д.С. Мелешкин

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: economgeo-is@mail.ru

Для выявления современных вызовов пространственному развитию в статье предпринята попытка определить и теоретически сформулировать базовые понятия стадий их формирования. Раскрыты понятия «вызов», «опасность», «угроза» и «риск». Проведена группировка выявленных детерминантов по 5 блокам вызовов и определены полимасштабные уровни их формирования. В качестве исследуемой территории выбраны 18 регионов-субъектов степного мезорегиона РФ. Предложен методический подход к выявлению вызовов, при помощи оценки темпов прироста (2019 г. к 2010 г.) 28-ми основных показателей, сгруппированных в блоки: межрегиональные контрасты (экономического развития и состояния социальной сферы), дисбаланс природно-экологического и социально-экономического каркасов, сжатие освоенного пространства, формирование очагов потенциальных экологических катастроф и угроза продовольственной безопасности. Построена таблица темпов прироста, с помощью которой по каждому региону выявлено превалирование негативных процессов и увеличивающегося риска возникновения вызовов. Согласно результатам исследования рассматриваемые вызовы в меньшей степени проявляются в Республиках Адыгея и Калмыкия, а в большей степени (либо проявляются явно) в Республике Башкортостан, Волгоградской и Челябинской областях. Сформулированы предложения по разработке долгосрочных планов развития степных регионов в рамках экономико-географических и социально-экономических исследований.

Ключевые слова: пространственное развитие, современные вызовы, опасность, угрозы, кризис, степная зона.

Введение

В стратегическом отношении для России степная и лесостепная зоны имеют исключительно важное социально-экономическое, продовольственное и природоохранное значение. В последние десятилетия на фоне антропогенных трансформаций ландшафтов и климатических изменений на обширной территории земледельческого пояса страны всё острее проявляются проблемы социально-экономической, экологической и, учитывая её приграничное положение, геополитической устойчивости.

К детерминантам современных социально-эколого-экономических вызовов (на их различных стадиях: от потенциальной опасности до реальной угрозы и реального кризиса) можно отнести следующие факторы:

- социальное расслоение, бедность, недостаточные объем и качество социальных услуг, низкий уровень инженерной инфраструктуры, дефицит квалифицированных кадров (здравоохранения, образования, культуры, снижение рождаемости, отток молодежи);
- несоответствие масштабов и темпов формирования природно-экологического каркаса, значительно уступающим интенсивности развития социально-экономического остова [1], нарушение звеньев природно-экологического каркаса (разрыв экологической связанности пространства);

- низкий уровень жизни сельского населения, недостаточная государственная поддержка социального обустройства села, неравномерность размещения населения, хозяйственной инфраструктуры и диспропорции в обеспеченности природными ресурсами;
- трансформация под воздействием антропогенной и техногенной нагрузки [2] ранее стабильных (устойчивых) элементов ландшафта, снижение качественных и количественных показателей водных ресурсов, деградация или полное уничтожение сложившихся веками биоценозов и связанные с этим потери ландшафтного и биологического разнообразия, активизация природных пожаров и связанные с ними риски возникновения кризисных экологических и техногенных ситуаций;
- снижение плодородия земель в связи с применением нерациональных и почвозатратных технологий, низкие темпы внедрения современных технологий в земледелие, несбалансированность растениеводческого и животноводческого комплексов, проведение необоснованных мелиоративных мероприятий, особенно в связи с реализацией и незавершённостью природно-хозяйственных мегапроектов XX века, образование невостребованного земельного фонда и использование земель под монокультуры на основе почвозатратных технологий и т.д.

В совокупности приведённые выше факторы на современном этапе обусловили риски воздействия на пространственное развитие степных регионов нескольких социально-эколого-экономических вызовов: *межрегиональные контрасты*, приводящие к формированию депрессивных регионов; *отсутствие сбалансированности природно-экологического и социально-экономического каркаса*; *сжатие освоенного пространства*, вызванного процессами поляризации населения и повсеместного сокращения численности сельского населения; *формирование очагов потенциальных экологических катастроф*; *угроза продовольственной безопасности* за счет потери количественных и качественных показателей отраслей сельского хозяйства.

Материалы и методы

Вопросы формирования вызовов и проявления рисков сегодня все чаще находят свое отражение в публичных выступлениях политиков, экономистов, политологов и т.д. Медведев Д.А. в своем исследовании «Россия и глобальные вызовы» сформулировал социально-экономические задачи, стоящие перед Россией в контексте современной глобальной трансформации и дал рекомендации по долгосрочной повестке развития страны, нацеленной на обеспечение нового качества экономического роста [3]. Выступая на экономическом онлайн-форуме «Давосская повестка дня 2021» президент России Путин В.В. выделил три ключевых вызова, которые, по его мнению, стоят в данный момент перед мировым сообществом: социально-экономический, общественно-политический и третий вызов (угроза) дальнейшее обострение всего комплекса международных проблем [4].

Изучению проблем современных вызовов уделяется значительное внимание со стороны научного сообщества. Брега А.В. проводил изучение рисков в системе категорий «вызов», «опасность», «угроза», «риск» характеризующих национальную безопасность. По мнению автора, риск выступает производным от вызова, опасности и угрозы [5]. Долгосрочным социально-экономическим вызовам для России и востребованности новых технологий уделил внимание Апокин А.Ю. [6]. Вайсеро К.И. проанализировал взаимосвязь социально-экономического развития и этнокультурного разнообразия российских регионов в условиях глобализации [7].

В коллективной монографии под редакцией Альпидовской М.Л., Цхададзе Н.В. «Социально-экономический прогресс: вызовы и шансы» рассматривались перспективы практической реализации и новые технологии социально-экономического прогресса [8]. Значительную работу при подготовке документов по национальной безопасности России в 1995-2000 гг. провел Кортуннов С.В., который представил основные итоги исследований,

проведенных в целях выработки политики национальной безопасности России в контексте становления международной безопасности в XXI веке [9].

Анализ научных публикаций и нормативно-правовых документов позволил нам сделать вывод об отсутствии на современном этапе чёткости теоретических позиций в определении и понимании сути такой категории как «вызов» [10-14]. В этом плане интересное исследование проведено Сушковой И.А. [15]. Однако, по нашему мнению, достаточно спорным является её предложение определённой последовательности: Вызов → Опасность → Угроза → Риск, в которой категория «вызов» является лишь первичной составляющей взаимозависимости.

В нашем исследовании под «вызовом» мы понимаем риск перехода негативного для пространственного развития явления от стадии потенциальной опасности к реальной угрозе, которая без должного реагирования при усугублении неминуемо приведёт к кризису. Схематично этот переход можно визуальнo представить в виде следующей схемы:

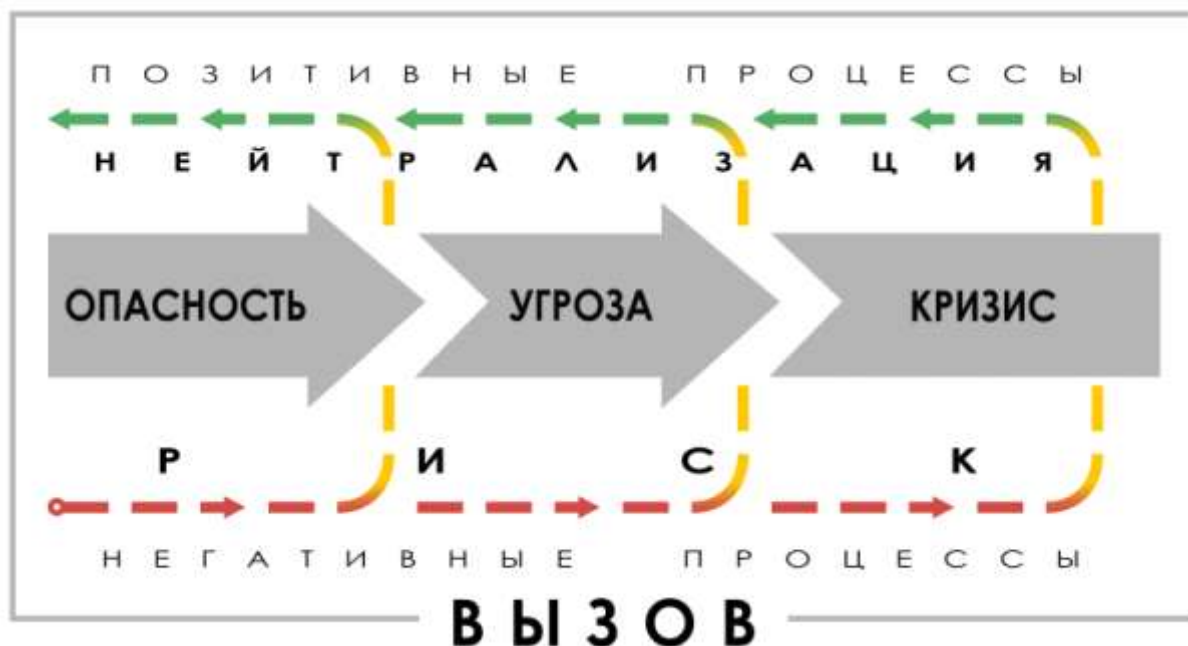


Рисунок 1 – Схема стадий (фаз) формирования вызова

Приняв определение *риска* как совокупность вероятности и последствий наступления негативных процессов, попробуем определить значения другим используемым в исследовании категориям. При реализации комплекса мероприятий по *нейтрализации* негативных процессов можно сократить риски их проявления и наступления более критичных стадий вызова (угрозы и кризиса).

Согласившись с трактовкой **опасности** как совокупности субъективных и негативных факторов, осознаваемых, но не обладающих критической вероятностью причинения ущерба [9], выдвинем тезис о том, что она «благодаря» негативным процессам подвержена риску перейти в более серьёзную фазу вызова – «угрозу».

Тогда, как опасность представляет лишь потенциальную возможность, категория «угроза» приобретает вполне реалистичный характер и на этой стадии негативные процессы проявляются всё острее. В этой связи **угроза** – наиболее конкретная (по времени и месту) фаза вызова, представляющая собой совокупность явно формирующихся негативных факторов и условий.

Если на ранних стадиях на возникновение вызова должным образом не отреагировать, и ситуация распространения негативных процессов перейдёт фазу угрозы, то велики риски перехода к критическому его состоянию – **кризису** и в более опасные – катастрофу и крах. Кризис в отличие от последний преодолевается и его уроки используются.

Рассмотрев риски возникновения вызовов во времени, уделим внимание их уровню с точки зрения места. С точки зрения полимасштабности начальной точкой формирования вызова является опасность развития негативных социально-эколого-экономических процессов на локальном уровне (например, населённый пункт, урочище, предприятие). При распространении этих процессов и во времени и в пространстве опасность и угроза на локальном уровне может перерасти в опасность регионального уровня, который в свою очередь под воздействием обостряющихся факторов и условий без нейтрализующего воздействия может трансформироваться уже в мезорегиональные, национальные и в конце концов глобальные масштабы. Очевидно, что очень важным является своевременное и адекватное по комплексу принимаемых мер реагирование на ранних стадиях и уровнях формирования и проявления вызова, чтобы сократить риски его развития и минимизировать ущерб.

Итак, определив для себя базовые понятия фаз (стадий) вызовов в теории, предпримем попытку оценки темпов прироста основных социально-эколого-экономических показателей 2019 г. к 2010 г. (табл. 1) [16-27]. Очевидно, что делать вывод о наличии позитивных/негативных процессов и о стадии формирования вызова на основе лишь сравнения данных 2-х лет в полной мере нельзя. Для понимания направления (вектора) развития происходящих процессов нужен анализ трендов на базе более полной (по годам) статистической выборки. Вместе с тем задача настоящего исследования заключается в разработке теоретических и методических подходов к процедуре выявления современных вызовов пространственному развитию степной зоны в разрезе вмещающих её регионов-субъектов РФ [28].

Результаты и обсуждение

Нами проанализированы темпы прироста 28-ми основных показателей, 2019 г. к 2010 г., сгруппированные в 6 блоков: *межрегиональные контрасты (экономическое развитие)*: x_1 – ВРП на душу населения (тыс. руб. на чел), x_2 – среднегодовая численность занятых в экономике (тыс. чел), x_3 – объем отгруженных товаров собственного производства (в категории обрабатывающие производства, млн руб.), x_4 – основные фонды в экономике (по полной учетной стоимости, на конец года, млн руб.), x_5 – оборот розничной торговли (млн руб.); *межрегиональные контрасты (состояние социальной сферы)*: x_6 – среднедушевые денежные доходы (в месяц, руб.), x_7 – потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц, руб.), x_8 – коэффициенты младенческой смертности (число детей, умерших в возрасте до 1 года, на 1000 родившихся живыми), x_9 – уровень безработицы (%); *дисбаланс природно-экологического и социально-экономического каркаса*: x_{10} – лесистость территории (%), x_{11} – количество видов растений и животных, находящихся под охраной (ед.), x_{12} – площадь ООПТ (тыс. га), x_{13} – площадь застроенных земель (тыс. га), x_{14} – площадь земель под дорогами (тыс. га); *сжатие освоенного пространства*: x_{15} – плотность сельского населения (чел./км²), x_{16} – удельный вес сельского населения в общей численности населения (%), x_{17} – уровень безработицы сельского населения (%), x_{18} – количество сельских населённых пунктов; *формирование очагов потенциальных экологических катастроф*: x_{19} – выбросы загрязняющих веществ, исходящих от стационарных источников (тыс. т), x_{20} – площадь нарушенных земель (тыс. га), x_{21} – обратное водоснабжение (млн м³), x_{22} – сброс загрязненной сточной воды недостаточно очищенной (млн м³), x_{23} – доля утилизированных (использованных) отходов от общей массы образованных (%); *угроза продовольственной безопасности*: x_{24} – продукция растениеводства (всего, млн руб.), x_{25} – продукция животноводства (всего, млн руб.), x_{26} – урожайность зерновых и зернобобовых культур (ц/га), x_{27} – общая площадь земель сельскохозяйственного назначения (тыс. га), x_{28} – площадь пашни (тыс. га).

Стоит отметить разнонаправленность исследуемых явлений, например, увеличение площадей земель под застройкой или дорогами в контексте данного исследования при

анализе несбалансированности развития природно-экологического и социально-экономического каркасов принимается нами как явление негативное, в то время как для угрозы сжатия освоенного пространства рост данных показателей будет свидетельствовать о наличии позитивных процессов. Также некоторые показатели (уровень безработицы или младенческой смертности), увеличение темпов роста которых приводит к негативным последствиям и усугублению кризисных ситуаций, объективно характеризуются как отрицательные. Интерпретировать динамику таких показателей можно как: чем значение больше – тем «хуже». В таблице они представлены в виде «-х», таким образом, условно разделим выбранные показатели, прирост которых «благоприятен» и «неблагоприятен» для исследуемого вызова. Расчёт темпов прироста стоимостных показателей ($x_1, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_{24}, x_{25}$) осуществлён в сопоставимых ценах 2019 г. к 2010 г. Ввиду отсутствия некоторых данных 2010 года по Республике Крым расчеты темпов прироста показателей $x_1, x_4, x_6, x_7, x_8, x_{11}, x_{20}$ проведены по отношению 2019 г. к 2015 г., а x_{22} – 2019 г. к 2014 г.

Межрегиональные контрасты в экономическом развитии определяются величиной валового регионального продукта на душу населения, темпы прироста которого в рассматриваемых регионах положительные. На фоне общероссийского и среднего по мезорегиону повышения (27,1 %) выделяются Омская, Курганская области и Алтайский край (с минимальными темпами прироста – менее 10 %). Темп прироста объемов отгруженных товаров собственного производства по категории «обрабатывающие производства» отражает диверсифицированность экономики региона, состояние производительных сил. В Республике Калмыкия темп прироста объемов обрабатывающих производств наименьший среди исследуемых субъектов (-65,7 %), однако, наблюдается максимальный темп прироста ВРП на душу населения, что обуславливается особенностью промышленности региона и возрастающей долей производства электроэнергии и сельского хозяйства в экономике региона (рис. 2).



Рисунок 2 – Межрегиональные контрасты в экономическом развитии

Логично предположить, что рост ВРП должен стимулировать развитие социальной сферы. Но очевидные связи прослеживаются только в Воронежской области и Республике

Калмыкия, где с увеличением ВРП (54,4 % и 61,9 % соответственно) произошел прирост среднедушевых денежных доходов (16,2 % и 20,9 %) и потребительских расходов (39,9 % и 42,5 %). Интерес также вызывает и обратное явление. В Республике Крым при приросте ВРП в 39,4 % (2015-2019 гг.) наблюдаются минимальные значения, среди исследуемых регионов, темпов прироста показателей стоимости основных фондов в экономике (-31,2 %), среднедушевых доходов (-29,9%) и потребительских расходов (-31,6 %). Наблюдаемый темп прироста уровня безработицы в Республике Крым – 3,9 % обусловлен событиями весны 2014 года. Когда старые экономические связи были разорваны, а новые еще не успели образоваться, произошел скачок безработицы с 1,7 % (2010 г.) до 7,2 % (2015 г.). В последние 5 лет ситуация с безработными в Крыму постепенно улучшается (5,6 % в 2019 г.) (рис. 3).



Рисунок 3 – Межрегиональные контрасты в социальной сфере

Одним из факторов *несбалансированности развития социально-экономического и природно-экологического каркасов* является отставание площадных, качественных и количественных характеристик объектов существующей системы ООПТ от темпов развития урбанизированного каркаса территории. Вместе с тем, некоторым степным регионам удалось реализовать комплекс мероприятий по развитию сети природно-заповедного фонда. Увеличение площади ООПТ в Оренбургской области на 85,8 % произошло благодаря образованию нового участка «Заповедника Оренбургский» Предуральская степь (16,5 тыс. га) и создания нового заповедника Шайтан-Тау (6,7 тыс. га), а также нескольких заказников областного значения: Светлинский (9,3 тыс. га), Карагай-Губерлинское ущелье (1,4 тыс. га) [29]. Значительно увеличилась площадь охраняемых территорий в марте 2018 г., когда был создан региональный заказник Губерлинские горы (107,1 тыс. га) [30]. В Омской области за период 2010-2019 гг. произошло увеличение площади ООПТ регионального значения. Этому способствовало создание на территории региона заказников областного значения, таких как Степной (112,6 тыс. га), Приграничный (71,1 тыс. га), Лесостепной (71,9 тыс. га), Надеждинский (29,3 тыс. га), Баировский (68,6 тыс. га), Высокий Увал (35,7 тыс. га), Лузинская дача (30,4 тыс. га) и других участков (рис. 4).



Рисунок 4 – Несбалансированность ПЭК и СЭК

Процесс сжатия освоенного пространства определяется сокращением площадей и точечных объектов освоенных территорий, в этой связи особое внимание уделено сокращению количества сельских населённых пунктов, сокращению численности сельского населения и его поляризации. Анализ темпов прироста соответствующих показателей демонстрирует основную причину оттока населения из сельской местности – безработица сельского населения. Среди регионов степной зоны Курганская и Омская области выделяются наименьшими темпами прироста плотности сельского населения (–17,3 % и –10,7 % соответственно), удельного веса сельского населения (–3,8 % и –2,5 %) и наибольшим темпом прироста уровня безработицы сельского населения (3,3 % и 1,9 %) (рис. 5).

Формирование очагов потенциальных экологических катастроф может быть как стихийно (авария, взрыв, пожар), так и вызвано продолжительным негативным воздействием агломерации, города или отдельного предприятия на окружающую среду. Увеличивающиеся темпы развития обрабатывающей промышленности Краснодарского края (53,7 %) привели к значительному увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (210,7 %). Наибольшими значениями выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, исходящих от стационарных источников характеризуются города Новороссийск (центр цементной промышленности на юге России) и Краснодар (крупнейший индустриальный центр юга России). Объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в Саратовской области увеличился в несколько раз за последние два года. Значительный объем сбрасывается предприятиями г. Саратова в Волгоградское водохранилище – 86,7 млн м³, основным источником загрязнения водохранилища является ООО «Концессии водоснабжения – Саратов» (85 %).



Рисунок 5 – Сжатие освоенного пространства

Наибольшее значение показателя сброса недостаточно очищенной сточной воды в Саратовской области и Республики Крым (565,7% и 123,2 % соответственно) обусловлено морально и технически устаревшими очистными сооружениями и канализационными сетями, не обеспечивающими необходимую степень очистки стоков, которая приводит к загрязнению и ухудшению состояния водных объектов в регионе. Наиболее остро ситуация складывается в городах Симферополь, Саки, Армянск, Старый Крым, Судак. Мероприятия по рекультивации нарушенных земель в Республике Крым привели к их сокращению на 70 % (с 5 тыс. га в 2010 до 1,5 тыс. га). Это способствует возвращению земель в оборот, предоставляет возможность использовать их для развития сельского хозяйства или новых инвестиционных проектов в других отраслях (рис. 6).



Рисунок 6 – Формирование очагов потенциальных экологических катастроф

Продовольственная безопасность региона и страны в целом заключается в устойчивом развитии производств сельскохозяйственной продукции [31]. В данном исследовании акцент ставится на регионах степной зоны России, на которые приходится более половины продукции растениеводства в стране и 40 % продукции животноводства. Высокие темпы прироста основных показателей (продукция растениеводства, животноводства и урожайность) характерны для Белгородской и Воронежской областей. В контексте развития интенсивного землепользования интерпретировать влияние сокращения пашни и площадей всех сельскохозяйственных земель можно и с положительной стороны, но при условии увеличения показателей урожайности и внедрения новых технологий землепользования (рис. 7).



Рисунок 7 – Угроза продовольственной безопасности

Таблица 1 – Темпы прироста (%) основных социально-эколого-экономических показателей регионов степной зоны РФ 2019 года к 2010 году

Регион \ Показатель	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	-X ₈	-X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	-X ₁₃ ***	-X ₁₄ ***
Белгородская область	38,7	8,7	14,6	109,7	22,8	-5,4	23,2	-2,2	-1,3	-0,1	22,5	9,3	3,1	7,2
Воронежская область	54,4	4,9	52,4	152,7	49,3	16,2	39,9	-3,0	-3,9	-0,1	-0,6	-19,7	4,4	0,6
Республика Адыгея	22,5	-0,3	46,2	106,6	36,7	17,2	40,7	-2,5	-1,1	0,1	0	1,0	4,7	0,5
Республика Калмыкия	61,9	-8,5	-65,7	37,2	13,6	20,9	42,5	-8,1	-5,6	0	9,0	9,3	7,3	0,5
Краснодарский край	24,1	15,4	53,7	222,0	11,5	5,6	18,0	-1,5	-1,9	0	42,4	-27,3	3,9	0,2
Волгоградская область	16,5	-10,1	18,7	7,6	-10,3	-15,7	-2,7	-5,7	-2,7	-0,1	0	4,1	0,2	0,1
Ростовская область	30,5	1,2	26,6	122,3	3,5	4,5	14,0	-2,8	-2,9	0	-0,6	101,6	1,1	0,9
Ставропольский край	26,2	1,5	1,6	70,6	-3,7	-7,0	2,9	-2,5	-2,1	0,1	-1,7	2,3	0,8	0
Республика Башкортостан	28,8	-7,0	-2,2	100,2	-10,4	-14,8	-8,2	-0,8	-4,5	0	-1,5	1,3	8,1	0,8
Оренбургская область	23,4	-18,3	8,9	50,8	2,4	-10,0	9,5	-2,7	-2,8	0,1	149,3	85,8	3,4	0,1
Самарская область	30,0	7,2	6,8	67,4	-20,0	-28,5	-15,3	-2,2	-1,9	0	185,3	26,2	4,7	0
Саратовская область	11,6	-13,0	24,0	52,3	0,9	-6,3	12,4	-1,8	-2,0	0	-4,5	4,2	4,7	0,1
Курганская область	6,3	-23,9	18,5	-4,6	-18,2	-22,8	-4,5	-3,8	-4,3	1,0	4,3	-4,1	0,4	0
Челябинская область	29,0	6,0	-1,0	62,8	-27,4	-25,1	-15,5	-2,7	-2,4	0,1	25,4	2,6	7,8	0,1
Алтайский край	5,6	-5,7	10,0	2,9	1,3	7,9	11,0	-4,1	-3,0	0,3	1,7	16,1	0,9	0,8
Новосибирская область	38,7	2,9	27,0	104,1	-15,5	-6,5	-5,5	-2,5	-1,6	0,7	2,7	19,1	1,5	0,1
Омская область	2,4	-6,5	15,6	46,2	-5,2	-11,8	7,4	0,4	-1,7	0	30,8	106,3	0,2	0,1
Республика Крым	39,4	-5,7	0	-31,2	60,9	-29,9	-31,6	-1,6	3,9	-	8,3	252,4	-	-
Всего по России	27,1	5,2	27,8	84,9	0,6	-8,0	6,2	-2,6	-2,7	-0,2	-	12,8	6,9	2,0
Всего по мезорегиону	27,1	-0,6	14,2	77,6	-1,2	-	-	-	-	-	-	21,2	3,2	0,5

Примечание:

* - темп прироста уровня безработицы сельского населения 2019 г. к 2015 г.

** - темп прироста площадей земель сельскохозяйственного назначения 2019 г. к 2013 г.

*** - темп прироста по мезорегиону рассчитан без учёта Республики Крым

**** - в Республике Крым темп прироста показателей x₁, x₄, x₆, x₇, x₈, x₁₁, x₂₀ рассчитан 2019 г. к 2015 г.; x₂₂ – 2019 г. к 2014 г.

зеленый цвет – темпы прироста, характеризующие позитивные процессы

красный цвет – темпы прироста, характеризующие негативные процессы

Выводы

Проведенный анализ темпов прироста социально-эколого-экономических показателей демонстрирует превалирование негативных процессов и увеличивающегося риска возникновения вызовов:

- межрегиональные контрасты экономического развития: в Республиках Крым, Башкортостан и в Курганской области;
- межрегиональные контрасты состояния социальной сферы: в Волгоградской, Самарской, Курганской, Челябинской, Новосибирской и Омской областях, в Республиках Крым и Башкортостан; дисбаланс социально-экономического и природно-экологического каркасов: в Белгородской, Воронежской, Волгоградской, Ростовской, Саратовской областях и в Республике Башкортостан;
- сжатие освоенного пространства: во всех исследуемых регионах, кроме Краснодарского края, Республики Адыгея и Самарской области;
- формирование очагов потенциальных экологических катастроф: в Саратовской и Челябинской областях, в Республиках Адыгея и Башкортостан, в Краснодарском, Ставропольском и Алтайском краях;
- угроза продовольственной безопасности: в Оренбургской, Самарской, Челябинской и Новосибирской областях, Краснодарском и Алтайском краях, в Республике Башкортостан.

Согласно результатам вышеприведенного исследования рассматриваемые вызовы в меньшей степени проявляются в Республиках Адыгея и Калмыкия, а в большей степени (либо проявляются явно) в Республике Башкортостан и Челябинской области (рис. 8).



Рисунок 8 – Влияние негативных процессов по блокам вызовов

Выявление современных вызовов по регионам выполнено по факту наличия положительного или отрицательного темпов прироста. Нельзя с уверенностью утверждать, что снижение значений некоторых показателей приведёт к формированию вызова в дальнейшем, ровно, как и положительная динамика не гарантирует «беспроблемность» региона. Более точный прогноз формирования вызовов может быть получен с помощью расчета уровня устойчивости региона к потенциальным рискам и угрозам.

На современном этапе для разработки долгосрочных планов развития степных регионов в рамках экономико-географических и социально-экономических исследований необходимо:

- выявить и актуализировать основные вызовы для устойчивого экологического и социально-экономического развития степных и лесостепных регионов России;
- определить социально-экономические предпосылки устойчивого пространственного развития степных и лесостепных регионов России в условиях современных вызовов;
- разработать направления и способы сглаживания межрегиональных контрастов, обусловленных неравномерностью развития российских регионов и высокой степенью межрегиональной социально-экономической асимметрии;
- оценить степень интеграции элементов социально-экономического и природно-экологического каркасов;
- разработать направления конвергентного развития социально-экономического и природно-экологического каркасов.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках темы «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем» № АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Чибилёв А.А. (мл.), Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В. Пространственная оценка социально-экономического каркаса степных регионов России // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. № 3. С. 53-65. DOI:10.18470/1992-1098-2020-3-53-65.
2. Чибилёв А.А. (мл.), Григорьевский Д.В., Мелешкин Д.С. Пространственная оценка уровня антропогенной нагрузки степных регионов России // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2019. Т. 161. кн. 4. С. 590-606. DOI: 10.26907/2542-064X.2019.4.590-606.
3. Медведев Д.А. Новая реальность: Россия и глобальные вызовы // Вопросы экономики. 2015. № 10. С. 5-29.
4. Стенограмма выступления Путина на онлайн-форуме «Давосская повестка дня 2021». [Электронный ресурс]. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystuplenija-putina-na-onlain-forume-davosskaja-povestka-dnja-2021-27-01-2021.html> (дата обращения: 13.08.2021).
5. Брега А.В. Риск в системе категорий, характеризующих антитезу национальной безопасности // Национальная безопасность: научное и государственное управленческое содержание. Материалы Всероссийской научной конференции. Москва, 2010. С. 737-753.
6. Apokin A., Belousov D., Salnikov V., Frolov I. Longterm Socioeconomic Challenges for Russia and Demand for New Technology. Foresight and STI Governance. 2015. Vol. 9. № 4. P. 6-17. DOI: 10.17323/1995-459X.2015.4.6.17.
7. Вайсера К.И. Взаимосвязь социально-экономического развития и этнокультурного разнообразия Российских регионов в условиях глобализации // Современные глобальные вызовы и национальные интересы. XV Международные Лихачевские научные чтения «Современные глобальные вызовы и национальные интересы», 2015. С. 427-429.
8. Альпидовская М.Л., Цхададзе Н.В. Новое качество социально-экономического прогресса: вызовы и шансы. Краснодар: НИИ Экономики, 2019. 330 с.
9. Картунов С.В. Становление политики безопасности: Формирование политики национальной безопасности России в контексте глобализации. Москва: Наука, 2003. 616 с.
10. Воробьев Ю.Л. Стратегические риски России: оценка и прогноз. Москва: Деловой экспресс, 2005. 392 с.

11. Rosenthal, U., Boin, A. Comfort, L. Managing crises: Threats, dilemmas, opportunities. Springfield: Charles C. Thomas, 2001. 366 p.
12. Герасимович Л.В. Вызовы и угрозы национальной безопасности // Вестник экономической безопасности. 2017. № 2 С. 174-176.
13. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683. [Электронный ресурс]. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669. (дата обращения: 13.08.2021).
14. Синчук Ю.В. Современные вызовы и угрозы Российской Федерации // Вестник Московского государственного лингвистического университета. 2011. № 631. С. 201-211.
15. Сушкова И.А. Соотношение и взаимосвязь понятий «вызов», «опасность», «угроза», «риск» // Экономическая безопасность и качество. 2018. № 4(33). С. 10-15.
16. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2016. 639 с.
17. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2020. 1000 с.
18. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году». М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2012. 351 с.
19. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2010 году. М.: ФГБУН «Росинформагротех», 2011 257 с.
20. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2015 году. М.: ФГБУН «Росинформагротех», 2017. 196 с.
21. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 году. М.: ФГБУН «Росинформагротех», 2020. 514 с.
22. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. Росстат. М., 2020. 1242 с.
23. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015: Стат. сб. Росстат. М., 2016. 1326 с.
24. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010: Стат. сб. Росстат. М., 2011. 990 с.
25. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. М.: Росреестр., 2020. 198 с.
26. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2010 году. М.: Росреестр., 2011. 257 с.
27. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2019 году. Симферополь: ООО «Принт», 2020. 360 с.
28. Чибилёв А.А. (мл.) Административно-территориальная характеристика степной зоны РФ // Степи Северной Евразии // Материалы VII международного симпозиума. Оренбург: ИС УрО РАН, 2015. С. 920-924.
29. Чибилёв А.А. (мл.), Семёнов Е.А., Григорьевский Д.В. Региональные особенности использования природных ресурсов охраняемых территорий в Оренбургской области // Вестник ОГУ. 2015. № 10. С. 455-460.
30. Чибилёв А.А.(мл.), Падалко Ю.А., Семёнов Е.А., Руднева О.С., Соколов А.А., Григорьевский Д.В., Мелешкин Д.С. Очерки экономической географии Оренбургского края. Т. II. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. 144 с.
31. Гулянов Ю.А. К анализу количественных показателей полеводства степной зоны Оренбургского Зауралья в условиях современных климатических вызовов // Вопросы степеведения. 2021. № 1. С. 90-99. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-1-90-99.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES REVEALING THE CURRENT CHALLENGES TO THE SPATIAL DEVELOPMENT OF REGIONS IN THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

A. Chibilyov (jr.), D. Grigorevsky, D. Meleshkin

Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg
e-mail: economgeo-is@mail.ru

To detect the current challenges to spatial development, we attempted to identify and theoretically explain the basic notions of stages of challenges' formation. Such concepts as "challenge", "danger", "threat", and "risk" were defined. The revealed determinants were classified according to five blocks of challenges, and multi-scale levels of their formation were detected. Eighteen region-subjects of the RF steppe mesoregion were chosen as the territory of the study. The methodological approach to see challenges using assessments of the rate of increase (2019 to 2010) was offered. There are 28 principal indicators grouped in blocks: inter-regional contrasts (economic development and a state of the social sphere), the imbalance of the natural-ecological and socio-economic frameworks, a compression of developed space, the formation of seats of potential ecological catastrophes, and threat of food security. The table of the rate of increase was designed. Based on this table, we could reveal prevailing negative processes and increased risk of challenge's emergence in every region. According to the study results, the examined challenges in the least degree emerged in the Republics of Adygei and Kalmykia. In the most degree (or more evident), they displayed themselves in the Republic of Bashkortostan, Volgogradskaya, and Chelyabinskaya oblasts.

Some suggestions were stated to work out long-term steppe region development plans in the frame of economic-geographical and socio-economic research.

Key words: spatial development, modern challenges, danger, threats, crisis, steppe zone.

References

1. Chibilev A.A. (ml.), Meleshkin D.S., Grigorevskii D.V. Prostranstvennaya otsenka sotsial'no-ekonomicheskogo karkasa stepnykh regionov Rossii. Yug Rossii: ekologiya, razvitie. 2020. T. 15. N 3. S. 53-65. DOI:10.18470/1992-1098-2020-3-53-65.
2. Chibilev A.A. (ml.), Grigorevskii D.V., Meleshkin D.S. Prostranstvennaya otsenka urovnya antropogennoi nagruzki stepnykh regionov Rossii. Uchen. zap. Kazan. un-ta. Ser. Estestv. nauki. 2019. T. 161. kn. 4. S. 590-606. DOI: 10.26907/2542-064X.2019.4.590-606.
3. Medvedev D.A. Novaya real'nost': Rossiya i global'nye vyzovy. Voprosy ekonomiki. 2015. N 10. S. 5-29.
4. Stenogramma vystupleniya Putina na onlain-forume "Davosskaya povestka dnya 2021". [Elektronnyi resurs]. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystupleniya-putina-na-onlain-forume-davosskaja-povestka-dnja-2021-27-01-2021.html> (data obrashchenie: 13.08.2021).
5. Brega A.V. Risk v sisteme kategorii, kharakterizuyushchikh antitezu natsional'noi bezopasnosti. Natsional'naya bezopasnost': nauchnoe i gosudarstvennoe upravlencheskoe sodержanie. Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii. Moskva, 2010. S. 737-753.
6. Apokin A., Belousov D., Salnikov V., Frolov I. Longterm Socioeconomic Challenges for Russia and Demand for New Technology. Foresight and STI Governance. 2015. Vol. 9. N 4. P. 6-17. DOI: 10.17323/1995-459X.2015.4.6.17.
7. Vaisero K.I. Vzaimosvyaz' sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya i etnokul'turnogo raznoobraziya Rossiiskikh regionov v usloviyakh globalizatsii. Sovremennye global'nye vyzovy i natsional'nye interesy. XV Mezhdunarodnye Likhachevskie nauchnye chteniya "Sovremennye global'nye vyzovy i natsional'nye interesy", 2015. S. 427-429.

8. Al'pidovskaya M.L., Tskhadadze N.V. *Novoe kachestvo sotsial'no-ekonomicheskogo progressa: vyzovy i shansy*. Krasnodar: NII Ekonomiki, 2019. 330 s.
9. Kortunov S.V. *Stanovlenie politiki bezopasnosti: Formirovanie politiki natsional'noi bezopasnosti Rossii v kontekste globalizatsii*. Moskva: Nauka, 2003. 616 s.
10. Vorob'ev Yu.L. *Strategicheskie riski Rossii: otsenka i prognoz*. Moskva: Delovoi ekspress, 2005. 392 s.
11. Rosenthal, U., Boin, A. Comfort, L. *Managing crises: Threats, dilemmas, opportunities*. Springfield: Charles C. Thomas, 2001. 366 p.
12. Gerasimovich L.V. *Vyzovy i ugrozy natsional'noi bezopasnosti*. Vestnik ekonomicheskoi bezopasnosti. 2017. N. 2 S. 174-176.
13. O Strategii natsional'noi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii: ukaz Prezidenta RF ot 31.12.2015 N 683. [Elektronnyi resurs]. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669. (data obrashcheniya: 13.08.2021).
14. Sinchuk Yu.V. *Sovremennye vyzovy i ugrozy Rossiiskoi Federatsii*. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta. 2011. N 631. S. 201-211.
15. Sushkova I.A. *Sootnoshenie i vzaimosvyaz' ponyatii "vyzov", "opasnost", "ugroza", "risk"*. Ekonomicheskaya bezopasnost' i kachestvo. 2018. N 4(33). S. 10-15.
16. *Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2015 godu"*. M.: Minprirody Rossii; NIA-Priroda, 2016. 639 s.
17. *Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu*. M.: Minprirody Rossii; MGU imeni M.V. Lomonosova, 2020. 1000 s.
18. *Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2011 godu"*. M.: Minprirody Rossii; NIA-Priroda, 2012. 351 s.
19. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Rossiiskoi Federatsii v 2010 godu*. M.: FGBUN "Rosinformagrotekh", 2011. 257 s.
20. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Rossiiskoi Federatsii v 2015 godu*. M.: FGBUN "Rosinformagrotekh", 2017. 196 s.
21. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu*. M.: FGBUN "Rosinformagrotekh", 2020. 514 s.
22. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli*. 2019: Stat. sb. Rosstat. M., 2020. 1242 s.
23. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli*. 2015: Stat. sb. Rosstat. M., 2016. 1326 s.
24. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli*. 2010: Stat. sb. Rosstat. M., 2011. 990 s.
25. *Gosudarstvennyi (natsional'nyi) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu*. M.: Rosreestr., 2020. 198 s.
26. *Gosudarstvennyi (natsional'nyi) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiiskoi Federatsii v 2010 godu*. M.: Rosreestr., 2011. 257 s.
27. *Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchei sredy na territorii Respubliki Krym v 2019 godu*. Simferopol': OOO "Print", 2020. 360 s.
28. Chibilev A.A. (ml.) *Administrativno-territorial'naya kharakteristika stepnoi zony RF. Stepi Severnoi Evrazii*. Materialy VII mezhdunarodnogo simpoziuma. Orenburg: IS UrO RAN, 2015. S. 920-924.
29. Chibilev A.A. (ml.), Semenov E.A., Grigorevskii D.V. *Regional'nye osobennosti ispol'zovaniya prirodnykh resursov okhranyaemykh territorii v Orenburgskoi oblasti*. Vestnik OGU. 2015. N 10. S. 455-460.
30. Chibilev A.A.(ml.), Padalko Yu.A., Semenov E.A., Rudneva O.S., Sokolov A.A., Grigorevskii D.V., Meleshkin D.S. *Ocherki ekonomicheskoi geografii Orenburgskogo kraja*. T. II. Orenburg: IS UrO RAN, 2018. 144 s.

31. Gulyanov Yu.A. K analizu kolichestvennykh pokazatelei polevodstva stepnoi zony Orenburgskogo Zaural'ya v usloviyakh sovremennykh klimaticheskikh vyzovov. Voprosy stepovedeniya. 2021. N 1. S. 90-99. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-1-90-99.

Сведения об авторах:

Александр Александрович Чибилёв (мл.)

К.э.н., в.н.с., заведующий отделом социально-экономической географии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0003-1109-6231

Alexander Chibilyov (jr.)

Candidate of economic sciences, leading researcher, head of the department of socio-economic geography, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences.

Дмитрий Владимирович Григоревский

М.н.с. отдела социально-экономической географии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0003-2354-3035

Dmitry Grigorevsky

Junior researcher, department of socio-economic geography, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences.

Дмитрий Сергеевич Мелешкин

М.н.с. отдела социально-экономической географии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0001-8023-3071

Dmitry Meleshkin

Junior researcher, department of socio-economic geography, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences.

Для цитирования: Чибилёв А.А. (мл.), Григоревский Д.В., Мелешкин Д.С. Теоретические и методические подходы к выявлению современных вызовов пространственному развитию регионов степной зоны России // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 69-84. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-69-84

РАЗВИТИЕ САМОДЕЯТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ

Н.Ю. Святоха¹, И.Ю. Филимонова²

¹Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

²Оренбургский государственный университет, Россия, Оренбург

e-mail: filimo-irina@yandex.ru

В связи с изменениями, происходящими в последнее время в сфере туризма, в частности снижением международной и межрегиональной мобильности, загруженностью и дороговизной отечественных курортов, развитием интернет-технологий, набирает популярность самодетельный туризм.

На основе авторской методики дана оценка потенциала развития самодетельного туризма степных регионов России. В результате анализа выбранных авторами показателей были составлены графики и картосхемы, отражающие потенциал развития самодетельного туризма исследуемых территорий. В целом потенциал развития самодетельного туризма степных регионов России можно оценить как средний. Отчетливо выделяются регионы-лидеры (Краснодарский край, республики Крым, Адыгея, Калмыкия, город Севастополь) и аутсайдеры (Омская, Воронежская, Волгоградская, Ростовская области и Ставропольский край). Для развития самодетельного туризма, прежде всего, необходимы разработанные апробированные рекомендованные маршруты (различной тематики, для разных целевых аудиторий) и популяризация объектов рекреации.

Проведенное исследование позволит учесть специфику самодетельного туризма степных регионов России при разработке стратегии развития туристско-рекреационной сферы в условиях современных вызовов.

Ключевые слова: степные регионы, самодетельный туризм, туристский маршрут.

Введение

Обеспеченность степных регионов России рекреационными ресурсами, а также возрастающий интерес к внутреннему туризму в связи со снижением международной и межрегиональной мобильности, загруженность и дороговизна отечественных курортов на фоне снижения доходов части населения, привели к развитию самодетельного туризма.

В Федеральном законе «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» обозначена необходимость развития самодетельного туризма как приоритетного направления [1].

Самодетельный туризм – это форма туризма, при которой рекреанты самостоятельно разрабатывают и реализуют туристский маршрут.

Ряд исследователей различают самодетельный и неорганизованный туризм [2, 3], другие считают их тождественными [4, 5].

Некоторые считают самодетельный туризм клубно-секционным туризмом, у которого есть организаторы: спортивные общества, туристские и спортивные клубы [6-8]. Следует отметить, что эта позиция характерна для отечественной науки в связи с популярностью в советское время туристских организаций преимущественно спортивного туризма.

Некоторые считают самодетельный туризм синонимичным понятием самостоятельному, «дикому», альтернативному, свободному, независимому, самоорганизованному, главным отличием которого является противопоставление организованному массовому туризму [9-13].

Таким образом, среди исследователей нет общепринятого, устоявшегося мнения о сущности самодеятельного туризма.

В Федеральном законе «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» [1] синонимы самодеятельного туризма отсутствуют.

В советское время было разработано множество маршрутов выходного дня и категорийных маршрутов для самодеятельного туризма, туристскими маршрутами была покрыта почти вся территория страны. Некоторые из них были очень популярны.

По мнению А. И. Зырянова [14], самодеятельный туризм в СССР являлся одной из важнейших заслуг отечественного туризма, удачной формой отдыха и познания страны, что подтверждалось его массовостью.

В постсоветское время интерес к самодеятельному туризму снизился, число самостоятельных путешествий стало возрастать в конце XX – начале XXI вв. в связи с развитием интернет-технологий (технологий онлайн бронирования, возможностью приобретения электронных билетов, онлайн-сервисов гостевых сетей, например, CouchSurfing [15], сервисов он-лайн бронирования отелей (например, Booking.com [16]), сервисов поиска попутчиков (BlaBlaCar [17]), навигационных приложений (ParkMe, Parking) и т. п.), наличием веб-форумов самостоятельных путешественников, блогов [18], популярностью телепередач о самодеятельных путешествиях («Орел и Решка», «Мир наизнанку»).

Цель исследования – оценить потенциал развития самодеятельного туризма в степных регионах России с учетом современных вызовов.

Материалы и методы

Методологической основой исследования послужили нормативные документы, труды отечественных ученых, касающиеся теоретических [1-3, 9, 11-13, 19, 20] и организационных основ самодеятельного туризма [8, 21-24].

Существуют определённые сложности в оценке уровня развития самодеятельного туризма в связи с отсутствием общепринятой методики и ограниченности статистических данных, по которым возможно оценить самодеятельный туризм.

Для оценки уровня развития самодеятельного туризма в степных регионах России нами выбран ряд показателей:

1. Количество маршрутов самодеятельного туризма в регионе (по данным Федерального агентства по туризму) [25];
2. Количество веб-страниц туристских порталов как официального источника информации для самодеятельного туризма (по данным Федерального агентства по туризму) [25];
3. Количество объектов размещения для самодеятельного туризма (по данным booking.com, 2021) [16];
4. Количество брендовых маршрутов, утвержденных экспертным советом Ростуризма [25];
5. Число объектов туризма (достопримечательностей), рекомендованных для посещения Федеральным агентством по туризму [26].
6. Число студенческих турклубов (по данным Федерации спортивного туризма России) [27].
7. Количество маршрутно-квалификационных комиссий (общественный орган туристско-спортивных организаций, осуществляющий экспертное оценивание самодеятельного туристского похода на этапе планирования и подведения результатов прохождения туристского маршрута, по данным Федерации спортивного туризма в России) [28].

На основе анализа данных показателей с помощью статистического, сравнительно-географического и геоинформационного метода определяются регионы лидеры и аутсайдеры.

Результаты и обсуждение

Количество маршрутов самодетельного туризма в регионе (по данным Федерального агентства по туризму) максимально в республике Крым (14 маршрутов) и Краснодарском крае (10 маршрутов), в других регионах это число не превышает шести, в некоторых маршруты отсутствуют (например, в Саратовской, Курганской областях). В пересчете на численность населения регионов лидирует город федерального значения Севастополь (1,5 маршрута на 100000 человек), республика Крым (0,7 маршрута на 100000 человек), Белгородская область и республика Калмыкия (по 0,4 маршрута на 100000 человек) [25].

Количество веб-страниц туристских порталов максимально в Челябинской области (3 веб-страницы), при пересчете этого показателя на численность населения регионов лидируют республики Калмыкия и Адыгея (0,7 и 0,3 веб-страниц на 100000 человек соответственно) [25].

Количество объектов размещения на сайте booking.com максимально в Краснодарском крае – чуть менее 20000 объектов, в Крыму, находящемся на втором месте рейтинга, это число в 4,4 раза меньше (4468 объектов). При пересчете на 100000 человек (рис. 1) лидерами остаются Краснодарский край (349 объектов), республика Крым (234 объекта), а на третье место выходит г. Севастополь (171 объект). Минимальное число объектов размещения в республике Калмыкия (43 объекта) и Курганской области (68 объектов) [16].

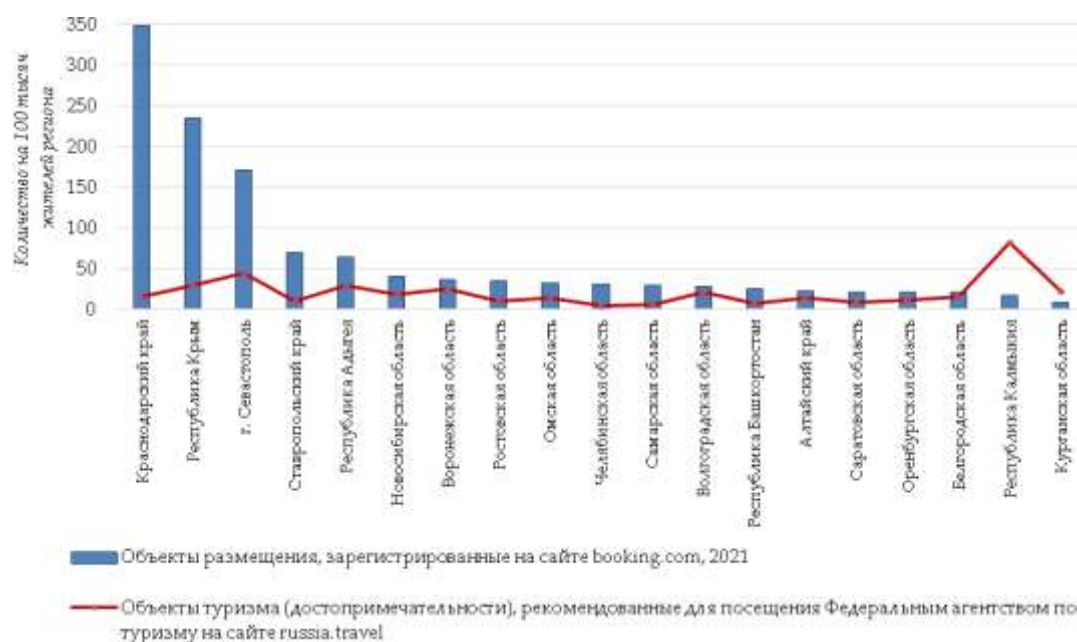
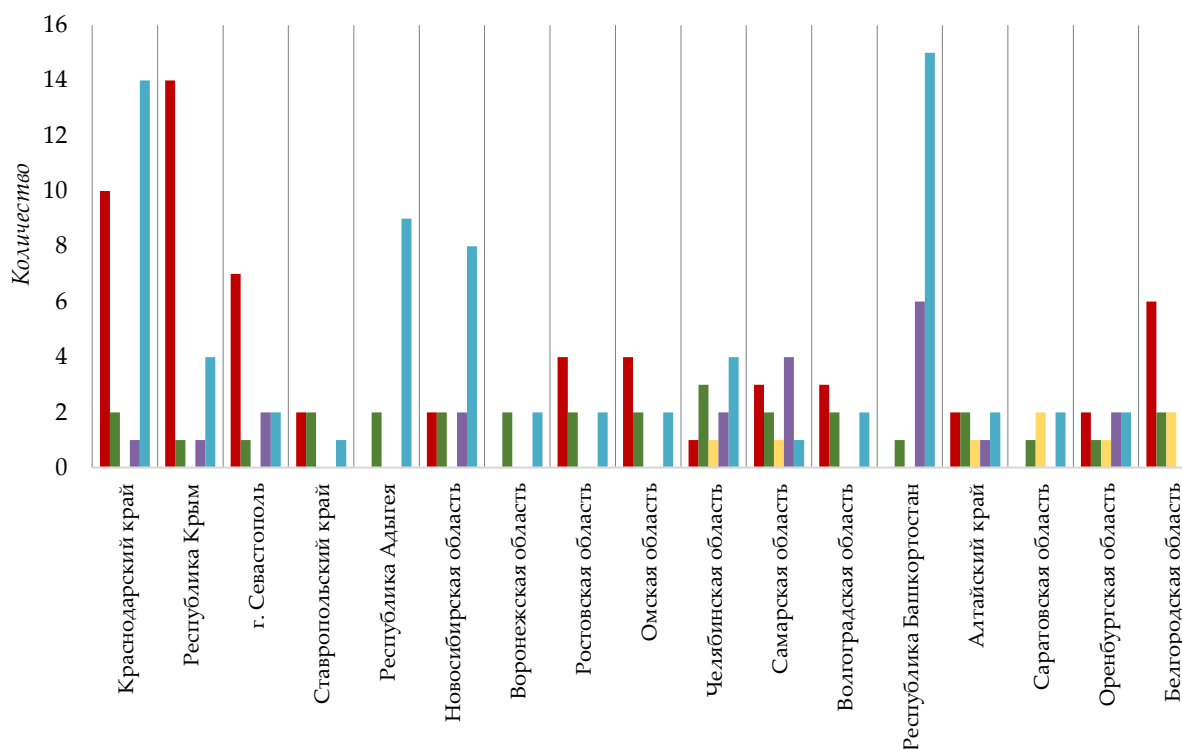


Рисунок 1 – Обеспеченность туристско-рекреационной сферы степных регионов объектами размещения, зарегистрированными на сайте booking.com и объектами туризма, рекомендованными для посещения Федеральным агентством по туризму. Составлено авторами по [16, 26]

Количество брендовых маршрутов, утвержденных экспертным советом Ростуризма, не превышает двух (Белгородская, Саратовская области), в большинстве степных регионов брендовые маршруты отсутствуют [25].

Число объектов туризма, рекомендованных для посещения Федеральным агентством по туризму (рис. 2), максимально в Краснодарском крае (825 достопримечательностей) и Воронежской области (555 достопримечательностей), минимально – в Адыгее и Челябинской области (по 131 объекту) [26].



■ Маршруты самостоятельного туризма на сайте Федерального агентства по туризму

Рисунок 2 – Обеспеченность туристско-рекреационной сферы степных регионов официально зарегистрированными маршрутами самостоятельного туризма, брендовыми маршрутами, студенческими турклубами, маршрутно-квалификационными комиссиями, туристскими веб-порталами. Составлено авторами по [25-28]

Число студенческих турклубов во всех регионах степной зоны незначительно. Максимальное количество (6 клубов) в Башкортостане, 4 клуба в Самарской области, в большинстве регионов клубы отсутствуют [27].

Маршрутно-квалификационные комиссии имеются во всех степных регионах, в Краснодарском крае функционируют 14 комиссий, в Башкортостане – 15. При пересчете на 100000 человек явный лидер – республика Адыгея (две комиссии на 100000 жителей), в других регионах это число не превышает единицы.

Для оценки текущего потенциала все показатели были приведены к унифицированной шкале следующим образом:

$$x_i^* = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \times N, (1)$$

где x_i , – значение переменной i -ого наблюдения, x_{min} и x_{max} – соответственно наименьшее и наибольшее наблюдаемые значения переменной, $N=1$.

Далее было проведено суммирование унифицированных показателей, вычислен интегральный показатель, отражающий потенциал развития самостоятельного туризма в степных регионах России. Все регионы были разделены на три группы: регионы с высоким, средним и низким потенциалом (рис. 3).

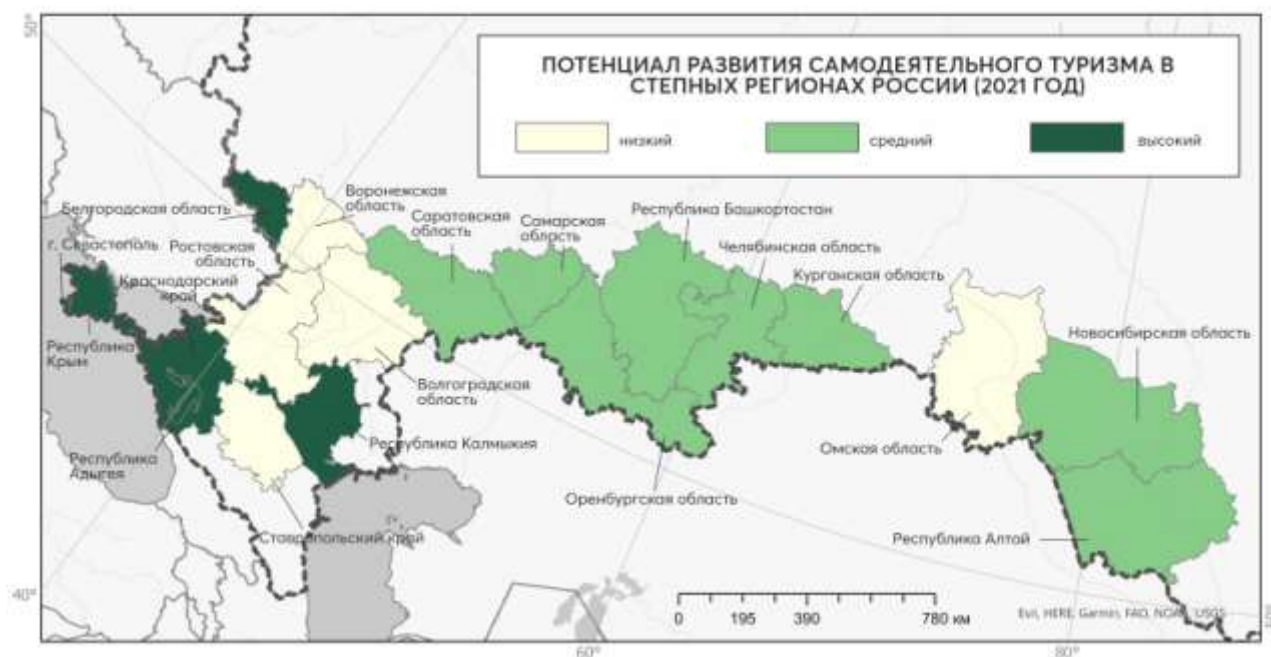


Рисунок 3 – Потенциал развития самодетельного туризма в степных регионах России. *Картосхема составлена авторами*

Анализируя все показатели, отметим, что ряд регионов-лидеров самодетельного туризма те же, что и организованного туризма: Краснодарский край, республики Крым, Адыгея, город федерального значения Севастополь. Определенный интерес вызывает высокое значение показателя для Республики Калмыкия. Объяснить отнесение республики к регионам с высоким потенциалом развития самодетельного туризма возможно за счет высоких значений некоторых показателей, например, количества объектов туризма (достопримечательностей), рекомендованных для посещения Федеральным агентством по туризму на сайте russia.travel. К аутсайдерам, или же регионам с низким рассчитанным значением потенциала, относятся Омская, Воронежская, Волгоградская, Ростовская области и Ставропольский край.

Выводы

Проведенный авторами анализ трудов показывает, что существует множество наименований самодетельного туризма и неоднозначность подходов к раскрытию его содержания.

Несмотря на обеспеченность рекреационными ресурсами, самодетельный туризм в степных регионах в целом не получил развития, одна из причин: недостаточный спектр разработанных маршрутов самодетельного туризма (для разных категорий рекреантов) и недостаточная популяризация объектов рекреации.

На наш взгляд, самодетельный туризм является двигателем организованного туризма. В связи с этим материалы исследования возможно использовать при разработке стратегии развития туристско-рекреационной сферы степных регионов России в условиях современных вызовов.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках темы государственного задания «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем». Номер государственной регистрации АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации»: Федеральный закон от 24.11.1996 г. № 132-ФЗ. Официальный сайт Администрации Президента, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/10273/page/1> (дата обращения: 19.08.2021).
2. Карпова Ю.И., Ходыкина А.Ф. Подходы к содержанию понятий «организованный туризм», «неорганизованный туризм» и «самодеятельный туризм» // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы. 2016. № 1. С. 206-209.
3. Рябова Т. В., Эртман Е. В. Социально-культурные аспекты самостоятельного туризма // Сервис. 2016. № 3. С. 3-9. DOI: 10.12737/21117.
4. Александрова А.Ю. Международный туризм: учебник. 2-е изд. перераб. и доп. Москва: КНОРУС, 2010. 464 с.
5. Лойко О.Т. Туризм и гостиничное хозяйство: учебное пособие. Томск: издательство ТПУ, 2005. 152 с.
6. Кляп М.П. Современные разновидности туризма: учебное пособие. Москва: Знание, 2011. 334 с.
7. Константинов Ю. С. Детско-юношеский туризм: учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: издательство Юрайт, 2020. 401 с.
8. Организация и подготовка спортивного туристского похода. Методические рекомендации. Центральный совет по туризму и экскурсиям. Управление самостоятельного туризма. Москва: Центральное рекламное-информационное бюро «Турист», 1986. 41 с.
9. Hyde K., Lawson R. The Nature of Independent Travel. Journal of Travel Research. 2003. no. 42. pp. 13-23. DOI: 10.1177/0047287503253944.
10. Сафронова Е.С. Изучение туристских потребностей студентов Южного федерального университета // Проблемы туризмовеждения: сб. материалов II Южно-Российской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по туризмовеждению / ред. О.В. Ивлиевой; ЮФУ. Ростов-на-Дону. 2013. С. 182-185.
11. Huang W.-J., Norman W., Hallo J., Mcgehee N., Mcgee J., Goetcheus C. Serendipity and Independent Travel. Tourism Recreation Research. 2015. no. 39. pp. 169-183. DOI: 10.1080/02508281.2014.11081765.
12. Phillips B. The Evolution of Long-term Independent Travel. 2019. DOI: 10.1007/978-3-658-25773-6_3.
13. Старкова И.И., Тапхаров М.В., Кондрашова Е.В. Самодеятельный туризм: современное состояние и перспективы развития // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2019. № 2. С. 77-81.
14. Зырянов А.И. Теория и методология рекреационной географии: учебное пособие. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. 368 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/zyryanov-teoriya-i-metodologiya-rekreacionnoj-geografii.pdf> (дата обращения: 19.08.2021).
15. Couchsurfing. Couchsurfing International, Inc., 1999-2021. [Электронный ресурс]. URL: www.couchsurfing.org (дата обращения: 19.08.2021).
16. Booking.com. Booking Holdings Inc., 1996-2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.booking.com> (дата обращения: 14.08.2021).
17. BlaBlaCar. The largest travel companion search service, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.blablacar.ru> (дата обращения: 19.08.2021).

18. 50 лучших онлайн сервисов для путешественников. Niklenburg – блог о путешествиях, 2014-2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://niklenburg.com/50-luchshix-onlajn-servisov-dlya-puteshestvennikov> (дата обращения: 19.08.2021).

19. Чибилёва В.П., Чибилёв Ант.А. Методические подходы к оценке туристского потенциала территории Оренбургской области // Инновационные технологии в образовании и науке: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 44-49.

20. Левыкин С.В., Чибилёва В.П. Актуальные проблемы сохранения природного наследия Оренбургской области // Проблемы степного природопользования и сохранения природного разнообразия. Посвящается 90-летию члена-корреспондента АН СССР А.С. Хоментовского (1908-1986). 1998. С. 17-25.

21. Зырянов А.И., Королев А.Ю. Логика туристского путешествия и разработка эталонных маршрутов // Географический вестник. 2009. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/logika-turistskogo-puteshestviya-i-razrabotka-etalonnyh-marshrutov> (дата обращения: 19.08.2021).

22. Национальный стандарт Российской Федерации. Туристские услуги в области самостоятельного туризма. ГОСТ Р 57806-2017. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157120> (дата обращения: 19.08.2021).

23. Чибилёв А.А., Голев А.Е., Рабичев С.Ю., Чибилёв А.А. (мл.), Мелешкин Д.С. Туристические маршруты Оренбургской области: сводный путеводитель. Оренбург: ООО «Союз реклама», 2008. 98 с.

24. Мелешкин Д.С., Чибилёв А.А. (мл.) Рекреационно-туристический потенциал долины реки Урал: туристический маршрут «Ирикля – Оренбург – Ранний» // Геоэкологические проблемы трансграничного бассейна реки Урал / Материалы междунар. науч.-практ. конф. Оренбург, 2008. С. 46-54.

25. Статистика. Официальный сайт Федерального агентства по туризму. [Электронный ресурс]. URL: <https://tourism.gov.ru/contents/analytics/statistics/> (дата обращения: 13.08.2021).

26. Национальный туристический портал Russia.travel. Официальный сайт. Федеральное агентство по туризму, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://russia.travel/> (дата обращения: 19.08.2021).

27. Реестр студенческих турклубов. Официальный ресурс Федерации спортивного туризма России, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://tssr.ru/www/phportal/docs/studen/reestr/> (дата обращения: 19.08.2021).

28. Действующий реестр МКК России. Официальный ресурс Федерации спортивного туризма России, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://tssr.ru/main/spp/mkk/2180/> (дата обращения: 19.08.2021).

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 23.08.2021
Принята к публикации 21.09.2021

DEVELOPMENT OF AMATEUR TOURISM IN THE STEPPE REGIONS OF RUSSIA IN THE CONTEXT OF MODERN CHALLENGES

N. Svyatokha¹, I. Filimonova²

¹Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg

²Orenburg state university, Russia, Orenburg

e-mail: filimo-irina@yandex.ru

Due to the recent changes in the tourism sector, in particular, the decline in international and interregional mobility, the workload and high cost of domestic resorts, the development of Internet technologies, amateur tourism is gaining popularity.

Based on the author's methodology, an assessment of the potential for the development of amateur tourism in the steppe regions of Russia is given. As a result of the analysis of the indicators selected by the authors, graphs and cartograms were compiled that reflect the potential for the development of amateur tourism in the studied territories. In general, the potential for the development of amateur tourism in the steppe regions of Russia can be estimated as average. The leading regions are clearly distinguished (Krasnodar Territory, the Republics of Crimea, Adygea, Kalmykia, the city of Sevastopol) and outsiders (Omsk, Voronezh, Volgograd, Rostov Regions and Stavropol Territory). For the development of amateur tourism, first of all, it is necessary to develop approved recommended routes (of various topics, for different target audiences) and popularization of recreational facilities.

The conducted research will allow taking into account the specifics of amateur tourism in the steppe regions of Russia when developing a strategy for the development of the tourist and recreational sphere in the conditions of modern challenges.

Key words: steppe regions, amateur tourism, tourist route.

References

1. "Ob osnovakh turistskoi deyatel'nosti v Rossiiskoi Federatsii": Federal'nyi zakon ot 24.11.1996 g. N 132-FZ. Ofitsial'nyi sait Administratsii Prezidenta, 2021. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/10273/page/1> (data obrashcheniya: 19.08.2021).
2. Karpova Yu.I., Khodykina A.F. Podkhody k sodержaniyu ponyatii "organizovannyi turizm", "neorganizovannyi turizm" i "samodeyatel'nyi turizm". Kurortno-rekreatsionnyi kompleks v sisteme regional'nogo razvitiya: innovatsionnye podkhody. 2016. N 1. S. 206-209.
3. Ryabova T. V., Ertman E. V. Sotsial'no-kul'turnye aspekty samostoyatel'nogo turizma. Servis. 2016. N 3. S. 3-9. DOI: 10.12737/21117.
4. Aleksandrova A.Yu. Mezhdunarodnyi turizm: uchebnik. 2-e izd. pererab. i dop. Moskva: KNORUS, 2010. 464 s.
5. Loiko O.T. Turizm i gostinichnoe khozyaistvo: uchebnoe posobie. Tomsk: izdatel'stvo TPU, 2005. 152 s.
6. Klyap M.P. Sovremennye raznovidnosti turizma: uchebnoe posobie. Moskva: Znanie, 2011. 334 s.
7. Konstantinov Yu. S. Detsko-yunosheskii turizm: uchebnoe posobie dlya vuzov. 2-e izd., ispr. i dop. Moskva: izdatel'stvo Yurait, 2020. 401 s.
8. Organizatsiya i podgotovka sportivnogo turistskogo pokhoda. Metodicheskie rekomendatsii. Tsentral'nyi sovet po turizmu i ekskursiyam. Upravlenie samodeyatel'nogo turizma. Moskva: Tsentral'noe reklamno-informatsionnoe byuro "Turist", 1986. 41 s.
9. Hyde K., Lawson R. The Nature of Independent Travel. Journal of Travel Research. 2003. no. 42. pp. 13-23. DOI: 10.1177/0047287503253944.
10. Safronova E.S. Izuchenie turistskikh potrebnosti studentov Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Problemy turizmovedeniya: sb. materialov II Yuzhno-Rossiiskoi nauchno-

- prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh po turizmovedeniyu / red. O.V. Ivlievoi; YuFU. Rostov-na-Donu. 2013. S. 182-185.
11. Huang W.-J., Norman W., Hallo J., Mcgehee N., Mcgee J., Goetcheus C. Serendipity and Independent Travel. *Tourism Recreation Research*. 2015. no. 39. pp. 169-183. DOI: 10.1080/02508281.2014.11081765.
 12. Phillips B. The Evolution of Long-term Independent Travel. 2019. DOI: 10.1007/978-3-658-25773-6_3.
 13. Starkova I.I., Tapkharov M.V., Kondrashova E.V. Samodeyatel'nyi turizm: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment*. 2019. N 2. S. 77-81.
 14. Zyryanov A.I. Teoriya i metodologiya rekreacionnoi geografii: uchebnoe posobie. Perm': Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet, 2021. 368 s. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/zyryanov-teoriya-i-metodologiya-rekreacionnoj-geografii.pdf> (data obrashcheniya: 19.08.2021).
 15. Couchsurfing. Couchsurfing International, Inc., 1999-2021. [Elektronnyi resurs]. URL: www.couchsurfing.org (data obrashcheniya: 19.08.2021).
 16. Booking.com. Booking Holdings Inc., 1996-2021. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.booking.com> (data obrashcheniya: 14.08.2021).
 17. BlaBlaCar. The largest travel companion search service, 2021. URL: <https://www.blablacar.ru> (data obrashcheniya: 19.08.2021).
 18. 50 luchshikh onlain servisov dlya puteshestvennikov. Niklenburg – blog o puteshestviya, 2014-2021. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://niklenburg.com/50-luchshix-onlajn-servisov-dlya-puteshestvennikov> (data obrashcheniya: 19.08.2021).
 19. Chibileva V.P., Chibilev Ant.A. Metodicheskie podkhody k otsenke turistskogo potentsiala territorii Orenburgskoi oblasti. *Innovatsionnye tekhnologii v obrazovanii i nauke: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Cheboksary: TsNS “Interaktiv plyus”*, 2017. S. 44-49.
 20. Levykin S.V., Chibileva V.P. Aktual'nye problemy sokhraneniya prirodnogo naslediya Orenburgskoi oblasti. *Problemy stepnogo prirodopol'zovaniya i sokhraneniya prirodnogo raznoobraziya. Posvyashchaetsya 90-letiyu chlena-korrespondenta AN SSSR A.S. Khomentovskogo (1908-1986)*. 1998. S. 17-25.
 21. Zyryanov A.I., Korolev A.Yu. Logika turistskogo puteshestviya i razrabotka etalonnykh marshrutov. *Geograficheskii vestnik*. 2009. N 2. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/logika-turistskogo-puteshestviya-i-razrabotka-etalonnyh-marshrutov> (data obrashcheniya: 19.08.2021).
 22. Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. Turistskie uslugi v oblasti samodeyatel'nogo turizma. GOST R 57806-2017. Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov, 2020. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157120> (data obrashcheniya: 19.08.2021).
 23. Chibilev A.A., Golev A.E., Rabichev S.Yu., Chibilev A.A. (ml.), Meleshkin D.S. *Turisticheskie marshruty Orenburgskoi oblasti: svodnyi putevoditel'*. Orenburg: OOO «Soyuz reklama», 2008. 98 s.
 24. Meleshkin D.S., Chibilev A.A. (ml.) *Rekreacionno-turisticheskii potentsial doliny reki Ural: turisticheskii marshrut “Irikla – Orenburg – Rannii” // Geoekologicheskie problemy transgranichnogo basseina reki Ural / Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Orenburg, 2008*. S. 46-54.
 25. Statistika. Ofitsial'nyi sait Federal'nogo agentstva po turizmu. [Elektronnyi resurs]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://tourism.gov.ru/contents/analytics/statistics/> (data obrashcheniya: 13.08.2021).
 26. Natsional'nyi turisticheskii portal Russia.travel. Ofitsial'nyi sait. Federal'noe agentstvo po turizmu, 2021. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://russia.travel> (data obrashcheniya: 19.08.2021).

27. Reestr studencheskikh turklubov. Ofitsial'nyi resurs Federatsii sportivnogo turizma Rossii, 2021. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://tssr.ru/www/phportal/docs/studen/reestr/> (data obrashcheniya: 19.08.2021).

28. Deistvuyushchii reestr MKK Rossii. Ofitsial'nyi resurs Federatsii sportivnogo turizma Rossii, 2021. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://tssr.ru/main/spp/mkk/2180/> (data obrashcheniya: 19.08.2021).

Сведения об авторах

Наталья Юрьевна Святоха

К.г.н., н.с. отдела социально-экономической географии, Институт степи ОФИЦ УрО
РАН

ORCID 0000-0002-5707-2932

Natalia Svyatokha

Candidate of geographical sciences, researcher, department of socio-economic geography, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences.

Ирина Юрьевна Филимонова

К.г.н., доцент, заведующий кафедрой географии и регионоведения, Оренбургский
государственный университет

ORCID 0000-0002-9773-2173

Irina Filimonova

Candidate of geographical sciences, associate professor, head of the department of seography and regional studies, Orenburg state university.

Для цитирования: Святоха Н.Ю., Филимонова И.Ю. Развитие самодеятельного туризма в степных регионах России в условиях современных вызовов // Вопросы степеведения. 2021. № 3 С. 85-94. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-85-94

УЧАСТИЕ ЗЕРНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ВОСТОЧНОЙ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ В ФОРМИРОВАНИИ ВАЛОВОГО УРОЖАЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Гулянов¹, Г.Ф. Ярцев², Р.К. Байкаменов²

¹Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

²Оренбургский государственный аграрный университет, Россия, Оренбург

e-mail: orensteppe@mail.ru

В статье представлены данные, свидетельствующие о существенном участии хозяйств Восточной природно-климатической зоны в формировании валового урожая зерна Оренбургской области, составляющем около 40,0 % в урожае яровой пшеницы и чуть более 20,0 % в урожае зерновых и зернобобовых культур. Наиболее сильная связь сравниваемых показателей отмечена в отношении административных районов, характеризующихся меньшей стабильностью – Домбаровского и Светлинского. Динамика их валовых сборов детерминирует 81,0-82,0 (яровая пшеница) – 74,0-89,0 % (зерновые и зернобобовые культуры) вариации областного урожая. Расширение посевных площадей зерновых и зернобобовых культур в Ясненском и Кваркенском районах сопровождается снижением областного урожая ($r = -0,10$ и $-0,24$). Аналогичная тенденция наблюдается и в целом по области ($r = -0,06$). Расширение видового разнообразия зерновых и зернобобовых культур на полях, уход от монокультуры яровой пшеницы, более подверженной гибели в условиях современных климатических и антропогенных изменений, предлагается рассматривать в качестве одного из основных направлений повышения выживаемости растений и стабилизации валовых сборов зерна в Оренбургском Зауралье. Такой подход также будет способствовать исключению из дальнейшей эксплуатации неустойчивых и сильно выработанных почв.

Ключевые слова: степная зона, Оренбургское Зауралье, яровая пшеница, зерновые и зернобобовые культуры, адаптивные технологии, климатические и антропогенные вызовы.

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности населения предполагает производство больших объёмов растительного сырья, выращиваемого на обширных земледельческих угодьях. Зачастую для этих целей используются малопригодные неустойчивые почвы, нарушенные эрозионными процессами или длительной почвозатратной эксплуатацией. Особенно часто подобные проявления можно наблюдать на обрабатываемых угодьях, расположенных вблизи населённых пунктов, не требующие больших транспортных затрат [1, 2].

Деграляция почвы, отмечаемая в мировом земледелии практически повсеместно, активно прогрессирует и на российских просторах [3, 4]. Наиболее отчётливо снижение почвенного плодородия наблюдается в наиболее освоенных степных регионах, специализирующихся на зерновом производстве [5].

В Оренбургской области наибольшей опасности в указанном отношении подвержены постцелинные территории, расположенные в южных и юго-восточных административных районах. Здесь, уже к началу третьего тысячелетия, учёные выделяли 0,6 млн га низкопродуктивной пашни, подлежащей первоочередной консервации или переводу в пастбищные и сенокосные угодья и 0,7 млн га условно пахотнопригодных почв [6]. К настоящему времени ситуация только усугубилась.

Зерновое производство Оренбуржья является весомым подспорьем зернового производства страны и поставляет в её закрома около 2,5 млн т зерна зерновых и зернобобовых культур ежегодно (в среднем). Около 22,0 % в указанном объёме составляет продукция с полей Восточной природно-климатической зоны, а производство зерна яровой пшеницы здесь составляет почти 40,0 % от областного показателя.

В постсоветское время освоенные в целинную компанию земли периодически выводились из обработки, затем осваивались вновь, снова выводились, менялась структура сельскохозяйственных угодий. В настоящее время наблюдается процесс активного вовлечения оставшихся (около 0,5 млн га) залежей в обработку, а площадь пашни снова приблизилась к размерам 1990 г. [7].

На основании изложенного, сосредоточение технологических трат на лучших землях может рассматриваться в качестве основного направления воспроизводства почвенного плодородия нарушенных земель [8-10] и сохранения биологического разнообразия степей [11, 12].

При этом научное обоснование не усиливающих продовольственные риски подходов к оптимизации площадей обрабатываемых земель и адаптации земледельческих технологий к климатическим и антропогенным реалиям, является актуальным научным направлением [13-18].

Цель настоящих исследований заключалась в анализе пространственной и временной динамики урожаев зерна яровой пшеницы, зерновых и зернобобовых культур в административных районах Восточной природно-климатической зоны. Изучалась их связь с валовыми урожаями Оренбургской области в целом, а также определялась зависимость областных валовых сборов от площадей посева и площадей уборки указанных культур в отдельных административных районах Восточной природно-климатической зоны.

Для достижения намеченных результатов были сформулированы следующие задачи:

- выявить связь валовых сборов зерна (яровой пшеницы, зерновых и зернобобовых культур) Оренбургской области с суммарным урожаем хозяйств Восточной природно-климатической зоны;
- определить зависимость валовых сборов зерна (яровой пшеницы, зерновых и зернобобовых культур) в целом по области от урожая отдельных административных районов Восточной природно-климатической зоны;
- выявить связь валовых сборов зерна (яровой пшеницы, зерновых и зернобобовых культур) Оренбургской области с площадями посева и уборки в отдельных административных районах Восточной природно-климатической зоны.

Материалы и методы

Объектом исследований являлись сведения о валовых сборах зерна, площадях посева и уборки зерновых и зернобобовых культур в разрезе отдельных административных районов Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области и области в целом, за период с 2008 по 2019 год. Источником данных служила официальная статистическая информация Федеральной службы государственной статистики, представленная в Единой межведомственной информационно-статистической системе РФ [19] и сборниках «Регионы России. Социально-экономические показатели» [20]. При обработке цифрового материала применялись общепринятые методы статистического анализа.

Результаты и обсуждение

В результате проведённых исследований выявлено весомое участие зернового производства Восточной природно-климатической зоны в формировании валового урожая Оренбургской области, составившее 22,0 % от сбора зерновых и зернобобовых культур и

38,9 % от урожая яровой пшеницы. Установлена сильная связь валовых сборов зерна, собранных с полей Восточной природно-климатической зоны и суммарного урожая Оренбургской области, с коэффициентом корреляции (r) 0,94 по яровой пшенице и 0,92 по зерновым и зернобобовым культурам. Связь описывается уравнениями регрессии $y = 2,61x - 15,93$ и $y = 3,948x + 325,4$, где x – валовой сбор зерна яровой пшеницы и зерновых и зернобобовых культур соответственно в хозяйствах Восточной природно-климатической зоны, y – аналогичные показатели по Оренбургской области в целом. Коэффициент детерминации (R^2) указывает на зависимость валовых сборов зерна в области от вариации урожаев Восточной природно-климатической зоны в 83,8 % (зерновые и зернобобовые культуры) – 88,0 % (яровая пшеница) случаев (рис.1).

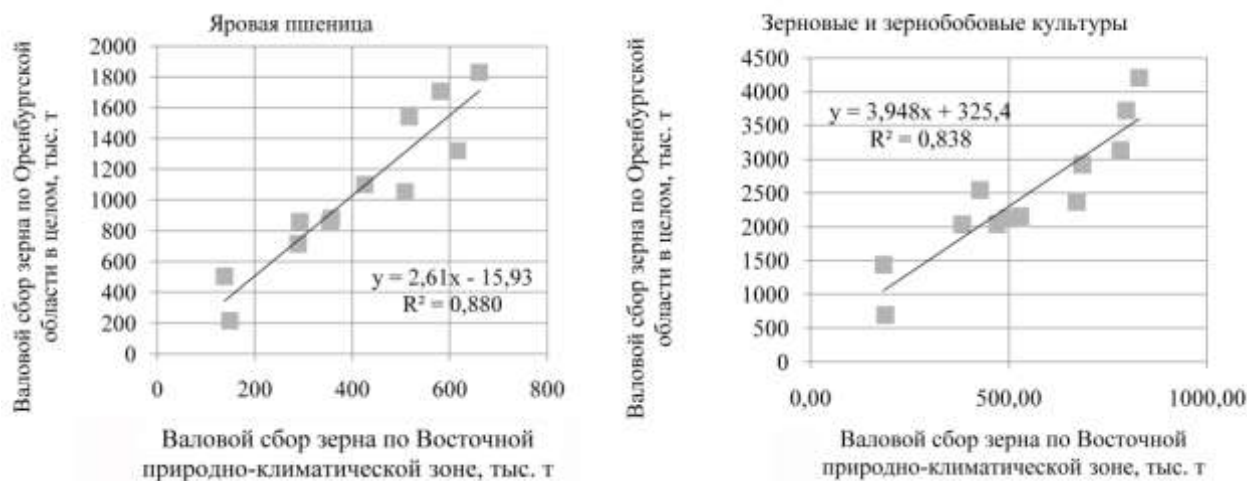


Рисунок 1 – Связь валовых сборов зерна Оренбургской области с суммарным урожаем хозяйств Восточной природно-климатической зоны, 2008-2019 гг.

Детальный анализ зернового производства отдельных административных районов Восточной природно-климатической зоны выявил существенную вариабельность их долевого участия в формировании валового урожая Оренбургской области. Наибольшие сборы зерна яровой пшеницы, составившие в среднем за анализируемый период 122,8-130,1 тыс. т или 11,72-12,41 % от валового урожая области отмечены в Адамовском и Кваркенском районах, располагающих соответственно 10,22-12,47 % уборочных площадей данной культуры (119,2-145,4 тыс. га). В указанных районах наблюдается самая высокая, как среди районов Восточной природно-климатической зоны (82,0 %), так и в целом по области (83,1 %), сохранность посевов к уборке (91,7-94,6 %), также способствующая высокой результативности полеводства. Значительно меньшими относительными показателями валовых сборов зерна яровой пшеницы, на уровне 3,09-4,73 %, характеризуются Новоорский, Гайский и Светлинский районы, а в Ясненском и Домбаровском районах собирают только 1,40-1,50 % от областного урожая. В отмеченных районах, отличающихся меньшей долей площадей в областном поле яровой пшеницы, составляющей 3,19-6,74 % (Новоорский, Гайский, Светлинский) – 1,74-1,99 % (Ясненский, Домбаровский) её уборочной площади, наблюдается ещё и низкая сохранность посевов к уборке, на уровне 61,7-69,1 % (Домбаровский, Светлинский, Ясненский), что также заметно сокращает валовые сборы.

Следует особо подчеркнуть достаточно низкую выживаемость посевов яровой пшеницы в полеводстве Восточной природно-климатической зоны, как в целом, так и в разрезе отдельных административных районов (за исключением Гайского, Адамовского, Кваркенского), оказавшуюся ниже областного показателя на 1,1 % и 4,2-21,4 % соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость валовых сборов зерна яровой пшеницы в Оренбургской области от урожая отдельных административных районов Восточной природно-климатической зоны, 2008-2019 гг.

Район	Валовой сбор зерна, тыс. т	Площадь посева/уборки, тыс. га	Корреляция валовых сборов зерна в административных районах (x) с суммарным урожаем по области (y)		
			Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R ²)	Уравнение регрессии
Адамовский	122,80	129,84/119,16	0,83	0,69	$y = 8,262x + 33,20$
Гайский	42,10	48,66/40,54	0,83	0,69	$y = 17,91x + 292,9$
Домбаровский	15,80	37,59/23,21	0,91	0,82	$y = 35,40x + 488,9$
Кваркенский	130,10	153,69/145,36	0,73	0,54	$y = 7,224x + 108,1$
Новоорский	32,40	47,15/37,18	0,75	0,56	$y = 18,89x + 434,9$
Светлинский	49,60	119,54/78,56	0,90	0,81	$y = 12,01x + 451,0$
Ясненский	14,70	29,39/20,32	0,71	0,51	$y = 28,72x + 625,8$
В целом по районам Восточной зоны	407,50	565,91/464,30	0,94	0,88	$y = 2,61x - 15,93$
В целом по Оренбургской области	1047,80	1402,69/1165,53			

Несмотря на отмеченные особенности, выражающиеся в различном участии административных районов Восточной природно-климатической зоны в формировании областного урожая зерна яровой пшеницы, отмечена сильная связь их валовых сборов с суммарным урожаем по области ($r = 0,94$). Наиболее сильно, с коэффициентом корреляции 0,90-0,91, он связан с самыми нестабильными по годам валовыми сборами зерна в Светлинском и Домбаровском районах, изменение которых детерминирует 81,0-82,0 % вариации областного урожая. С валовыми сборами зерна в отличающихся наибольшей временной стабильностью Кваркенском и Адамовском районах связь суммарного по области урожая также сильная ($r = 0,73$ -0,83), как и в менее стабильных Ясненском, Новоорском и Гайском районах ($r = 0,71$ -0,83).

Долевое участие хозяйств Восточной природно-климатической зоны в производстве зерна зерновых и зернобобовых культур (в целом, включая и яровую пшеницу) оказалось ниже, чем в производстве только зерна яровой пшеницы, и составило 22,00 %.

Данное обстоятельство указывает на большее насыщение посевных площадей Оренбургского Зауралья яровой пшеницей и меньшее присутствие в севооборотах других зерновых, а также зернобобовых культур, нежели в целом по области.

Наибольший вклад в областной урожай зерновых и зернобобовых культур, также как и по яровой пшенице, вносят Кваркенский и Адамовский районы – 6,11-6,96 % (176,3-178,3 тыс. т). В этих же районах наблюдается и самая высокая выживаемость посевов (94,4-90,9 %), превышающая средний по зоне и среднеобластной показатель на 11,0-14,9 % и 7,5-11,4 % соответственно.

Примечательно, что средняя по зоне выживаемость посевов зерновых и зернобобовых культур в целом (83,4 %), в отличие от яровой пшеницы, превышает среднеобластной показатель (79,5 %). Указанное обстоятельство можно рассматривать в качестве убедительного аргумента в пользу расширения видового разнообразия зерновых и зернобобовых культур на полях, уход от монокультуры яровой пшеницы, более подверженной гибели в условиях современных климатических и антропогенных изменений.

Выживаемость посевов ниже среднего по области показателя отмечена в Новоорском (77,9 %), Ясненском (73,3 %), Светлинском (71,3 %) и Домбаровском (62,7 %) районах. При относительно невысоких размерах площадей уборки в указанных районах собирают самый низкий по Восточной природно-климатической зоне валовой сбор зерна зерновых и

зернобобовых культур, составляющий только 0,81 (Домбаровский) – 0,92 (Ясненский) – 1,87 (Новоорский) – 2,50 % (Светлинский) от областного урожая (табл. 2).

Таблица 2 – Зависимость валовых сборов зерна зерновых и зернобобовых культур в Оренбургской области от урожая отдельных административных районов Восточной природно-климатической зоны, 2008-2019 гг.

Район	Валовой сбор зерна, тыс. т	Площадь посева/уборки, тыс. га	Корреляция валовых сборов зерна в административных районах с суммарным урожаем по области		
			Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R ²)	Уравнение регрессии
Адамовский	170,18	178,33/162,10	0,78	0,61	$y = 11,04x + 567,3$
Гайский	68,11	77,13/64,88	0,83	0,69	$y = 22,62x + 906,0$
Домбаровский	19,90	46,56/29,21	0,86	0,74	$y = 51,56x + 1420,0$
Кваркенский	149,67	176,29/166,42	0,74	0,55	$y = 12,82x + 527,2$
Новоорский	45,71	64,68/50,40	0,68	0,46	$y = 24,78x + 1313,0$
Светлинский	61,05	125,59/89,59	0,94	0,89	$y = 22,74x + 1057,0$
Ясненский	22,57	44,78/32,85	0,66	0,44	$y = 36,19 + 1629,0$
В целом по районам Восточной зоны	537,20	713,37/595,44	0,92	0,84	$y = 3,95x + 325,4$
В целом по Оренбургской области	2446,68	2794,42/2222,87			

В целом, производство зерна зерновых и зернобобовых культур в Восточной природно-климатической зоне Оренбургской области, как и производство зерна яровой пшеницы, характеризуется аналогичными особенностями. Их суммарный по области валовой сбор также сильно связан с урожаями отдельных районов, а наиболее сильная связь ($r = 0,86-0,94$) отмечена с урожаями, собираемыми в Домбаровском и Светлинском районах, детерминирующими 74,0-89,0 % вариации областного урожая.

Определение связи валовых сборов зерна (яровой пшеницы, зерновых и зернобобовых культур) Оренбургской области с площадями посева и уборки в отдельных административных районах Восточной природно-климатической зоны позволило выявить и другие особенности. В частности, установлена сильная связь ($r = 0,69-0,92$) валовых сборов зерна яровой пшеницы с площадями уборки в Ясненском, Новоорском, Светлинском и Домбаровском районах, отличающихся их невысокой стабильностью (рис. 2).

В целом же по анализируемой зоне связь указанных показателей также оказалась сильной ($r = 0,80$), хотя и уступающей средним по области значениям ($r = 0,92$).

Не меньший практический интерес представляет обратная связь валовых сборов зерна яровой пшеницы по Оренбургской области с площадями её посева как в хозяйствах Восточной природно-климатической зоны в целом ($r = - 0,19$), так и в разрезе отдельных административных районов – Ясненского ($r = - 0,17$), Гайского ($r = - 0,18$) и Кваркенского ($r = - 0,27$). В отношении валовых сборов зерновых и зернобобовых культур установлены схожие зависимости – расширение их посевных площадей в Ясненском и Кваркенском районах сопровождается снижением областного урожая ($r = - 0,10$ и $- 0,24$). Аналогичная тенденция наблюдается и в отношении площадей посева зерновых и зернобобовых культур в целом по области ($r = - 0,06$).

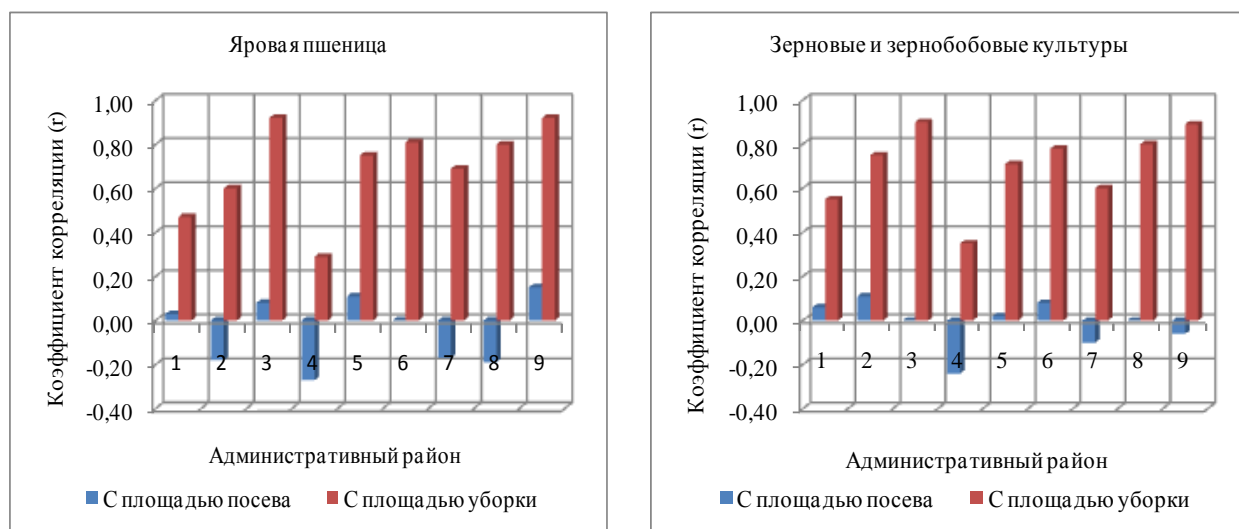


Рисунок 2 – Корреляция валовых сборов зерна в Оренбургской области с площадями посева и уборки отдельных административных районов Восточной природно-климатической зоны (1-Адамовский, 2-Гайский, 3-Домбаровский, 4-Кваркенский, 5-Новоорский, 6-Светлинский, 7-Ясненский, 8-в целом по Восточной зоне, 9-в целом по области), 2008-2019 гг.

Подводя итог участия хозяйств Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области в формировании валового урожая зерна, следует в очередной раз подчеркнуть, что в условиях современных климатических и антропогенных изменений стабилизация производства зерна возможна только по пути оптимизации взаимодействия природных и социально-экономических систем. Основным стратегическим направлением в этом отношении следует рассматривать оптимизацию структуры сельскохозяйственных земель, сосредоточение основной технологической нагрузки на устойчивых высокоплодородных землях, адаптацию структуры посевных площадей и видового состава полевых культур к меняющемуся климату, внедрение природоподобных земледельческих технологий, способствующих сохранению биологического разнообразия.

Выводы

Зерновое производство Восточной природно-климатической зоны представляет весомую часть в валовом урожае Оренбургской области, составляющую 38,9 % в урожае яровой пшеницы и 22,0 % в урожае зерновых и зернобобовых культур. Сравнимые показатели сильно связаны, хотя в отношении отдельных административных районов наблюдаются определённые особенности. Так наиболее сильно, с коэффициентом корреляции 0,90-0,91 (яровая пшеница) – 0,86-0,94 (зерновые и зернобобовые культуры), валовые сборы зерна в целом по области связаны с самыми нестабильными валовыми сборами Светлинского и Домбаровского районов. Их изменение детерминирует 81,0-82,0 (яровая пшеница) – 74,0-89,0 % (зерновые и зернобобовые культуры) вариации областного урожая.

Высокий практический интерес представляет обратная связь валовых сборов зерна яровой пшеницы в области с площадями её посева как в целом по зоне ($r = -0,19$), так и в разрезе отдельных административных районов (Ясненский, Гайский, Кваркенский). Расширение посевных площадей зерновых и зернобобовых культур в Ясненском и Кваркенском районах сопровождается снижением областного урожая ($r = -0,10$ и $-0,24$). Аналогичная тенденция наблюдается и в целом по области ($r = -0,06$).

Расширение видового разнообразия зерновых и зернобобовых культур на полях, уход от монокультуры яровой пшеницы, более подверженной гибели в условиях современных климатических и антропогенных изменений, следует рассматривать в качестве одного из

направлений повышения выживаемости растений и стабилизации валовых сборов зерна в Оренбургском Зауралье.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках НИР ОФИЦ УрО РАН (ИС УрО РАН) «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем», № ГР АААА-А21-121011190016 -1.

Список литературы

1. Арефьев А.Н., Кузина Е.Е., Кузин Е.Н. Изменение плодородия чернозёма выщелоченного в зависимости от характера антропогенного воздействия на почву // Нива Поволжья. 2017. № 3(44). С. 6-16.
2. Ленточкин А.М. Оценка состояния посевных площадей зерновых культур // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1(25). С. 55-62.
3. Зудилин С.Н., Жичкин К.А. Оценка снижения качественных параметров земель сельскохозяйственного назначения при нецелевом использовании // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4(24). С. 13-17.
4. Лицуков С.Д., Глуховченко А.Ф., Титовская А.И. Агрохимическое обоснование агрофизических свойств почвы и продуктивности кукурузы на зерно при различных обработках почвы и дозах удобрений // Инновации в АПК. 2019. № 3(23). С. 130-142.
5. Зудилин С.Н., Зудилин А.С. Мониторинг плодородия чернозёмов Самарской области // Проблемы развития АПК Региона. 2016. Т. 25. № 1-1(25). С. 38-42.
6. Русанов А.М., Кононов В.М. Основные положения концепции пахотнопригодности земель // Материалы Российской научно-практической конференции: Оптимизация природопользования и охрана окружающей среды Южно-Уральского региона. Оренбург, 1998. С. 70-73.
7. Чибилёв А.А. (мл.), Падалко Ю.А., Семёнов Е.А., Руднева О.С., Соколов А.А., Григорьевский Д.В., Мелешкин Д.С. Очерки экономической географии Оренбургского края. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. Т. II. 144 с.
8. Соболин Г.В., Сатункин И.В., Гулянов Ю.А., Коровин Ю.И. Эколого-экономические проблемы орошаемого земледелия // Экономика сельского хозяйства России. 2003. № 4. С. 37.
9. Гулянов Ю.А. Пути повышения зимостойкости и сохранности к уборке озимой пшеницы в степи Южного Урала // Земледелие. 2005. № 6. С. 24-25.
10. Sorokina S.Yu., Sorokin N.S., Sychev S.M., Okorokova O.A. Effectiveness of preparations for increasing the activity of plant growth processes at No-till technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science «Sustainable and innovative development in the digital». 2021. 012084.
11. Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А. Экологизация степных агротехнологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 3. С. 5-11. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-3-005-011.
12. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A., Levykin S.V., Silantieva M.M., Kazachkov G.V., Sokolova L.V. Ecological-based adaptation of agriculture to the soil and climatic conditions in Russian steppe // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. vol. 9. no. 3. pp. 393-398.
13. Ленточкин А.М., Широбоков П.Е., Ленточкина Л.А. Эффективность систем обработки почвы в технологии выращивания яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 5. С. 54-59.

14. Мамаев В.В., Сычёва И.В., Сычёв С.М. Влияние гуминовых и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы // *Агрохимический вестник*. 2015. № 5. С. 10-12.
15. Ярцев Г.Ф., Байкаменов Р.К., Тулепова С.Н. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян препаратами комплексной защиты и стимуляции // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016. № 2(58). С. 20-21.
16. Арефьев А.Н., Кузина Е.В., Кузин Е.Н., Власова Т.А., Зуев В.В., Панасов М.Н. Эффективность использования клиноптилолита для повышения плодородия чернозёмных почв // *Аграрный научный журнал*. 2017. № 8. С. 3-7.
17. Ярцев Г.Ф., Байкаменов Р.К., Пряхина Ю.Ю. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от некорневого внесения жидких удобрений и регулятора роста на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018. № 1(69). С. 31-33.
18. Морозова Т.С., Лицуков С.Д., Ширяев А.В. Содержание и вынос элементов питания растениями озимой пшеницы в зависимости от применения удобрений // *Вестник аграрной науки*. 2021. № 2(89). С. 40-49.
19. ЕМИСС. Государственная статистика. Урожайность сельскохозяйственных культур (в расчёте на убранную площадь). [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori.m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения: 25.05.2021).
20. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. Росстат. М., 2019. 1204 с.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 18.06.2021
Принята к публикации 21.09.2021

PARTICIPATION OF GRAIN PRODUCTION IN THE EASTERN CLIMATIC ZONE IN THE FORMATION OF THE GROSS YIELD OF THE ORENBURG REGION

Yu. Gulyanov¹, G. Yartsev², R. Baykasenov²

¹Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg

²Orenburg State Agrarian University, Russia, Orenburg

e-mail: orensteppe@mail.ru

The article presents data indicating the significant participation of farms in the Eastern natural and climatic zone in the formation of the gross grain yield of the Orenburg region, which is about 40.0 % in the harvest of spring wheat and slightly more than 20.0 % in the harvest of cereals and legumes. The strongest correlation of the compared indicators is noted in relation to the administrative districts characterized by less stability – Dombarovskiy and Svetlinskiy. The dynamics of their gross harvest determines 81.0-82.0 (spring wheat) – 74.0-89.0 % (cereals and legumes) variations of the regional harvest. The expansion of the sown areas of grain and leguminous crops in the Yasnenskiy and Kvarkenskiy districts is accompanied by a decrease in the regional yield ($r = - 0.10$ and $- 0.24$). A similar trend is observed in the region as a whole ($r = - 0.06$). The expansion of the species diversity of grain and leguminous crops in the fields, the departure from the monoculture of spring wheat, which is more prone to death in the conditions of modern climatic and anthropogenic changes, is proposed to be considered as one of the main directions for increasing the survival of plants and stabilizing the gross grain harvest in the Orenburg Trans-Urals. This approach will also help to exclude unstable and highly developed soils from further exploitation.

Key words: steppe zone, Orenburg Trans-Urals, spring wheat, cereals and legumes, adaptive technologies, climatic and anthropogenic challenges.

References

1. Aref'ev A.N., Kuzina E.E., Kuzin E.N. Izmenenie plodorodiya chernozema vyshchelochennogo v zavisimosti ot kharaktera antropogennogo vozdeistviya na pochvu. Niva Povolzh'ya. 2017. N 3(44). S. 6-16.
2. Lentochkin A.M. Otsenka sostoyaniya posevnykh ploshchadei zernovykh kul'tur. Permskii agrarnyi vestnik. 2019. N 1(25). S. 55-62.
3. Zudilin S.N., Zhichkin K.A. Otsenka snizheniya kachestvennykh parametrov zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya pri netselevom ispol'zovanii. Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2013. N 4(24). S. 13-17.
4. Litsukov S.D., Glukhovchenko A.F., Titovskaya A.I. Agrokhimicheskoe obosnovanie agrofizicheskikh svoystv pochvy i produktivnosti kukuruzy na zerno pri razlichnykh obrabotkakh pochvy i dozakh udobrenii. Innovatsii v APK. 2019. N 3(23). S. 130-142.
5. Zudilin S.N., Zudilin A.S. Monitoring plodorodiya chernozemov Samarskoi oblasti. Problemy razvitiya APK Regiona. 2016. T. 25. N 1-1(25). S. 38-42.
6. Rusanov A.M., Kononov V.M. Osnovnye polozheniya kontseptsii pakhotnoprigradnosti zemel'. Materialy Rossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: Optimizatsiya prirodopol'zovaniya i okhrana okruzhayushchei sredy Yuzhno-Ural'skogo regiona. Orenburg, 1998. S. 70-73.
7. Chibilev A.A. (ml.), Padalko Yu.A., Semenov E.A., Rudneva O.S., Sokolov A.A., Grigorevskii D.V., Meleshkin D.S. Ocherki ekonomicheskoi geografii Orenburgskogo kraya. Orenburg: IS UrO RAN, 2018. T. II. 144 s.
8. Sobolin G.V., Satunkin I.V., Gulyanov Yu.A., Korovin Yu.I. Ekologo-ekonomicheskie problemy oroshaemogo zemledeliya. Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. 2003. № 4. S. 37.
9. Gulyanov Yu.A. Puti povysheniya zimostoikosti i sokhrannosti k uborke ozimoi pshenitsy v stepi Yuzhnogo Urala. Zemledelie. 2005. N 6. S. 24-25.
10. Sorokina S.Yu., Sorokin N.S., Sychev S.M., Okorokova O.A. Effectiveness of preparations for increasing the activity of plant growth processes at No-till technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science "Sustainable and innovative development in the digital". 2021. 012084.
11. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A. Ekologizatsiya stepnykh agrotekhnologii v usloviyakh prirodnykh i antropogennykh izmenenii okruzhayushchei sredy. Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2019. N 3. S. 5-11. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-3-005-011.
12. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A., Levykin S.V., Silantieva M.M., Kazachkov G.V., Sokolova L.V. Ecological-based adaptation of agriculture to the soil and climatic conditions in Russian steppe. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. vol. 9. no. 3. pp. 393-398.
13. Lentochkin A.M., Shirobokov P.E., Lentochkina L.A. Effektivnost' sistem obrabotki pochvy v tekhnologii vyrashchivaniya yarovoi pshenitsy. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29. N 5. S. 54-59.
14. Mamaev V.V., Sycheva I.V., Sychev S.M. Vliyanie guminovykh i mineral'nykh udobrenii na urozhainost' ozimoi pshenitsy. Agrokhimicheskii vestnik. 2015. N 5. S. 10-12.
15. Yartsev G.F., Baikasenov R.K., Tulepova S.N. Urozhainost' i kachestvo zerna sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot predposevnoi obrabotki semyan preparatami kompleksnoi zashchity i stimulyatsii. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. N 2(58). S. 20-21.
16. Aref'ev A.N., Kuzina E.V., Kuzin E.N., Vlasova T.A., Zuev V.V., Panasov M.N. Effektivnost' ispol'zovaniya klinoptilolita dlya povysheniya plodorodiya chernozemnykh pochv. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2017. N 8. S. 3-7.

17. Yartsev G.F., Baikasenov R.K., Pryakhina Yu.Yu. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot nekorneвого vneseniya zhidkikh udobrenii i regulatora rosta na yuzhnykh chernozemakh Orenburgskogo Predural'ya. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. N 1(69). S. 31-33.
18. Morozova T.S., Litsukov S.D., Shiryaev A.V. Soderzhanie i vynos elementov pitaniya rasteniyami ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot primeneniya udobrenii. Vestnik agrarnoi nauki. 2021. N 2(89). S. 40-49.
19. EMISS. Gosudarstvennaya statistika. Urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (v raschete na ubrannuyu ploshchad'). [Elektronnyi resurs]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (data obrashcheniya: 25.05.2021).
20. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: Stat. sb. Rosstat. M., 2019. 1204 s.

Сведения об авторах:

Юрий Александрович Гулянов

Д.с.-х.н., профессор, в.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-5883-349X

Yuriy Gulyanov

Doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher, department of steppe studies and nature management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Геннадий Фёдорович Ярцев

Д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой агротехнологий, ботаники и селекции растений, Оренбургский государственный аграрный университет

Gennady Yartsev

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agricultural Technologies, Botany and Plant Breeding, Orenburg State Agrarian University

Руслан Куандыкович Байкаменов

К.с.-х.н., доцент, доцент кафедры агротехнологий, ботаники и селекции растений, Оренбургский государственный аграрный университет

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Technologies, Botany and Plant Breeding, Orenburg State Agrarian University

Для цитирования: Гулянов Ю.А., Ярцев Г.Ф., Байкаменов Р.К. Участие зернового производства Восточной природно-климатической зоны в формировании валового урожая Оренбургской области // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 95-104. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-95-104

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ УСТОЙЧИВОМУ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЮ И УРОЖАЙНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ЗЕМЛЕДЕЛИИ СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Ю.А. Гулянов, Д.Г. Поляков, О.А. Грошева

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: orensteppe@mail.ru

В статье представлены данные, подтверждающие изменение гидротермических условий периода наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), проявляющееся в заметном снижении количества атмосферных осадков при значительном повышении ресурсов тепла. Вместе с катастрофическим снижением почвенного плодородия на фоне практически полного игнорирования органических удобрений и использования минеральных удобрений в количествах, не достаточных для восполнения вынесенных урожаями почвенных ресурсов, а также повсеместными технологическими отступлениями, они отнесены к основным вызовам устойчивому землепользованию и высокой реализации урожайного потенциала зерновых культур. При сложившихся технологических и климатических условиях в Притобольской лесостепной провинции (Курганская область) отмечена более высокая урожайность яровой пшеницы и ячменя (за 2000-2020 гг.), на 0,27 т/га (22,9 %) – 0,23 т/га (15,9 %) выше, чем в Зауральской степной провинции (Челябинская область). Неполная детерминация вариации урожайности перечисленных зерновых культур климатическими факторами и приёмами воспроизводства почвенного плодородия (применение минеральных удобрений), с резервом 23,0-27,0 % (Курганская область) - 34,5-39,5 % (Челябинская область), признана свидетельством существенного влияния на реализацию урожайного потенциала и других факторов: несоответствия научно обоснованным нормам практикуемой структуры посевных площадей (прежде всего до 70-80 % насыщенность зерновыми культурами), несовершенства системы севооборотов, засилья монокультур, низкого качества агротехнических приёмов, связанных в том числе и не востребованностью агрономических кадров современными, особенно мелкими, сельскохозяйственными организациями и КФХ, интуитивно расставляющими технологические приоритеты.

Ключевые слова: степная и лесостепная зона, устойчивое землепользование, современные вызовы, яровая пшеница, ячмень, реализация урожайного потенциала.

Введение

Регионы степной и лесостепной зон РФ являются традиционными поставщиками продовольственного зерна на российский и внешний рынок и принимают существенное участие в обеспечении продовольственной безопасности страны. Стабильное производство достаточных объёмов качественного продовольственного зерна на указанных территориях вполне обоснованно относится к первоочередным приоритетам и имеет актуальное значение.

Внедрение наукоёмких ресурсосберегающих агротехнологий, направленных на высокую реализацию биологического потенциала полевых культур и расширенное воспроизводство почвенного плодородия, позволяет получать здесь достаточно высокие урожаи (рис. 1).



Рисунок 1 – Высокопродуктивные агроценозы яровой мягкой пшеницы в ландшафтно-адаптивных системах земледелия Курганской области, август 2021 г.

Вместе с тем, наметившаяся в последние десятилетия тенденция климатических изменений, принявших мировой характер [1, 2], нуждается в оценке их влияния на стабильность зернового производства, требует переосмысления устоявшихся технологических подходов, их адаптации к современным климатическим реалиям [3].

В научной среде отечественными и зарубежными учёными достаточно активно обсуждаются указанные экологические проблемы [4, 5], ведётся научный поиск адаптивных технологических подходов, снижающих климатические риски [6-8], особенно обостряющиеся в условиях стремительно прогрессирующей деградации почвенного плодородия, имеющей исключительно антропогенный характер [9-10].

Цель настоящих исследований заключалась в выявлении и актуализации современных климатических и антропогенных вызовов устойчивому земледельческому использованию сельскохозяйственных угодий степной и лесостепной зон России на примере Зауральской степной и Притобольской лесостепной провинции. Изучались многолетние тенденции (1990-2020 гг.) в изменении региональных климатических условий, оценивался урожайный потенциал основных зерновых культур (яровая пшеница, ячмень) и его связь с природными факторами и приёмами воспроизводства почвенного плодородия (применение минеральных удобрений).

Для достижения намеченных результатов были сформулированы следующие задачи:

- проследить динамику среднемесячной температуры воздуха и суммарного количества осадков за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) за 1990-2020 гг.;
- определить направленность климатических изменений и оценить современные метеорологические условия по ресурсам тепла (сумма активных температур, 0°C), влаги (количество атмосферных осадков, мм) и величине гидротермического коэффициента (ГТК) Селянинова;
- актуализировать представления об антропогенной деградации почвенного покрова и агротехнических средствах воспроизводства почвенного плодородия, оценить объёмы внесения минеральных удобрений;
- выявить связь урожайности с климатическими особенностями природных зон и приёмами воспроизводства почвенного плодородия (внесением минеральных удобрений), определить долю их участия в реализации биологического потенциала зерновых культур.

Материалы и методы

Объектом исследований являлись сведения о количестве атмосферных осадков и среднемесячной температуре воздуха в Зауральской степной (Челябинская область,

метеостанция Карталы) и Притобольской лесостепной (Курганская область, метеостанция Курган) провинции РФ [11, 12]. При значениях гидротермического коэффициента (ГТК, по Селянинову) от 1,3 до 1,0 условия увлажнения считали слабо-засушливыми, от 1,0 до 0,7 – засушливыми, от 0,7 до 0,4 – очень засушливыми и ниже 0,4 – сухими. Источником урожайных данных и объёмов внесения минеральных удобрений служила официальная статистическая информация Федеральной службы государственной статистики, представленная в Единой межведомственной информационно-статистической системе РФ [13] и сборниках «Регионы России. Социально-экономические показатели» [14]. При обработке цифрового материала применялись общепринятые методы статистического анализа. Корреляционный и регрессионный анализ опытных данных проводили в Microsoft Office Excel. Для оценки тесноты (силы) связи пользовались градацией Б.А. Доспехова – при значениях коэффициента корреляции (r) меньше 0,3 корреляционную зависимость между сравниваемыми параметрами считали слабой, в диапазоне от 0,3 до 0,7 – средней и больше 0,7 – сильной [15].

Результаты и обсуждение

В результате ретроспективного анализа метеорологических показателей за истекшие 30 лет (1990-2020 гг.) выявлено повышение среднемесячной температуры воздуха в период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), наиболее выраженное (на $0,9^{\circ}\text{C}$) в Зауральской степной провинции (далее – степной зоне). В Притобольской лесостепной провинции (далее – лесостепной зоне) отмечена лишь тенденция к потеплению указанных месяцев – прибавка составила только $0,1^{\circ}\text{C}$. Лесостепная зона при меньшей на $0,4^{\circ}\text{C}$ среднемесячной температуре мая-июля характеризовалась и её меньшей вариабельностью (на 0,7 %) с размахом вариации $4,8^{\circ}\text{C}$ – от $19,3^{\circ}\text{C}$ в 1991, до $14,5^{\circ}\text{C}$ – в 1992 году. В степной зоне при среднемесячной температуре воздуха указанного периода $17,5^{\circ}\text{C}$ её вариабельность (коэффициент вариации) оказалась равной 7,6 %, с размахом вариации $5,1^{\circ}\text{C}$ – от $20,0^{\circ}\text{C}$ (1998, 2012 гг.) до $14,9^{\circ}\text{C}$ (1992 г.) (рис.2).

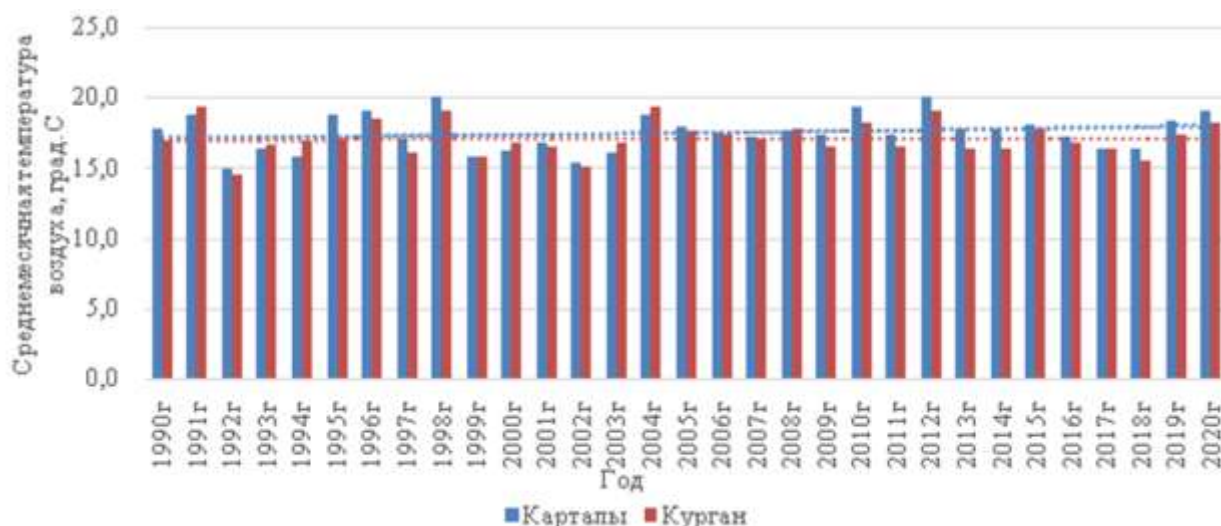


Рисунок 2 – Динамика среднемесячной температуры воздуха за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) в Зауральской степной (Карталы) и Притобольской лесостепной (Курган) провинции РФ, 1990-2020 гг.

Среднегодовая температура воздуха оказалась более изменчивой. И в степной и в лесостепной зоне при средних значениях $3,6-2,9^{\circ}\text{C}$ она варьировала по годам с коэффициентом 25,0-28,7 %, а потепление составило $0,9^{\circ}\text{C}$ в обеих зонах.

Анализ условий атмосферного увлажнения мая-июля выявил высокую вариабельность выпадения атмосферных осадков по годам при общем снижении их количества. Так, в степной зоне при средней их величине 143 мм размах вариации (с коэффициентом 37,7 %) составил 173 мм – от 229 мм (1993 г) до 56 мм (1998 г.), а недобор осадков к завершению периода (1990-2020 гг.) оказался равным 29 мм (20,3 %). Аналогичная ситуация отмечена и в лесостепной зоне – вариабельность выпадения атмосферных осадков также оказалась высокой (33,3 %), размах их вариации составил 177 мм (от 240 до 63 мм), а снижение количества – 32 мм. При средней за май-июль их величине в 151 мм уменьшение составило 21,9 % (рис. 3).

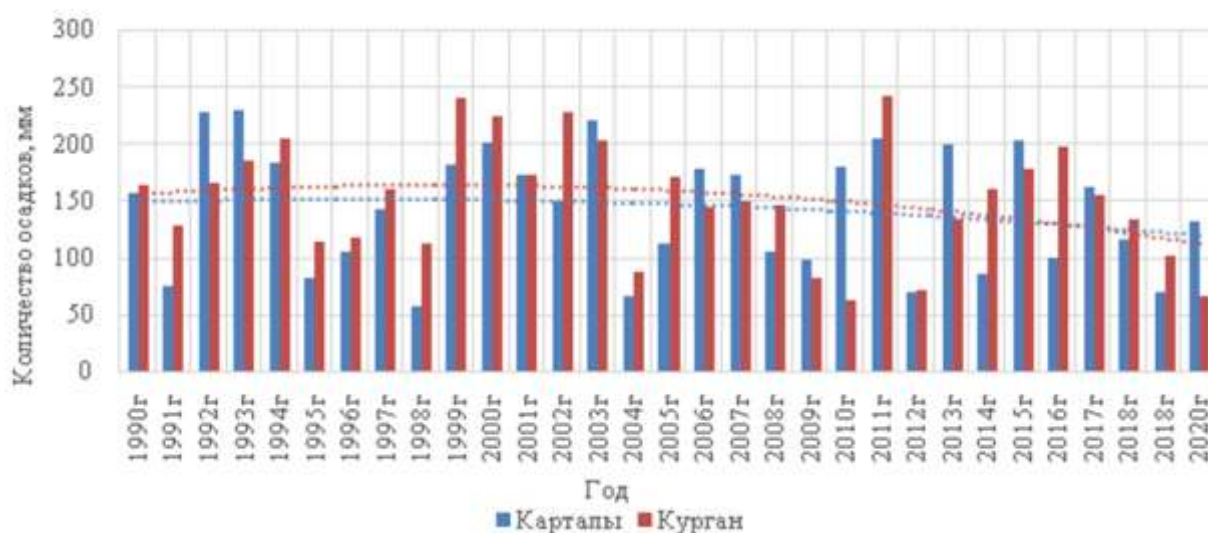


Рисунок 3 – Динамика суммарного количества осадков за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) в Зауральской степной (Карталы) и Притобольской лесостепной (Курган) провинции РФ, 1990-2020 гг.

Следует отметить, что в целом за год выпадение атмосферных осадков было менее изменчивым. При средней за 1990-2020 гг. их величине в 391-405 мм (в лесостепной и степной зоне соответственно) коэффициент вариации по годам составил 18,6-25,6 %, а отрицательный баланс к завершению анализируемого периода – 19-21 мм (4,9-5,2 %).

В тёплый период года или период активной вегетации (период со среднесуточной температурой воздуха более 10°C) отмечалось 250 (степная зона) – 260 (лесостепная зона) мм осадков или 61,7-66,5 % от их среднегодового количества. Лесостепная зона характеризовалась меньшей вариабельностью осадков в отдельные годы (25,0 % против 35,7 %) и большим снижением их среднегодового количества к концу периода – на 45 мм (17,3 %) или на 15 мм больше, чем в степной зоне (30 мм или 12,0 %).

За период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) отмечена аналогичная закономерность. Лесостепная зона характеризовалась большим абсолютным (мм) количеством атмосферных осадков, их относительной (%) величиной в осадках тёплого периода, меньшей вариабельностью и большей убылью к завершению анализируемого периода (табл. 1).

Анализ термических ресурсов периода наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур за исследуемые годы (1990-2020) выявил их рост, наиболее выраженный в степной зоне, где он составил 90°C или 5,6 %. При меньшей на 38°C сумме активных (выше 10°C) температур в лесостепной зоне (1570°C) прирост ресурсов тепла составил только 10°C. Аналогичная направленность изменений термических ресурсов отмечалась и в целом за период активной вегетации. Степная зона характеризовалась большими на 103°C ресурсами тепла (2703°C против 2600°C) и их большим на 80°C приростом (на 190°C против 110°C) к завершению исследуемого периода.

Таблица 1– Метеорологические условия и современная климатическая характеристика Зауральской степной и Притобольской лесостепной провинции РФ в период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), 1990-2020 гг.

Природная зона	Количество осадков за май-июль, мм			Сумма активных температур, °С		ГТК Селянинова, мм/°С		
	средние	доля, %		изменение	средние	изменение	средние	изменение
		от годовых	от тёплого периода					
Степная (Карталы)	143	35,3	57,2	- 29	1608	+ 90	0,91	- 0,28
Лесостепная (Курган)	151	38,6	58,1	- 32	1570	+ 10	1,01	- 0,19

Следует особо подчеркнуть значительно меньшую по сравнению с атмосферными осадками вариабельность сумм активных температур воздуха, как за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), составившую 7,6-6,9 % (в степной и лесостепной зоне соответственно), так и в целом за период активной вегетации – 8,1 % в рассматриваемых зонах.

Результатом суммирующей динамики метеорологических параметров анализируемого периода (1990-2020), выразившейся в отрицательном балансе атмосферных осадков и приросте ресурсов тепла, стало заметное снижение гидротермического коэффициента Селянинова (далее ГТК), свидетельствующее о значительном ухудшении гидротермических условий для вегетации сельскохозяйственных культур. Так, в степной зоне при среднем значении ГТК активного периода вегетации 0,94 мм/°С, характеризующего гидротермические условия как засушливые, его снижение к завершению анализируемого тридцатилетнего периода составило 0,22 мм/°С или 23,4 %. Наиболее заметное снижение ГТК в указанной зоне наблюдалось в последнее десятилетие. Если за предшествующие десятилетия ГТК снижался незначительно, составив в среднем за 1990-1999 гг. 0,96 мм/°С и 0,95 мм/°С – за 2000-2009 гг., то за 2010-2020 гг. он оказался равным 0,91 мм/°С, а в отдельные годы этого периода понижался до 0,68 (2019, 2020) – 0,52 (2012) мм/°С, характеризуя гидротермические условия уже как очень засушливые. Ещё более заметное снижение ГТК в степной зоне отмечалось в период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур, составившее при среднем значении анализируемого периода 0,91 мм/°С 0,28 мм/°С или 30,7 %. Как и в случае с периодом активной вегетации, наиболее существенное снижение ГТК мая-июля произошло в последнее десятилетие (2010-2020), уменьшившись по сравнению с предыдущим десятилетием сразу на 0,10 мм/°С.

В лесостепной зоне, при аналогичной направленности изменений ГТК, их абсолютные значения оказались ниже, благодаря чему гидротермические условия вегетационного периода в целом оставались более благоприятными для выращивания сельскохозяйственных культур. Среднее значение ГТК активного периода составило 1,03 мм/°С и к завершению анализируемого периода уменьшилось на 0,09 мм/°С (8,7 %). За период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур снижение ГТК, при среднем значении 1,01 мм/°С, составило 0,19 мм/°С или 18,8 %. Наиболее значительное снижение ГТК, как и в степной зоне, отмечалось в период 2010-2020 гг.

Выявленные изменения гидротермических условий вегетационного периода, проявившиеся в заметном снижении количества атмосферных осадков при значительном повышении ресурсов тепла, в условиях и без этого скудных ресурсов атмосферного увлажнения, могут представлять определённые трудности для высокой реализации урожайного потенциала полевых культур и могут расцениваться как современные вызовы устойчивому земледельческому использованию сельскохозяйственных угодий Зауральской степной и Зауральской лесостепной провинции РФ.

В дополнение к этому, десятилетия нещадной эксплуатации почвенных ресурсов без должного воспроизводства почвенного плодородия и погоня за сиюминутной прибылью современных «хозяйственников» на земле, не утруждающих себя заботой о её сохранении и защите от разрушения, привели к формированию значительных площадей деградированных угодий, имеющих очень низкое плодородие, неустойчивых и часто забрасываемых в залежь. Результаты наших многолетних полевых исследований в степной и лесостепной зонах России являются явным тому подтверждением (рис. 4).



Рисунок 4 – Низкопродуктивный изреженный агроценоз яровой пшеницы на выработанных чернозёмах обыкновенных Курганской области, август 2021 г.

Как известно, наиболее действенным приёмом восполнения в почве вынесенных урожаями элементов минерального питания в экологоориентированных ресурсосберегающих технологиях является применение минеральных и органических удобрений, соблюдение севооборотов и научно-обоснованной структуры посевных площадей, качественное и своевременное выполнение технологических операций и др. [16-18]. К сожалению, органические удобрения в большинстве регионов России уже несколько десятилетий не вывозятся на поля в более или менее эффективных для почвенного плодородия количествах. Причины этого явления общеизвестны – от резкого сокращения поголовья скота в постперестроечный период, до реформирования форм собственности и «однобокой» специализации современных сельхозтоваропроизводителей, а также отсутствия государственного надзора за сохранением и воспроизводством почвенного плодородия и ответственности владельцев земельных угодий за небрежное и потребительское отношение к природному наследию.

Анализ объёмов использования минеральных удобрений также свидетельствует об их внесении под полевые культуры в количествах, явно не покрывающих вынос урожаями и не сдерживающих продолжающуюся мобилизацию почвенного плодородия (рис. 5).

В дополнение к этому их применение достаточно нестабильно по годам, с коэффициентом вариации 41,4 (Челябинская область) – 45,6 % (Курганская область), чаще всего определяемое финансовой нестабильностью хозяйствующих субъектов ввиду известной дороговизны удобрений на внутреннем рынке. Средняя норма внесения минеральных удобрений под полевые культуры за период с 2000 по 2020 гг. в Челябинской области составила 7,6 кг/га действующего вещества (далее д.в.-ва.) и 16,0 кг/га д.в.-ва – в Курганской области.



Рисунок 5 – Динамика внесения минеральных удобрений под полевые культуры в сельскохозяйственных организациях Челябинской и Курганской области, кг/га действующего вещества, 2000-2020 гг.

Следует отметить, что в обеих анализируемых территориях в последние годы наметился положительный тренд в годовых нормах минеральных удобрений, особенно заметный в Курганской области, где в 2019 г. внесли их наибольшее с 2000 г. количество – 32,4 кг/га д. в-ва. В Челябинской области тренд не такой заметный, составивший к концу двадцатилетнего периода только 3,0 кг/га д. в-ва. Исходя из изложенного, прогрессирующую деградацию почвенного покрова и прежде всего катастрофическое снижение почвенного плодородия на фоне практически полного игнорирования органических удобрений и использования минеральных удобрений в количествах, не достаточных для восполнения вынесенных урожаями почвенных ресурсов, следует считать ещё одним вызовом устойчивому землепользованию в степной и лесостепной зонах России.

Как свидетельствуют результаты наших полевых исследований, в регионах Зауральской степной и Притобольской лесостепной провинции РФ практически повсеместно встречаются поля, характеризующиеся ярко выраженной пестротой растительного покрова, ставшей следствием неоднородности почвенного покрова ввиду обозначенных выше климатических и антропогенных воздействий.



Рисунок 6 – Проявление неоднородности растительного покрова агроценоза ячменя на деградированных почвах лесостепной зоны (по материалам космической съёмки, Курганская область), 2021 г.

Как правило, подобные агроценозы, представленные разноразвитыми и с силу этого разнопродуктивными растениями, имеют невысокую урожайность с низким качеством продукции [19]. В них присутствуют ненарушенные высокоплодородные, обладающие высокой водопоглотительной и водоудерживающей способностью почвенные участки, формирующие урожайность на уровне, близком к биоклиматическому потенциалу территории (БКП). Как показали наши предшествующие исследования такие участки характеризуются мощным развитием фитомассы и нормализованным разностным вегетационным индексом (далее NDVI) на уровне 0,75-0,85 единиц в период колошения-цветения зерновых культур (рис. 6, окрашены ярко зелёным цветом). Антропогенно нарушенные элементарные участки с NDVI на уровне 0,55-0,65 единиц (окрашены светло-зелёным цветом) и особенно с NDVI 0,35-0,45 единиц (окрашены жёлтым цветом) теряют в урожайности до 35-50 % и более, что значительно «разбавляет» общую урожайность поля и приводит к её значительному снижению. В годы с обостряющейся засушливостью климата подобные негативные проявления вообще приводят на отдельных участках поля к гибели взшедших с весны побегов и появлению проплешин с полным отсутствием продуктивных растений.

Анализ урожайности яровой пшеницы и ячменя в Челябинской и Курганской области подтвердил её высокую вариабельность по годам, составившую 23,5-17,4 % и 25,4-17,5 % соответственно. Следует обратить внимание, что в земледелии Челябинской области, практикующей применение минеральных удобрений в меньших количествах, пестрота урожайности по годам значительно шире. Курганская область выделяется и более высокой урожайностью яровой пшеницы и ячменя в целом по области, на 0,27 т/га (22,9 %) – 0,23 т/га (15,9 %) в среднем за 2000-2020 гг. превышающую урожайность в Челябинской области (рис. 7).



Рисунок 7 – Динамика урожайности яровых зерновых культур в Зауральской степной (Челябинская область) и Притобольской лесостепной (Курганская область) провинции РФ, 2000-2020 гг.

Корреляционно-регрессионный анализ урожайности зерна яровой пшеницы и ячменя выявил достаточно своеобразную картину её зависимости от климатических факторов и приёмов воспроизводства почвенного плодородия (применения минеральных удобрений), характеризующуюся ещё и региональными особенностями (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность зерновых культур и её связь с климатическими особенностями природных зон в период наиболее вероятной вегетации (май-июль), 2000-2019 гг.

Природная зона	Культура	Урожайность зерна, т/га	Зависимость урожайности (г) от			
			суммы активных температур, С	осадков активного периода	ГТК Селянинова	внесённых минер. удобрений, кг/га д.в-ва
Степная (Челябинская область)	Яровая пшеница	1,18	- 0,39	0,27	0,29	0,36
	Ячмень	1,22	- 0,35	0,17	0,19	0,50
Лесостепная (Курганская область)	Яровая пшеница	1,45	- 0,38	0,40	0,35	0,41
	Ячмень	1,45	- 0,33	0,36	0,36	0,41

Он показал, что при наблюдавшейся в анализируемый период (2000-2020) достаточно низкой продуктивности полей в Зауральской степной (Челябинская область) провинции наибольшее влияние на урожайность зерна яровой пшеницы примерно равными долями оказывали осадки ($r = 0,27$), сумма активных температур ($r = - 0,39$), ГТК ($r = 0,29$) периода наиболее вероятной вегетации (май-июль) и количество внесённых минеральных удобрений ($r = 0,36$), детерминировавших вместе 65,5 % её вариации. Следует подчеркнуть, что атмосферные осадки в определении величины урожайности не играли исключительной роли, их влияние на реализацию урожайного потенциала яровой пшеницы оказалось близким к среднему. Еще меньшее влияние, при средней урожайности двадцатилетнего периода 1,22 т/га, осадки оказали на урожайность ячменя, а определяющим стал размер внесённых минеральных удобрений, детерминировавший 25,0 % её вариации. В целом перечисленные выше факторы суммарно определяли 60,5 % его урожайности. В отношении суммы годовых осадков и осадков периода активной вегетации выявлена аналогичная закономерность – при сложившемся уровне урожайности, определяемом скорее технологическими факторами, влияние осадков на её величину не было определяющим.

Зависимость урожайности зерна яровой пшеницы и ячменя в Притобольской лесостепной (Курганская область) провинции от климатических факторов и приёмов воспроизводства почвенного плодородия (применения минеральных удобрений) отличалась более тесной связью с осадками ($r = 0,36-0,40$), суммой активных температур ($r = - 0,38-0,33$), ГТК ($r = 0,35-0,36$) периода наиболее вероятной вегетации (май-июль) и количества внесённых минеральных удобрений ($r = 0,41-0,41$), детерминировавших вместе 77,0-73,0 % её вариации. При сложившихся технологических подходах в данном регионе наблюдается и большая зависимость урожайности яровой пшеницы и ячменя от среднегодового количества осадков ($r = 0,29-0,20$), суммы осадков ($r = 0,43-0,34$) и ГТК активного периода вегетации ($r = 0,55-0,41$).

Выводы

Результаты проведённых исследований позволяют заключить, что изменение гидротермических условий периода наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), проявляющееся в заметном снижении количества атмосферных осадков при значительном повышении ресурсов тепла, может стать существенным препятствием для высокой реализации урожайного потенциала зерновых культур. Прогрессирующую деградацию почвенного покрова и прежде всего катастрофическое снижение почвенного плодородия на фоне практически полного игнорирования органических удобрений и использования минеральных удобрений в количествах, не достаточных для восполнения вынесенных урожаем почвенных ресурсов, следует считать ещё одним вызовом устойчивому землепользованию.

В Зауральской степной (Челябинская область) провинции при невысокой продуктивности полей яровой пшеницы, определяемой скорее технологическими факторами, атмосферные осадки в определении величины урожайности не играли исключительной роли ($r = 0,27$) – примерно равное влияние на неё оказывали сумма активных температур ($r = - 0,39$), ГТК ($r = 0,29$) периода наиболее вероятной вегетации (май-июль) и количество внесённых минеральных удобрений ($r = 0,36$), детерминировавших вместе 65,5 % её вариации. В определении величины урожайности ячменя определяющим стал размер внесённых минеральных удобрений, детерминировавший 25,0 % её вариации.

В Притобольской лесостепной (Курганская область) провинции зависимость урожайности зерна яровой пшеницы и ячменя от климатических факторов и приёмов воспроизводства почвенного плодородия (применения минеральных удобрений), детерминировавших вместе 77,0-73,0 % её вариации, оказалась более тесной.

Неполная детерминация вариации урожайности яровой пшеницы и ячменя, с резервом 23,0-27,0 % (Курганская область) – 34,5-39,5 % (Челябинская область), свидетельствует о существенном влиянии на реализацию урожайного потенциала данных зерновых культур и других факторов, в частности ранее выявленных нами [20] технологических отступлений от общеизвестных законов земледелия. Среди них следует особо выделить несоответствие научно обоснованным нормам практикуемой структуры посевных площадей (прежде всего до 70-80 % насыщенность зерновыми культурами), несовершенство системы севооборотов, засилье монокультур, низкое качество проведения агротехнических приёмов, связанные, в том числе и с невостребованностью агрономических кадров современными, особенно мелкими, сельскохозяйственными организациями и КФХ, интуитивно расставляющими технологические приоритеты.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках НИР ОФИЦ УрО РАН (ИС УрО РАН) «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем», № ГР АААА-А21-121011190016 -1.

Список литературы

1. Wu L., Ma X., Dou X., Zhu J., Zhao C. Impacts of climate change on vegetation phenology and net primary productivity in arid Central Asia // Science of The Total Environment. 2021. vol. 796. P. 149055.
2. Richardson A.D., Keenan T.F., Migliavacca M., Ryu Y., Sonnentag O., Toomey M. Climate change, phenology and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system // Agricultural and Forest Meteorology. 2013. vol. 169. pp. 156-173.
3. Ярцев Г.В., Байкасенев Р.К., Пряхина Ю.Ю. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от некорневого внесения жидких удобрений и регулятора роста на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 1(69). С. 31-33.
4. Абаимов В.Ф., Соболин Г.В., Сатункин И.В., Гулянов Ю.А., Коровин Ю.И. Экологические проблемы России и Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 4(8). С. 7-10.
5. Соболин Г.В., Сатункин И.В., Гулянов Ю.А., Коровин Ю.И. Эколого-экономические проблемы орошаемого земледелия // Экономика сельского хозяйства России. 2003. № 4. С. 37.
6. Кшникаткина А.Н., Галиуллин А.А. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественников // Зерновое хозяйство. 2005. № 5. С. 7-9.

7. Ярцев Г.Ф., Байкасанов Р.К., Тулепова С.Н. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян препаратами комплексной защиты и стимуляции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2(58). С. 20-21.
8. Ленточкин А.М., Ширококов П.Е., Ленточкина Л.А. Эффективность систем обработки почвы в технологии выращивания яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 5. С. 54-56.
9. Cherlet M., Hutchinson C., Reunolds J., Hill J., Sommer S., Von Maltitz G. World Atlas of Desertification. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2018. 248 p.
10. Андреева О.В., Куст Г.Х. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 5. С. 737-749.
11. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (дата обращения 20.08.2021).
12. Осадки и температура. [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения 20.08.2021).
13. ЕМИСС. Государственная статистика. Урожайность сельскохозяйственных культур (в расчёте на убранную площадь). [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения: 25.05.2021).
14. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. Росстат. М., 2019. 1204 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Арефьев А.Н., Кузина Е.Е., Кузин Е.Н. Влияние природных цеолитов и удобрений на агрохимические свойства чернозёма выщелоченного // Нива Поволжья. 2015. № 3(36). С. 18-26.
17. Алексеев А.И., Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Изменение гумусового состояния почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на фоне природных цеолитов и удобрений // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И.Вавилова. 2013. № 5. С. 3-7.
18. Щукин В.Б., Харитоновна С.В., Павлова О.Г., Абаимов В.Ф. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при использовании регуляторов роста и микроэлементов в технологии её возделывания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3(35). С. 36-39.
19. Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А., Чибилёв А.А (мл). Резервы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и их зависимость от гетерогенности посевов в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. № 1(54). С. 79-88.
20. Gulyanov Yu.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Scientific approaches solving problems of modern steppe land use on the base of modernization of the landscape-adaptive systems of agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. vol. 817. P. 012040.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 02.09.2021

Принята к публикации 21.09.2021

MODERN CHALLENGES TO SUSTAINABLE LAND USE AND THE YIELD POTENTIAL OF FIELD CROPS IN AGRICULTURE OF THE STEPPE AND FOREST-STEPPE ZONES OF RUSSIA

Yu. Gulyanov, D. Polyakov, O. Grosheva

Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg
e-mail: orensteppe@mail.ru

The article presents data confirming the change in hydrothermal conditions of the period of the most probable vegetation of spring grain crops (May-July), manifested in a noticeable decrease in the amount of precipitation with a significant increase in heat resources. Together with the catastrophic decline in soil fertility against the background of almost complete disregard for organic fertilizers and the use of mineral fertilizers in quantities not sufficient to replenish the soil resources taken out by harvests, as well as widespread technological deviations, they are attributed to the main challenges of sustainable land use and high realization of the yield potential of grain crops. Under the current technological and climatic conditions, the Pritobolskaya forest-steppe province (Kurgan region) has a higher yield of spring wheat and barley (for 2000-2020), 0.27 t/ha (22.9 %) – 0.23 t/ha (15.9 %) higher than in the Zaural steppe province (Chelyabinsk region). Incomplete determination of the variation in the yield of the listed grain crops by climatic factors and methods of reproduction of soil fertility (the use of mineral fertilizers), with a reserve of 23.0-27.0 % (Kurgan region) - 34.5-39.5 % (Chelyabinsk region), is recognized as evidence of a significant impact on the realization of the yield potential and other factors: inconsistency with the scientifically based norms of the practiced structure of sown areas (primarily up to 70-80 % saturation with grain crops), imperfections of the crop rotation system, the dominance of monocultures, poor quality of agrotechnical techniques associated, among other things, with the lack of demand for agronomic personnel by modern, especially small, agricultural organizations and farms, intuitively setting technological priorities.

Key words: steppe and forest-steppe zone, sustainable land use, modern challenges, spring wheat, barley, realization of crop potential.

References

1. Wu L., Ma X., Dou X., Zhu J., Zhao C. Impacts of climate change on vegetation phenology and net primary productivity in arid Central Asia. *Science of The Total Environment*. 2021. vol. 796. P. 149055.
2. Richardson A.D., Keenan T.F., Migliavacca M., Ryu Y., Sonnentag O., Toomey M. Climate change, phenology and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2013. vol. 169. pp. 156-173.
3. Yartsev G.V., Baikasenov R.K., Pryakhina Yu.Yu. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot nekornevnogo vneseniya zhidkikh udobrenii i regulatora rosta na yuzhnykh chernozemakh Orenburgskogo Predural'ya. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. N 1(69). S. 31-33.
4. Abaimov V.F., Sobolin G.V., Satunkin I.V., Gulyanov Yu.A., Korovin Yu.I. Ekologicheskie problemy Rossii i Orenburgskoi oblasti. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2005. N 4(8). S. 7-10.
5. Sobolin G.V., Satunkin I.V., Gulyanov Yu.A., Korovin Yu.I. Ekologo-ekonomicheskie problemy oroshaemogo zemledeliya. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*. 2003. N 4. S. 37.
6. Kshnikatkina A.N., Galiullin A.A. Urozhainost' yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov. *Zernovoe khozyaistvo*. 2005. N 5. S. 7-9.
7. Yartsev G.F., Baikasenov R.K., Tulepova S.N. Urozhainost' i kachestvo zerna sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot predposevnoi obrabotki semyan preparatami

kompleksnoi zashchity i stimulyatsii. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. N 2(58). S. 20-21.

8. Lentochkin A.M., Shirobokov P.E., Lentochkina L.A. Effektivnost' sistem obrabotki pochvy v tekhnologii vyrashchivaniya yarovoi pshenitsy. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29. N 5. S. 54-56.

9. Cherlet M., Hutchinson C., Reunolds J., Hill J., Sommer S., Von Maltitz G. World Atlas of Desertification. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2018. 248 p.

10. Andreeva O.V., Kust G.Kh. Otsenka sostoyaniya zemel' v Rossii na osnove kontseptsii neitral'nogo balansa ikh degradatsii. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2020. T. 84. N 5. S. 737-749.

11. Pogoda i klimat. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (data obrashcheniya 20.08.2021).

12. Osadki i temperatura. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (data obrashcheniya 20.08.2021).

13. EMISS. Gosudarstvennaya statistika. Urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (v raschete na ubrannuyu ploshchad'). [Elektronnyi resurs]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (data obrashcheniya: 25.05.2021).

14. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: Stat. sb. Rosstat. M., 2019. 1204 s.

15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

16. Aref'ev A.N., Kuzina E.E., Kuzin E.N. Vliyanie prirodnykh tseolitov i udobrenii na agrokhimicheskie svoystva chernozema vyshchelochennogo. Niva Povolzh'ya. 2015. N 3(36). S. 18-26.

17. Alekseev A.I., Kuzin E.N., Aref'ev A.N., Kuzina E.E. Izmenenie gumusovogo sostoyaniya pochvy i urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na fone prirodnykh tseolitov i udobrenii. Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. N.I.Vavilova. 2013. N 5. S. 3-7.

18. Shchukin V.B., Kharitonova S.V., Pavlova O.G., Abaimov V.F. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy pri ispol'zovanii regulyatorov rosta i mikroelementov v tekhnologii ee vozdeleyvaniya. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo akgrarnogo universiteta. 2012. N 3(35). S. 36-39.

19. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A., Chibilev A.A (ml). Rezervy povysheniya urozhainosti i kachestva zerna ozimoi pshenitsy i ikh zavisimost' ot geterogenosti posevov v usloviyakh stepnoi zony Orenburgskogo Predural'ya. Yug Rossii: ekologiya, razvitie. 2020. T. 15. N 1(54). S. 79-88.

20. Gulyanov Yu.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Scientific approaches solving problems of modern steppe land use on the base of modernization of the landscape-adaptive systems of agriculture. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. vol. 817. P. 012040.

Сведения об авторах:

Юрий Александрович Гулянов

Д.с.-х.н., профессор, в.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-5883-349X

Yuriy Gulyanov

Doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher of the department for graduate and environmental management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Дмитрий Геннадьевич Поляков

К.б.н., с.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО

РАН

ORCID 0000-0003-3344-7709

Dmitrij Polyakov

Candidate of biological sciences, senior researcher, department of steppe studies and nature management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Ольга Алексеевна Грошева

К.г.н., с.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО

РАН

ORCID 0000-0002-5858-0277

Ol'ga Grosheva

Candidate of geographical sciences, senior researcher, department of steppe studies and nature management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Для цитирования: Гулянов Ю.А., Поляков Д.Г., Грошева О.А. Современные вызовы устойчивому землепользованию и урожайный потенциал полевых культур в земледелии степной и лесостепной зоны России // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 105-118. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-105-118

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ведет прием статей на бесплатной основе для их публикации в издании «**Вопросы степеведения**».

Публикация статей осуществляется по следующим группам специальностей:

25.00.00 Науки о Земле:

- 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов;
- 25.00.24 Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география;
- 25.00.26 Землеустройство, кадастр и мониторинг земель;
- 25.00.27 Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия
- 25.00.36 Геоэкология (по отраслям).

03.02.00 Общая биология:

- 03.02.01 Ботаника;
- 03.02.04 Зоология;
- 03.02.05 Энтомология;
- 03.02.08 Экология (по отраслям);
- 03.02.13 Почвоведение;
- 03.02.14 Биологические ресурсы.

06.00.00 Сельскохозяйственные науки:

- 06.01.01 Общее земледелие, растениеводство;
- 06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель.

Рукописи принимаются на русском и на английском языках.

Издание выходит 4 раза в год.

Журнал включен в системы Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Статьям присваивается цифровой идентификатор DOI.

Электронная версия номеров журнала размещается на сайте, в Научной электронной библиотеке, на сайте журнала.

Подробнее об издании: <http://steppe-science.ru>

Адрес редакции издания:

460000, Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, дом 11. Институт степи УрО РАН,
e-mail: steppe-science@mail.ru

© Институт степи УрО РАН, 2021