

## ОБЗОР ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ ПОДХОДОВ К ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛЕВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ В ПОСТЦЕЛИННЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Ю.А. Гулянов

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: orensteppe@mail.ru

В статье представлены результаты оценки ландшафтно-экологической устойчивости постцелинных регионов России, актуализирована проблема экологизации использования земель и оптимизации агроландшафтов, проведен анализ, обобщение и оценены перспективы реализации экологически обоснованных приемов повышения их устойчивости и продуктивности.

Объектом исследований выступали постцелинные регионы степной зоны России, характеризующиеся разновыраженной природоохранной направленностью современного землепользования и различной устойчивостью агроландшафтов. Сведения о составе и структуре сельскохозяйственного производства в разрезе отдельных регионов получали из открытых источников. Использовались также опросные материалы, результаты наблюдений и их обобщение в процессе экспедиционных исследований 2019-2023 гг.

Результаты проведенных исследований подтвердили достаточно низкую ландшафтно-экологическую устойчивость исследуемых регионов ввиду явного преобладания пашни, как главного неустойчивого элемента ландшафта, в структуре земель сельскохозяйственных угодий. Данное обстоятельство в совокупности с игнорированием отдельными сельхозтоваропроизводителями законов земледелия, уходом от реальной технологической модернизации земледелия, стремлением к сокращению издержек путем исключения части обязательных агротехнических приемов, в условиях современных климатических изменений выступает в качестве одного из главных факторов дестабилизации агроландшафтов и является существенным вызовом сохранению биологического разнообразия. Для преодоления указанных негативных проявлений высокую актуальность имеют технологические подходы, имеющие природоподобную (биологическую) основу – расширение видового состава полевых культур, в т.ч. посевов однолетних и многолетних трав; освоение бинарных посевов и сидеральных культур; сохранение пожнивных остатков и внедрение нулевой и минимальной обработок почвы; оптимизация отраслей растениеводства и животноводства, внесение органических удобрений. Целесообразно рассмотрение в качестве перспективных современных наукоемких агроприемов, встроенных в адаптивную, логически выстроенную, цельную систему земледелия, основанную в том числе и на использовании информационных технологий и данных ДЗЗ.

*Ключевые слова:* степная зона, постцелинные регионы, рациональное природопользование, устойчивость полевых агроландшафтов.

### Введение

Современное сельское хозяйство России нуждается в оперативной разработке и научном обосновании эффективных, ресурсо- и энергосберегающих систем земледелия, имеющих выраженную природоохранную направленность. Особой остротой обозначенная проблема характеризуется в постцелинных регионах степной зоны РФ, где ее решение будет неизбежно сопровождаться оптимизацией структуры землепользования и адаптацией зональных агротехнологий к антропогенным и климатическим изменениям. Необходимым

условием их экологической целесообразности является направленность на рациональное использование земельных ресурсов и забота о главном природном и генетическом ресурсе степей – биологическом разнообразии.

Следует признать, что в степных регионах РФ при всех успешных организационных и технологических решениях в сфере растениеводства, имеется еще много причин, порождаемых биотическими и абиотическими факторами внешней среды, вызывающих нестабильность производства достаточных объемов качественного растительного сырья и, прежде всего, зерна. Среди них особо выделяются глобальные изменения климата, сопровождающиеся неустойчивостью погодных условий, усилением и учащением почвенных и атмосферных засух и суховеев. В отдельные годы, такие, как например 2018 г., указанные неблагоприятные природные явления приводят к значительным недоборам валовых урожаев и только в Оренбургской области стали причиной гибели посевов сельскохозяйственных культур на площади более 350,0 тыс.га.

Дестабилизирующее действие климатических факторов часто усиливается недостаточной адаптированностью к ним реализуемых агротехнологий, низкой квалификацией специалистов и финансовой несостоятельностью, особенно в мелких хозяйствах.

Длительное экстенсивное землепользование и ощутимые климатические изменения в ряде степных регионов России сопровождались неблагоприятной экологической ситуацией, дополнительно усиленной экономическими преобразованиями, не всегда учитывающими экологические и ландшафтные факторы [1]. Значительно возросли риски сохранения биологического разнообразия ландшафтов, как «совокупности формирующих земную поверхность территориальных единиц, состоящих из природных и антропогенных компонентов» [2, 3]. Не меньшую обеспокоенность вызывает состояние агроландшафтов, представляющих собой «территориально-экологическую и биоэнергетическую систему аграрного производства» [4]. Современные агроландшафты, рассматриваемые как природно-территориальные комплексы, складывающиеся из отдельных массивов различных угодий (леса, пашни, сенокосов, пастбищ и др.), в своем большинстве также состоят из естественной и измененной человеком антропогенной составляющих [5].

В этой части обращает на себя внимание достаточно низкая ландшафтно-экологическая устойчивость отдельных постцелинных земледельческих регионов, определяемая соотношением устойчивых (сенокосы, пастбища, многолетние насаждения, лесные земли, лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, земли под водой, залежь, болота) и неустойчивых элементов ландшафта (пашня, земли застройки, нарушенные земли, земли под дорогами и прочие земли).

Так, по состоянию на 1 января 2021 г., при доле пашни, как преобладающей составляющей в структуре неустойчивых элементов ландшафта, занявшей в целом по РФ 58,7 % от площади сельскохозяйственных угодий (116187,9 из 197818,7 тыс. га) и 54,3 % в регионах степной зоны (63353,1 из 116500,8 тыс. га), в отдельных территориях отмечена ее значительно большая доля. Лидируют по данному показателю регионы европейской России – Краснодарский край (88,5 %), Белгородская (79,4 %), Воронежская (76,2 %), Самарская (75,3 %) и Саратовская (71,1 %) области. В постцелинных регионах азиатской России (Зауралье и Западная Сибирь) наиболее выраженная экологическая напряженность сложилась в Омской, Челябинской областях и Алтайском крае. Здесь доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий составляет 63,6-62,4-62,0 % соответственно. Уральские степные регионы (Оренбургская область и Республика Башкортостан) по данному показателю занимают промежуточное положение.

Из устойчивых элементов ландшафта в структуре сельскохозяйственных угодий степных постцелинных регионов преобладают пастбища, занимающие несопоставимо меньшую площадь по сравнению в обрабатываемыми земледельческими угодьями (пашней), за исключением разве что Республики Калмыкия, где они имеют наибольшую площадь,

превышающую площадь пашни в 6,3 раза. Из других регионов много пастбищ в Оренбургской, Волгоградской, Ростовской областях и Алтайском крае – 5108,3 - 3752,1 - 2563,7 - 2279,0 - 2596,1 тыс. га или 84,6 - 35,9 - 29,9 - 27,7 - 24,5 % от площади сельхозугодий соответственно, а меньше всего их в Краснодарском крае и Белгородской области (338,8-324,6 тыс. га или 8,1-17,1 %) (рис. 1).

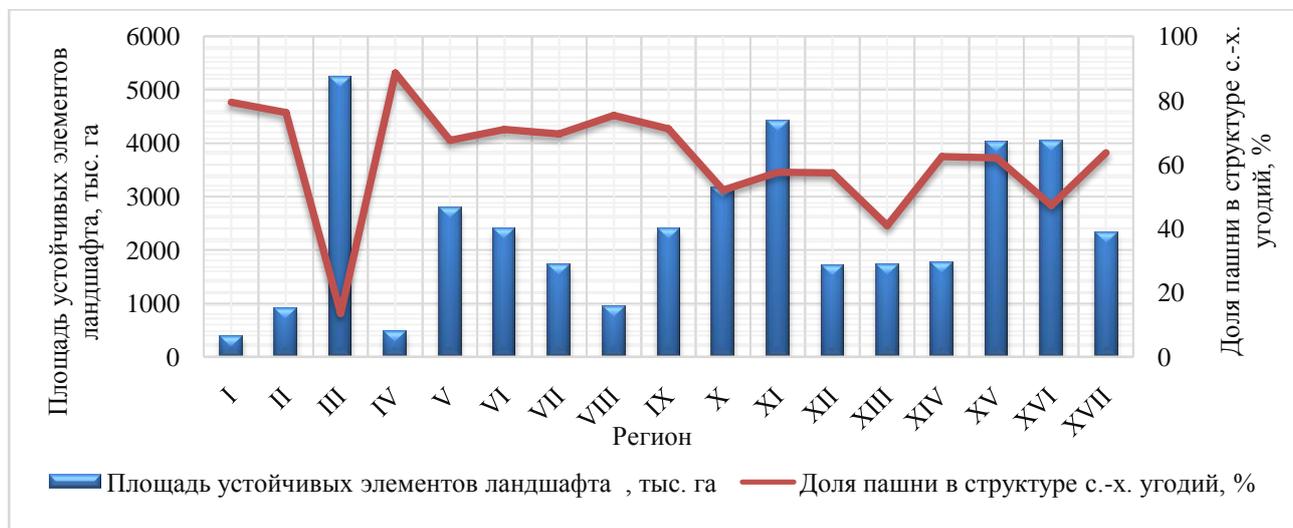


Рисунок 1 – Соотношение устойчивых и неустойчивых элементов ландшафта в структуре сельскохозяйственных угодий в постцелинных регионах России, по состоянию на 01.01.2021 г.

*Примечание: I – Белгородская обл., II – Воронежская обл., III – Республика Калмыкия, IV – Краснодарский край, V – Волгоградская обл., VI – Ростовская обл., VII – Ставропольский край, VIII – Самарская обл., IX – Саратовская обл., X – Республика Башкортостан, XI – Оренбургская обл., XII – Курганская обл., XIII – Тюменская обл., XIV – Челябинская обл., XV – Алтайский край, XVI – Новосибирская обл., XVII – Омская обл.*

Доля сенокосов еще ниже, с наибольшими значениями в Республике Башкортостан (16,4 %) и Новосибирской (24,4 %) области и наименьшими – в Самарской (1,3 %) и Белгородской (2,2 %) областях.

Исходя из представленной информации, экологизация использования земель и оптимизация ландшафтов с целью повышения их устойчивости, а также оптимизация агроландшафтов с целью стабилизации их продуктивности, относятся к числу главных задач современного землепользования [6]. Причем, оперативная реализация обозначенных задач в целом по стране не менее актуальна, чем в отдельных постцелинных регионах степной зоны.

В соответствии с концепцией оптимизации землепользования и сохранения биологического разнообразия в регионах степной зоны России, разрабатываемой Институтом степи УрО РАН, одним из путей исправления сложившейся ситуации предполагается выведение из обработки малопродуктивной пашни, прежде всего чрезмерно распаханной в целинную компанию 1954-1963 гг., а также заовраженных, склоновых и прочих непригодных для обработки земель [7], без ущерба продовольственной безопасности страны посредством компенсации недополученных урожаев более высокими сборами с остающихся в обработке полей [8].

При таком подходе, для сохранения стабильности валовых сборов полевых культур в условиях современных климатических и антропогенных изменений, высокую актуальность приобретает адаптация к ним приемов агротехники, направленная на рациональное и эффективное расходование ресурсов и защиту прилегающих ландшафтов.

Основная цель исследований заключалась в оценке природоохранной направленности современного землепользования и научном обосновании экологически целесообразных

подходов к повышению устойчивости полевых агроландшафтов в постцелинных регионах степной зоны России.

Для достижения намеченных результатов были сформулированы следующие задачи:

- провести оценку ландшафтно-экологической устойчивости постцелинных регионов России по соотношению устойчивых и неустойчивых элементов ландшафта в составе земель сельскохозяйственных угодий;
- актуализировать проблему экологизации использования земель и оптимизации агроландшафтов с целью повышения их устойчивости и стабилизации продуктивности;
- провести анализ, обобщение и оценить перспективы реализации в постцелинных регионах России экологически обоснованных приемов повышения устойчивости агроландшафтов

### **Материалы и методы**

Объектом исследований выступали постцелинные регионы степной зоны России, характеризующиеся разновыраженной природоохранной направленностью современного землепользования и различной устойчивостью агроландшафтов. Сведения об структуре сельскохозяйственного землепользования и численности КРС в разрезе отдельных регионов получали из открытых источников [9, 10]. Использовались также опросные материалы, результаты наблюдений и их обобщение в процессе экспедиционных исследований 2019-2023 гг. При обработке цифрового материала применялись стандартные методы статистического анализа [11].

### **Результаты и обсуждение**

Анализ мировой и отечественной литературы свидетельствует об активном технологическом перевооружении земледелия, начавшемся еще в конце прошедшего столетия. Ее результатом стало значительное повышение эффективности сельскохозяйственного производства и прежде всего увеличение урожайности зерновых культур, превысившее в отдельных странах Европы уровень в 8,0 т/га.

По убеждению академика В.И. Кирюшина это стало возможным благодаря селекции высокоинтенсивных сортов (зеленая революция, 1960-1970 гг.), разработке интенсивных технологий (агрехимическая революция, 1970-1980 гг.), созданию генно-модифицированных сортов растений (трансгенная революция, 1980-1990 гг.) и развитию информационно-вычислительной техники, дистанционных методов зондирования земли и ГИС-технологий (информационная революция, 1990-2000 гг.) [12].

При устоявшейся тенденции роста эффективности зернового производства в современной России достичь показателей мирового уровня пока не удастся – средняя урожайность зерновых культур остается практически вдвое ниже среднемировой [9]. Среди причин подобного положения вещей следует отметить более поздний старт технологической революции, обусловивший долгое преобладание экстенсивных подходов в земледелии. Они сопровождались деградацией почвенного покрова и прилегающих ландшафтов, что оказывает негативное влияние на стабильность растениеводства до сих пор [13]. Этому способствует и игнорирование отдельными сельхозпроизводителями современных наукоемких агротехнологий, уход от реальной технологической модернизации земледелия, стремление к сокращению издержек путем исключения части обязательных агротехнических приемов, часто имеющее субъективный характер [12, 14].

Между тем, как показывают результаты экспедиционных исследований в постцелинных регионах РФ, хозяйств разных форм собственности с наукоориентированным, творческим подходом к адаптации агротехнологий к условиям современных климатических и антропогенных изменений, реализующих экологически обоснованные,

природосберегающие и экономически целесообразные технологии, значительно больше, и они в настоящее время определяют технологическую политику в земледелии РФ [15, 16]. Такие землепользователи при определении технологических подходов в земледелии рассматривают в качестве перспективных современные наукоемкие агроприемы, встроенные в адаптивную, логически выстроенную, цельную систему земледелия, основанные в том числе и на использовании информационных технологий и данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) [17].

В тоже время следует признать, что для некоторых категорий землепользователей подход к наукоемким агротехнологиям предполагает первоочередное восстановление утраченного технологического порядка исходя из принципа «новое – это хорошо забытое старое», когда после сведения всего комплекса технологических приемов только к посеву и уборке, перехода на монокультуру и пр., рассуждения о восполнении вынесенных урожаем элементов минерального питания в почву посредством внесения удобрений или внедрение севооборота, как наиболее эффективного приема экологизации земледелия [18], не должно восприниматься как нечто новационное, на самом деле являющееся классикой агрономии [19].

Как показал анализ литературных источников в пору современных вызовов экологической безопасности населения и сохранения биологического разнообразия степных ландшафтов высокую актуальность в землепользовании имеют технологические подходы, имеющие природоподобную (экологоориентированную) основу [20-22]. Этот вывод подтвердили и результаты собственных экспедиционных исследований на постцелинном пространстве России в 2019-2023 гг.

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия в качестве экологически обоснованных приемов рассматривается биологизация (перевод на биологическую основу – т.н. «Белгородская модель») [23], подразумевающая расширение посевов однолетних и многолетних трав (до 25 % от площади обрабатываемых земель) [24], освоение бинарных (разносортных и разновидных) посевов и сидеральных культур, сохранение пожнивных остатков и внесение органических удобрений [25], а также отказ от глубокой, прежде всего отвальной, обработки почвы, освоение минимальной и нулевой обработок [26, 27].

При внедрении этих агромероприятий представляется возможным получение положительного баланса почвенного плодородия (воспроизводства плодородия) и перевода земледелия на новые экологические стандарты [28, 29].

Начальным этапом экологизации в адаптивно-ландшафтных системах земледелия признается увеличение разнообразия возделываемых видов и сортов полевых культур и развитие животноводства, необходимого для оптимизации набора культур в севооборотах, чередования зерновых и кормовых культур, введения важных для повышения плодородия почвы и оптимизации ее фитосанитарного состояния многолетних трав, в т. ч. бобовых [12, 30]. В дополнение к этому только в полнопрофильных хозяйствах, специализирующихся на производстве как растениеводческой, так и животноводческой продукции, возможно полноценное решение проблемы удобрения полевых культур и повышения биологической активности почвы [28].

Как известно, реформирование аграрного сектора экономики России сопровождалось значительным снижением численности КРС, как основного потребителя растительных кормов с обрабатываемых земель сельскохозяйственных угодий и поставщика богатого питательными элементами навоза. Снижение потребности в кормах стало причиной существенного сокращения площадей посева ценных в агротехническом отношении однолетних и многолетних трав, особенно бобовых, силосных культур, что в купе с практически полным отказом от внесения органики послужило дальнейшему снижению почвенного плодородия.

Анализ численности КРС показывает, что ее динамика в регионах степной зоны России совпадает с общей тенденцией в стране в целом. Для большинства регионов, как и в целом по степной зоне, характерно продолжающееся до настоящего времени снижение

численности КРС, наиболее отчетливо выраженное в Республике Башкортостан, Республике Калмыкия, Алтайском крае, Челябинской и Оренбургской областях, где уменьшение поголовья (тренд) с 2010 по 2021 гг. составило 443,0 - 275,0 - 200,0 - 161,0 - 143,0 тыс. голов соответственно (рис. 2).

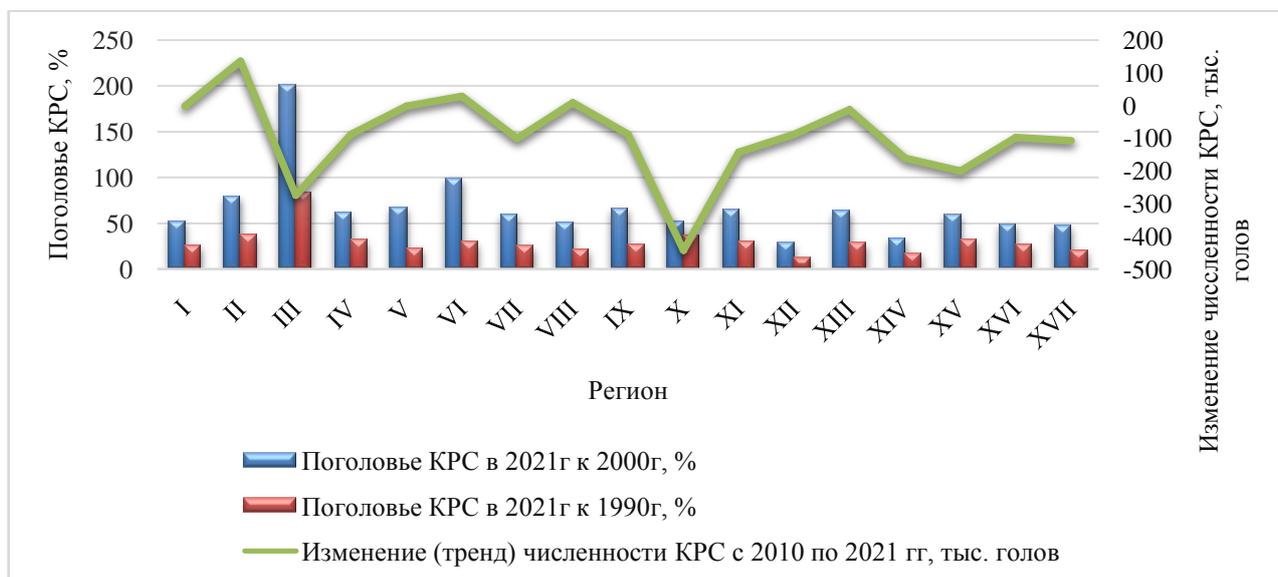


Рисунок 2 – Динамика численности КРС в хозяйствах всех форм собственности в постцелинных регионах России, по состоянию на 01.01.2021 г.

Примечание: I – Белгородская обл., II – Воронежская обл., III – Республика Калмыкия, IV – Краснодарский край, V – Волгоградская обл., VI – Ростовская обл., VII – Ставропольский край, VIII – Самарская обл., IX – Саратовская обл., X – Республика Башкортостан, XI – Оренбургская обл., XII – Курганская обл., XIII – Тюменская обл., XIV – Челябинская обл., XV – Алтайский край, XVI – Новосибирская обл., XVII – Омская обл.

В отдельных регионах отмечается относительно стабильное поголовье КРС, где за указанный период снижение численности оказалось не таким катастрофическим, например в Белгородской (-2,0 тыс. голов), Волгоградской (-2,1 тыс. голов) и Тюменской областях (-13,0 тыс. голов).

Особо следует отметить регионы, наращивающие поголовье КРС (Самарская, Ростовская, Воронежская области), среди которых явным лидером является Воронежская область, где положительный тренд за период с 2010 по 2021 гг. составил 135 тыс. голов.

Вполне очевидно, что при обозначенной тенденции снижения численности КРС и сохраняющихся площадях обрабатываемых земель с преобладанием в структуре посевов почвозатратных зерновых (пшеница) и технических (подсолнечник) культур без коренного изменения ситуации в сторону экологической сбалансированности отраслей, направленной на снижение природозатратности и, прежде всего, повышение плодородия почвы, добиться ощутимого повышения устойчивости полевых агроландшафтов практически невозможно.

Наши экспедиционные исследования показали, что одним из немногих постцелинных регионов РФ с относительно стабильной численностью КРС, реализующих технологические подходы в земледелии с высокой направленностью на воспроизводство почвенного плодородия, является Тюменская область. Здесь, в хозяйствах зерноживотноводческой направленности, наряду с продовольственными и фуражными зерновыми культурами (яровая пшеница, овес, ячмень), выращивают обеспечивающие необходимое углеводно-протеиновое соотношение кормов и обогащающие почву атмосферным азотом, бобовые культуры (горох) (рис. 3).



а

б

Рисунок 3 – Обсуждение технологических особенностей возделывания гороха сорта «Саламанка» с главным агрономом А.Г. Полубоярцевым в период уборки урожая в ООО «Агрофирма Колос» (а) и высокопродуктивный агроценоз ячменя сорта «Ача» в семеноводческом хозяйстве ООО «Опенское», Ишимский район, Тюменская область, август 2021 г. (б)

Для приготовления сена и сочных кормов (сенаж) широко возделывают люцерну синегибридную, обладающую высоким почвовосстанавливающим эффектом. Для получения зеленой силосной массы выращивается кукуруза, являющаяся хорошим предшественником зерновых культур. Предпочтение отдается сортам сибирской селекции, адаптированным к местным почвенно-климатическим условиям и обладающим высоким потенциалом продуктивности. К примеру в ООО «Агрофирма Колос», отличающемся высокой культурой земледелия, в благоприятных погодных условиях 2022 г. получена урожайность яровой пшеницы сорта Икар на уровне 5,5 т/га, овса сорта «Фома» более 6,3 т/га, ячменя сорта «Ача» около 5,0 т/га и гороха сорта «Саламанка» – более 4,2 т/га. Урожайность зеленой массы кукурузы превысила 40 т/га, причем сформировалось зерно практически полной спелости. Вполне очевидно, что достижение таких результатов в условиях Западной Сибири стало возможным благодаря строжайшему соблюдению технологической дисциплины, предполагающему выполнение всего комплекса технологических операций по обеспечению более полной реализации потенциальных возможностей выращиваемых культур, включая подбор оптимальных сортов, внесение минеральных и органических удобрений, обеззараживание (протравливание) семян, подготовку (ремонт) и настройку сельскохозяйственной техники, обновление машинно-тракторного парка и многое другое.

По свидетельству отечественных и зарубежных исследователей, важнейшей составляющей экологизации земледелия является и переход на почвозащитные системы обработки почвы (нулевая и минимальная), дифференцированные в зависимости от зональных почвенных, ландшафтно-экологических и экономических условий в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия [31-33], с созданием на поверхности поля мульчи из растительных остатков, способствующей уменьшению испарения влаги, саморазрыхлению почвы, подавлению сорняков, повышению устойчивости почвы к эрозии, увеличению численности почвенных микроорганизмов, снижению интенсивности минерализации гумуса и уменьшению эмиссии углекислого газа [12].

Многолетнее изучение поэтапной минимизации обработки почвы в различных регионах России указывает на ее вполне очевидные перспективы. Так, по свидетельству академика А.Н. Власенко, проводившего исследования в центрально-лесостепном

Приобском агроландшафтном районе с типичными для лесостепной зоны Западной Сибири почвенно-климатическими условиями (ОПХ «Элитное» Новосибирской области), на большей части почв региона возможен полный или частичный отказ от обработки без существенных потерь урожая основных возделываемых культур [34].

В тоже время следует отметить, что продвижение минимальной обработки почвы, пропагандируемой еще И.Е. Овсинским, Н.М. Тулайковым, Т.С. Мальцевым и А.И. Бараевым в Зауралье, Сибири и Казахстане или современного прямого посева (no-till) не принимается «на ура», ввиду длительного периода ожидания (3-5 лет) положительного эффекта от их внедрения. Прежде всего потому, что не везде, прежде всего ввиду дефицита влаги, удастся накопить достаточную глубину устойчивого мульчирующего слоя, для создания которого требуется урожайность зерновых не ниже 3-4 т/га или кукурузы в 6-7 т/га.

Возникают сложности с внесением органических удобрений, требующем безусловной запашки. В дополнение к этому в первые 3-5 лет отказа от глубокой отвальной обработки может значительно повышаться засоренность посевов ввиду изменения видового состава сорной флоры и адаптации сорняков к новым условиям [35, 36].

В тоже время там, где подобные подходы к обработке почвы освоены в полной мере, подобраны соответствующие сорта полевых культур, сельскохозяйственные машины и орудия, достигнута высокая квалификация специалистов, отмечаются вполне обнадеживающие результаты [37, 38]. Примером может служить активное освоение мульчирующих технологий минимальной и нулевой обработки почвы хозяйствами различных форм собственности в Среднем и Нижнем Поволжье (рис. 4).



а



б

Рисунок 4 – Состояние поверхности поля в технологиях минимальной обработки почвы с мульчированием незерновой частью урожая кукурузы под яровую пшеницу и листовостебельной массой подсолнечника под озимую пшеницу в Среднем (а, Самарская область, Пестравский район, октябрь 2020 г.) и Нижнем Поволжье (б, Волгоградская область, Кумылженский район, октябрь 2021 г.)

В то же время на обрабатываемых угодьях постцелинных регионов пока не изжили себя и влагорасточительные, экономически нецелесообразные и экологически агрессивные технологические приемы, выражающиеся прежде всего в глубоких отвальных обработках почвы, провоцирующие усиленную деградацию почвенного покрова ввиду значительной подверженности эрозии, сопровождающиеся гибелью посевов от обезвоживания в годы с острым дефицитом атмосферного увлажнения (рис. 5).



а

б

Рисунок 5 – Состояние поверхности поля после подсолнечника (а, Саратовская область, Марксовский район, октябрь 2020 г.) и погибшие от обезвоживания посевы яровой пшеницы (б, Оренбургская область, Оренбургский район, июль 2021 г.) в технологиях с плужной обработкой почвы

В заключении проведенного исследования следует отметить, что при всем многообразии ландшафтных, почвенно-климатических, социальных и экономических условий в постцелинных регионах России повышение устойчивости полевых агроландшафтов при направленности на сохранение биологического разнообразия предполагает освоение общих экологически обоснованных подходов к оптимизации структуры степного землепользования и внедрения наукоемких зональных агротехнологий в ландшафтно-адаптивных системах земледелия.

### Выводы

Постцелинные земледельческие регионы России характеризуются достаточно низкой ландшафтно-экологической устойчивостью ввиду явного преобладания пашни, как главного неустойчивого элемента ландшафта, в структуре земель сельскохозяйственных угодий. Ее наибольшие относительные площади сосредоточены в регионах европейской России – Краснодарском крае (88,5 %), Белгородской (79,4 %), Воронежской (76,2 %), Самарской (75,3 %) и Саратовской (71,1 %) областях. В постцелинных регионах азиатской России наиболее выраженная экологическая напряженность сложилась в Омской, Челябинской областях и Алтайском крае. Уральские степные регионы (Оренбургская область и Республика Башкортостан) по данному показателю занимают промежуточное положение. Данное обстоятельство в совокупности с игнорированием отдельными сельхозпроизводителями законов земледелия, уходом от реальной технологической модернизации земледелия, стремлением к сокращению издержек путем исключения части обязательных агротехнических приемов, в условиях современных климатических изменений выступает в качестве одного из главных факторов дестабилизации агроландшафтов и является существенным вызовом сохранению биологического разнообразия. Для преодоления указанных негативных проявлений высокую актуальность имеют технологические подходы, имеющие природоподобную (биологическую) основу – расширение видового состава полевых культур, в т.ч. посевов однолетних и многолетних трав; освоение бинарных посевов и сидеральных культур; сохранение пожнивных остатков и

внедрение нулевой и минимальной обработок почвы; оптимизация отраслей растениеводства и животноводства, внесение органических удобрений. Целесообразно рассмотрение в качестве перспективных современных наукоемких агроприемов, встроенных в адаптивную, логически выстроенную, цельную систему земледелия, основанную в том числе и на использовании информационных технологий и данных ДЗЗ.

### Благодарности

*Исследование выполнено в рамках НИР 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. Постолов В.Д., Зотова К.Ю., Тарбаев В.А. Структурная оптимизация агроландшафтов в адаптивном землепользовании // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 3(50). С. 302-307.
2. Котлярова О.Г. Надо переходить на ландшафтное земледелие // Земледелие. 1990. № 6. С. 35-38.
3. Лопырев М.И., Оробинский С.А. Агроландшафт и формирование ландшафтных систем земледелия // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1993. № 4. С. 25-33.
4. Кирюшин В.И. Основные принципы разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Земледелие. 1996. № 3. С. 42-44.
5. Суховеркова В.Е. Экологическое состояние агроландшафтов как основа для новых агротехнологий // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 8(166). С. 89-94.
6. 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.
7. Чибилёв А.А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов. Екатеринбург: Наука, 1992. 172 с.
8. Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А. (мл.), Чибилёв А.А., Левыкин С.В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 28-40.
9. ЕМИСС. Площадь посева сельскохозяйственных культур (в расчете на убранную площадь). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533> (дата обращения: 25.05.2023).
10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Стат. сб. Росстат. М., 2020. 1242 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Кирюшин В.И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 3-9.
13. Вальковская В.В. Становление традиций природопользования в России: история и современность // Власть и управление на востоке России. 2016. № 4(77). С. 106-113.
14. Гамзиков Г.П. Точное земледелие в Сибири: Реальности, проблемы и перспективы // Земледелие. 2022. № 1. С. 3-9.

15. Гулянов Ю.А. Адаптация агротехнологий к изменяющемуся климату в зоне черноземов южных Волгоградского Прихопёрья // Вопросы степеведения. 2022. № 2. С. 47-59.
16. Гулянов Ю.А. Новационные приемы рационального природопользования при интенсификации земледелия на пахотнопригодных почвах степной зоны Урала и Западной Сибири // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 76-95.
17. Гулянов Ю.А. Возможности интеллектуальных цифровых технологий в экологизации ландшафтно-адаптивного земледелия степной зоны // Известия оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4(78). С. 8-11.
18. Дудкин В.М., Дудкин И.В. Экологическая роль севооборота в современных системах земледелия // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: сборник докладов Международной научно-практической конференции. Владимир, 2015. С. 195-199.
19. Гулянов Ю.А. Адаптация технологических приемов возделывания озимой пшеницы в степных районах Южного Урала // Агробиологические особенности, технологии возделывания и параметры моделей высокопродуктивных агроценозов полевых культур в засушливых условиях Южного Урала: сборник научных трудов. Оренбург, 2006. С. 10-23.
20. Фролова Л.Д., Новиков М.Н. Биологизация земледелия как фактор повышения плодородия почв и продуктивности кормовых севооборотов // Агропромышленные технологии Центральной России. 2018. Вып. 2. № 8. С. 71-76.
21. Беляков А.М., Назарова М.В. Агрландшафты и технологии засушливого земледелия // Научно-агрономический журнал. 2018. № 1(102). С. 35-39.
22. Зеленев А.В., Семинченко Е.В. Биологизация земледелия – основа повышения содержания элементов питания в почве и урожайности зерновых культур // Научно-агрономический журнал. 2019. № 1(104). С. 10-14.
23. Соколов М.С. Оздоровление почвы и биологизация земледелия – важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агрорегиона (Белгородский опыт) // Агрохимия. 2019. № 11. С. 3-16.
24. Ерофеев С.А. Биологизация земледелия – основа эколого-ландшафтного земледелия // Евразийский союз ученых. 2018. № 8-4(53). С. 8-11.
25. Мудрых Н.М. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия почв Нечерноземной зоны // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 9(155). С. 28-34.
26. Алейник С.Н. Опыт Белгородской области в биологизации земледелия [Электронный ресурс]. URL: <https://agriecomission.com/base/opyt-belgorodskoi-oblasti-v-biologizacii-zemledeliya> (дата обращения: 23.05.2023).
27. Лукин С.В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 7. С. 20-23.
28. Савченко Е.С. Губернатор Белгородской области Евгений Савченко: «Дело столыпинского масштаба» [Электронный ресурс]. URL: <https://abireg.ru/newsitem/29498> (дата обращения: 23.05.2023).
29. Жученко А.А. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика современных систем земледелия // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 2. С. 9-13.
30. Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Оценка агрландшафтов, вызовы их мониторинга и управления в России // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. 2018. Т. 1. С. 114-118.
31. Rainbow R., Derpsch R. Advances in No-Till Farming Technologies and soil Compaction Management in Rainfed Farming Systems // Rainfed Farming Systems. 2011. P. 991-1014.

32. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Разработка технологии No-till на черноземе, выщелоченном лесостепи западной Сибири // Земледелие. 2011. № 5. С. 20-22.
33. Кононов В.М., Кононова Н.Д. Земледелие и экологизация землепользования на Южном Урале – поиски компромисса // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2(46). С. 17-21.
34. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на черноземах лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 16-19.
35. Anderson R.L. Diversity and no-till: keys for pest management in the U.S. Great Plains // Weed Science. 2008. V. 56. P. 141-145.
36. Mohler C.L. Weed life history: identifying vulnerabilities // Ecological Management of Agricultural Weeds. UK: Cambridge University Press, 2001. pp. 40-98.
37. Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Оценка агроландшафтов, вызовы их мониторинга и управления в России // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. 2018. Т. 1. С. 114-118.
38. Алимов К.Г., Алимова Г.К. Природоподобная стратегия-источник развития земледелия страны // Агрофорум. 2019. № 1. С. 29-34.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 01.06.2023

Принята к публикации 19.06.2023

**REVIEW OF ENVIRONMENTALLY REASONABLE APPROACHES TO IMPROVING THE SUSTAINABILITY OF FIELD AGRICULTURAL LANDSCAPES IN POST-VIRGIN REGIONS OF RUSSIA**

**Yu. Gulyanov**

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

\*e-mail: orensteppe@mail.ru

The article presents the results of landscape and ecological sustainability's assessment in the post-virgin regions of Russia; it actualizes the problem of ecologization of land use and optimization of agricultural landscapes, analyzes, summarizes and evaluates the prospects for the implementation of environmentally reasonable methods to increase their sustainability and productivity.

The object of the research was the post-virgin land regions of the steppe zone in Russia characterized by a diverse nature conservation orientation of modern land use and different sustainability of agricultural landscapes. Information about the composition and structure of agricultural production in the context of individual regions was obtained from open sources. Survey materials, the results of observations and their generalization in the process of the expedition research during 2019-2023 were also used.

The results of the conducted studies confirmed the rather low landscape and ecological stability of the studied regions due to the obvious predominance of arable land, as the main unstable element of the landscape in the structure of agricultural lands. This circumstance, together with the disregard by individual agricultural producers of the agriculture laws, the departure from the real technological modernization of agriculture, the desire to reduce costs by eliminating part of the mandatory agrotechniques, in the conditions of modern climatic changes, acts as one of the main factors of destabilization of agricultural landscapes and is a significant challenge to the conservation

of biological diversity. To overcome these negative manifestations, technological approaches that have a nature-like (biological) basis are highly relevant – the expansion of the species composition of field crops, including annual and perennial grasses; the development of binary crops and sideral crops; the preservation of crop residues and the introduction of zero and minimum soil treatments; optimization of crop and animal husbandry industries, application of organic fertilizers. It is advisable to consider as promising modern knowledge-intensive agricultural practices embedded in an adaptive, logically structured, integral farming system based, among other things, on the use of information technologies and remote sensing data.

*Key words:* steppe zone, post-virgin regions, regional nature management, sustainability of field agricultural landscapes.

### References

1. Postolov V.D., Zotova K.Yu., Tarbaev V.A. Strukturnaya optimizatsiya agrolandshaftov v adaptivnom zemlepol'zovanii. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3(50). S. 302-307.
2. Kotlyarova O.G. Nado perekhodit' na landshaftnoe zemledelie. Zemledelie. 1990. N 6. S. 35-38.
3. Lopyrev M.I., Orobinskii S.A. Agrolandshaft i formirovanie landshaftnykh sistem zemledeliya. Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 1993. N 4. S. 25-33.
4. Kiryushin V.I. Osnovnye printsipy razrabotki adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya. Zemledelie. 1996. N 3. S. 42-44.
5. Sukhoverkova V.E. Ekologicheskoe sostoyanie agrolandshaftov kak osnova dlya novykh agrotekhnologii. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. N 8(166). S. 89-94.
6. 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.
7. Chibilev A.A. Ekologicheskaya optimizatsiya stepnykh landshaftov. Ekaterinburg: Nauka, 1992. 172 s.
8. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A. (ml.), Chibilev A.A., Levykin S.V. Problemy adaptatsii stepnogo zemlepol'zovaniya k antropogennym i klimaticheskim izmeneniyam (na primere Orenburgskoi oblasti). Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2022. T. 86. N 1. S. 28-40.
9. EMISS. Ploshchad' poseva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (v raschete na ubrannuyu ploshchad'). [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533> (data obrashcheniya: 25.05.2023).
10. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2020: Stat. sb. Rosstat. M., 2020. 1242 s.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
12. Kiryushin V.I. Problema ekologizatsii zemledeliya v Rossii (Belgorodskaya model'). Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. N 12. S. 3-9.
13. Val'kovskaya V.V. Stanovlenie traditsii prirodnopol'zovaniya v Rossii: istoriya i sovremennost'. Vlast' i upravlenie na vostoche Rossii. 2016. N 4(77). S. 106-113.
14. Gamzikov G.P. Tochnoe zemledelie v Sibiri: Real'nosti, problemy i perspektivy. Zemledelie. 2022. N 1. S. 3-9.
15. Gulyanov Yu.A. Adaptatsiya agrotekhnologii k izmenyayushchemusya klimatu v zone chernozemov yuzhnykh Volgogradskogo Prikhoper'ya. Voprosy stepovedeniya. 2022. N 2. S. 47-59.

16. Gulyanov Yu.A. Novatsionnye priemy ratsional'nogo prirodopol'zovaniya pri intensivatsii zemledeliya na pakhotnoprigochnykh pochvakh stepnoi zony Urala i Zapadnoi Sibiri. Voprosy stepovedeniya. 2022. N 3. S. 76-95.
17. Gulyanov Yu.A. Vozmozhnosti intellektual'nykh tsifrovyykh tekhnologii v ekologizatsii landshaftno-adaptivnogo zemledeliya stepnoi zony. Izvestiya orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. N 4(78). S. 8-11.
18. Dudkin V.M., Dudkin I.V. Ekologicheskaya rol' sevooborota v sovremennykh sistemakh zemledeliya. Innovatsionnye tekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii: sbornik dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Vladimir, 2015. S. 195-199.
19. Gulyanov Yu.A. Adaptatsiya tekhnologicheskikh priemov vozdeliyvaniya ozimoi pshenitsy v stepnykh raionakh Yuzhnogo Urala. Agrobiologicheskie osobennosti, tekhnologii vozdeliyvaniya i parametry modelei vysokoproduktivnykh agrotsenozov polevykh kul'tur v zasushlivykh usloviyakh Yuzhnogo Urala: sbornik nauchnykh trudov. Orenburg, 2006. S. 10-23.
20. Frolova L.D., Novikov M.N. Biologizatsiya zemledeliya kak faktor povysheniya plodorodiya pochv i produktivnosti kormovykh sevooborotov. Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noi Rossii. 2018. Vyp. 2. N 8. S. 71-76.
21. Belyakov A.M., Nazarova M.V. Agrolandshafty i tekhnologii zasushlivogo zemledeliya. Nauchno-agronomicheskii zhurnal. 2018. N 1(102). S. 35-39.
22. Zelenev A.V., Seminchenko E.V. Biologizatsiya zemledeliya – osnova povysheniya sodержaniya elementov pitaniya v pochve i urozhainosti zernovykh kul'tur. Nauchno-agronomicheskii zhurnal. 2019. N 1(104). S. 10-14.
23. Sokolov M.S. Ozdorovlenie pochvy i biologizatsiya zemledeliya – vazhneishie faktory optimizatsii ekologicheskogo statusa agroregiona (Belgorodskii opyt). Agrokimiya. 2019. N 11. S. 3-16.
24. Erofeev S.A. Biologizatsiya zemledeliya – osnova ekologo-landshaftnogo zemledeliya. Evraziiskii soyuz uchenykh. 2018. N 8-4(53). S. 8-11.
25. Mudrykh N.M. Biologizatsiya zemledeliya – osnova sokhraneniya plodorodiya pochv Nechernozemnoi zony. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. N 9(155). S. 28-34.
26. Aleinik S.N. Opyt Belgorodskoi oblasti v biologizatsii zemledeliya [Elektronnyi resurs]. URL: <https://agriecommission.com/base/opyt-belgorodskoi-oblasti-v-biologizatsii-zemledeliya> (data obrashcheniya: 23.05.2023).
27. Lukin S.V. Biologizatsiya zemledeliya v Belgorodskoi oblasti: itogi i perspektivy. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. N 7. S. 20-23.
28. Savchenko E.S. Gubernator Belgorodskoi oblasti Evgenii Savchenko: “Delo stolypinskogo masshtaba” [Elektronnyi resurs]. URL: <https://abireg.ru/newsitem/29498> (data obrashcheniya: 23.05.2023).
29. Zhuchenko A.A. Biologizatsiya, ekologizatsiya, energosberezhenie, ekonomika sovremennykh sistem zemledeliya. Vestnik APK Stavropol'ya. 2015. N 2. S. 9-13.
30. Trofimova L.S., Trofimov I.A., Yakovleva E.P. Otsenka agrolandshaftov, vyzovy ikh monitoringa i upravleniya v Rossii. Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noi Azii i Sibiri. 2018. T. 1. S. 114-118.
31. Rainbow R., Derpsch R. Advances in No-Till Farming Technologies and soil Compaction Management in Rainfed Farming Systems. Rainfed Farming Systems. 2011. P. 991-1014.
32. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkikh N.A. Razrabotka tekhnologii No-till na chernozeme, vyshchelochennom lesostepi zapadnoi Sibiri. Zemledelie. 2011. N 5. S. 20-22.
33. Kononov V.M., Kononova N.D. Zemledelie i ekologizatsiya zemlepol'zovaniya na Yuzhnom Urale – poiski kompromissa. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. N 2(46). S. 17-21.

34. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkikh N.A. Problemy i perspektivy razrabotki i osvoeniya tekhnologii No-till na chernozemakh lesostepi Zapadnoi Sibiri. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. N 9. S. 16-19.
35. Anderson R.L. Diversity and no-till: keys for pest management in the U.S. Great Plains. Weed Science. 2008. V. 56. P. 141-145.
36. Mohler C.L. Weed life history: identifying vulnerabilities. Ecological Management of Agricultural Weeds. UK: Cambridge University Press, 2001. pp. 40-98.
37. Trofimova L.S., Trofimov I.A., Yakovleva E.P. Otsenka agrolandshaftov, vyzovy ikh monitoringa i upravleniya v Rossii. Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noi Azii i Sibiri. 2018. T. 1. S. 114-118.
38. Mohler C.L. Weed life history: identifying vulnerabilities. Ecological Management of Agricultural Weeds. UK: Cambridge University Press, 2001. P. 40-98.

**Сведения об авторах:**

Юрий Александрович Гулянов

Д.с.-х.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела степеведения и природопользования, Институт степи 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 of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

**Для цитирования:** Гулянов Ю.А. Обзор экологически обоснованных подходов к повышению устойчивости полевых агроландшафтов в постцелинных регионах России // Вопросы степеведения. 2023. № 2. С. 91-105. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-2-91-105