

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 4 (123). - Р. 110-121. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1781

УДК 631.147:631.92/95

Исследовательская статья

Управление устойчивостью агроландшафтов посредством оценки экологических условий

Татаринцев В.Л.² , Оспанова А.А.¹ , Джаманкулова Б.Г.¹ , Музыка О.С.¹ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина
Казахстан, Астана

²Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томск, Российская Федерация

Автор-корреспондент: Татаринцев В.Л., kafzem@bk.ru

Соавторы: (1: АО) aidosha12@mail.ru; (2: БД) mamagulmiri@mail.ru; (3: ОМ) o.muzyka@kazatu.kz

Получено: 03-10-2024 **Принято:** 23-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Современные агрохозяйства в мире испытывают критические нагрузки, которые отражаются на продовольственной безопасности государств и качестве жизни их граждан. В результате отсутствия актуальной информации об экологических свойствах и антропогенных факторах, влияющих на агроландшафты, которые являются основой аграрного землепользования, они деградируют, становятся менее продуктивными, а качество сельскохозяйственной продукции снижается. Современные меры, применяемые для повышения эффективного плодородия, не всегда являются эффективными и доступными для небольших и средних агрохозяйств. Это связано с тем, что унифицировать технологии не представляется возможным по многим причинам. Одной из главных причин является пестрота экологических условий и факторов, ограничивающих (лимитирующих) продуктивность сельскохозяйственных культур. Цель исследования – изучение возможности управления устойчивостью агроландшафтов на основании оценки экологических условий хозяйствования организации, землепользование которой расположено в лесостепной зоне Алтайского края.

Материалы и методы. В научном исследовании использованы материалы проектных и научных организаций, изучавших элементы ландшафтов территории в различные временные промежутки, находящиеся в свободном доступе. Также в работе использовались личные научные данные авторов исследования. В основе исследования лежат общенаучные методы: описания, анализа и синтеза, исторический, наблюдения, а также системный анализ.

Результаты. В статье представлены результаты исследования экологических условий аграрного землепользования, расположенного в лесостепи Алтайского края, общей площадью более 17,2 тыс. га. Оценку провели по 23 качественным показателям на пашне и кормовых угодьях. Установили, что на устойчивость агроландшафтов влияют физико-географические, природно-климатические, геоморфологические, почвенные условия, природные и антропогенные факторы, а также их совместное влияние. Произвели дифференциацию ландшафтов исходя из влияния на них ограничивающих (лимитирующих) воздействий на биологические объекты (сельскохозяйственные культуры). На основании проведённого экологического зонирования и типизации земель, разработали модели аграрного землепользования, предполагающие различные сценарии аграрного производства.

Закключение. Результаты исследований рекомендуются к применению органам государственной и муниципальной власти при управлении земельными ресурсами на локальном

уровне, сельхозтоваропроизводителям – при организации использования земель (структура угодий, посевных площадей, севооборотов и пр.), научным и проектным организациям – при проектировании и прогнозировании, составлении долгосрочных документов по использованию сельскохозяйственных земель и охранных мероприятий.

Ключевые слова: оценка экологических условий; аграрное землепользование; управление агроландшафтами; сельскохозяйственные угодья; агроэкологическая группировка земель; экологическое состояние земель.

Введение

Повсеместно в мире агроландшафты подвержены экстремальной нагрузке, в результате чего их устойчивость снижается, что сказывается на качестве сельскохозяйственной продукции и сырья, а также развитии деградационных процессов [1, 2]. В мире приняты к исполнению на межгосударственном уровне стратегические программные документы [3, 4], которые направлены на оптимизацию использования, в том числе, земельных ресурсов. Устойчивость агроландшафтов является основой продовольственной безопасности любого государства и качества жизни его граждан. Поэтому обязательным условием эффективного применения в агропромышленном комплексе инновационных мероприятий, учитывающих природоподобные технологии [5, 6, 7], основанные на анализе экологической устойчивости искусственных ландшафтов [8] должен стать анализ лимитирующих факторов (природных и антропогенных). К ограничивающим (лимитирующим) факторам и условиям аграрного землепользования (агроландшафтов) относятся: температура, осадки, а также их совместное воздействие, почвенные и геоботанические особенности территории, рельеф (экспозиция склона, уклоны), структура земель, сельскохозяйственных угодий, севооборотов, технологии производства, удобрений и пр. [9]. При оптимизации агроландшафтов, на основе их агроэкологической оценки, устойчивостью аграрной территории можно управлять, повышая экологическую и экономическую эффективность производства, что является научной новизной нашего исследования. Такой подход при оптимизации аграрных землепользований на локальном уровне имеет мультипликативный эффект. Он комплексно проявляется в увеличении продуктивности единицы площади аграрного землепользования, уменьшении деградационных процессов на нём и грамотном распределении человеческого труда (занятости работников) в сельском хозяйстве.

Цель исследования – изучение возможности управления устойчивостью агроландшафтов на основании оценки экологических условий хозяйствования организации, землепользование которой расположено в лесостепной зоне Алтайского края. Задачи: оценка природных и антропогенных условий аграрного землепользования; анализ современного использования сельскохозяйственных угодий; определение лимитирующих факторов, влияющих на устойчивость агроландшафтов; проведение агроэкологического зонирования территории и типизации агроландшафтов с учётом их устойчивости.

Материалы и методы

В научном исследовании использованы материалы проектных и научных организаций, изучавших элементы ландшафтов территории в различные временные промежутки, находящиеся в свободном доступе [10, 11]. Также, в работе использовались личные научные данные авторов исследования. В основе исследования лежат общенаучные методы: описания, анализа и синтеза, исторический, наблюдения, а также системный анализ. Например, методы описания и наблюдения использовали при сборе и первичном анализе агроландшафтов, выделении структурных единиц аграрной территории и её количественных и качественных характеристик метод анализа и синтеза применяли при типизации земель, исторический – при анализе генезиса элементов агроландшафтов, системный анализ – при изучении структуры и взаимосвязей ландшафтов, структуры посевных площадей, угодий, севооборотов, агротехнологий и пр.

Результаты

На продуктивность сельскохозяйственных культур оказывают воздействие такие экологические условия как плодородие почв, гранулометрический состав, физическое состояние, рельеф, минерализация грунтовых вод и другие. Основными антропогенными факторами

являются удобрения (минеральные, органические, комплексные), сорта, технологии, шлейф машин и прочее [12, 13, 14]. Эти условия и факторы следует учитывать на локальном уровне (уровне землепользования сельскохозяйственной организации), так как часть из них относится к управляемым, регулируемым, ограничено регулируемым и нерегулируемым.

Для того чтобы научиться управлять устойчивостью аграрного землепользования на локальном уровне (уровень сельскохозяйственной организации) авторами исследования предлагается научный подход дифференциации агроландшафтов на основе их экологической оценки, который позволит оптимизировать капитальные вложения и производственные затраты сельхозтоваропроизводителей.

В связи с ограниченностью объёма настоящей статьи, покажем наиболее значимые исследования, связанные с экологической оценкой, проиллюстрировав работу уникальным картматериалом, выполненном в масштабе 1:100000, который должен стать обязательным для включения в банк данных современных ГИС, в виде соответствующих информационных слоёв. Исследуемая аграрная территория частично расположена в южной лесостепи (колочной степи), а также в средней лесостепи Алтайского края и по площади составляет 17,22 тыс. га. Землепользование почти полностью находится в бассейне реки Шелаболихи, впадающей в реку Обь, в его границах нами выявлены шесть ландшафтных местностей (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ландшафтная карта

Как видно из рисунка 1, наиболее оптимальными для ведения сельскохозяйственного производства являются ландшафтные местности, расположенные на чернозёмных почвах с незначительным углом наклона территории и изрезанностью. Почти две трети всей активно используемой площади в сельскохозяйственном производстве привязаны именно к ним.

На рисунке 2 приведён фрагмент геоморфологического профиля поверхности исследования.

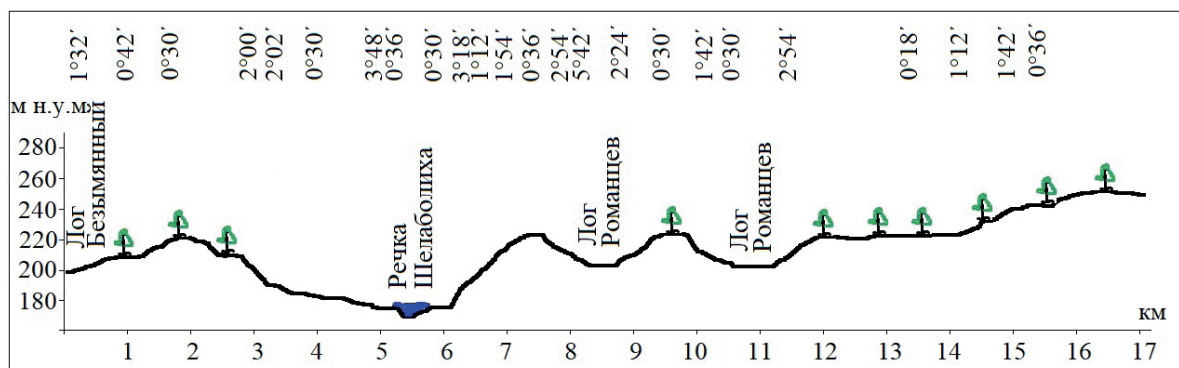


Рисунок 2 – Фрагмент геоморфологического профиля

Исследуемая аграрная территория относится к плоско-увалистой равнине, на которой возвышенные участки пересекаются с низменными. Нами выделены и проанализированы три водосборных бассейна и описаны следующие морфометрические характеристики: площадь бассейна, коэффициент расчленения, абсолютные отметки над уровнем моря, глубина расчленения, углы наклона, а также склоны. На основе использования морфометрических характеристик составлена карта крутизны склонов (рисунок 3).

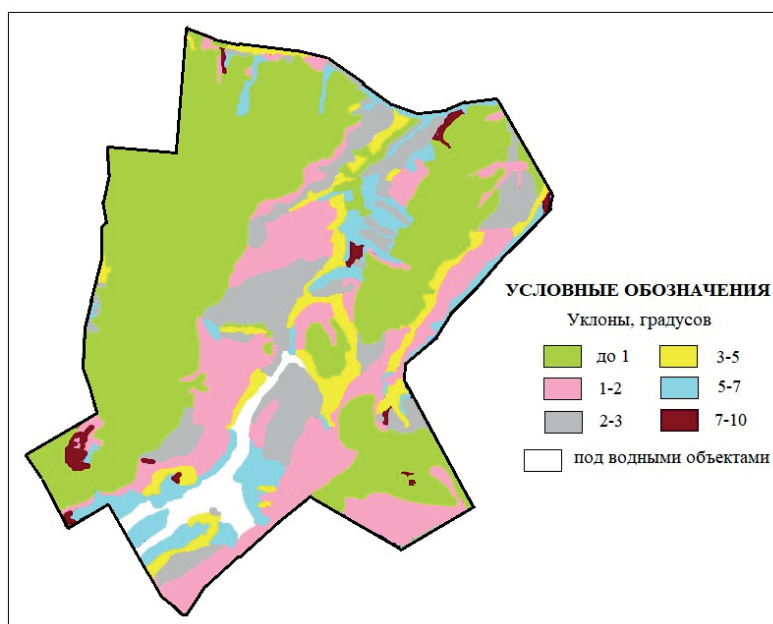


Рисунок 3 – Карта крутизны склонов

В дальнейшей работе рельеф и оценка его морфометрии потребуют дифференциации агроландшафтных систем с точки зрения организации аграрного землепользования, а также элементов агротехнологий.

Агроклиматические ресурсы исследуемого землепользования, оцененные по десяти характеристикам ($\sum t > 10$ °С, ГТК Селянинова, высота снежного покрова и пр.), показали, что гидротермические условия исследуемой территории являются мощным лимитирующим фактором, оказывающим влияние на остальные (сорта, удобрения, агротехнологии и др.).

Почвенный покров территории, в основном, представлен чернозёмами обыкновенными и выщелоченными, средне- и маломощными, средне- и малогумусными. Также встречаются серые лесные осолоделые, лугово-чернозёмные и луговые почвы среднемощные, средне- и малогумусные, а также солонцы лугово-чернозёмные, иногда засоленные. Все без исключения почвы и те, которые используются в пашне и те, что являются кормовыми угодьями, в той или иной степени имеют следы эрозионных процессов (рисунок 4).

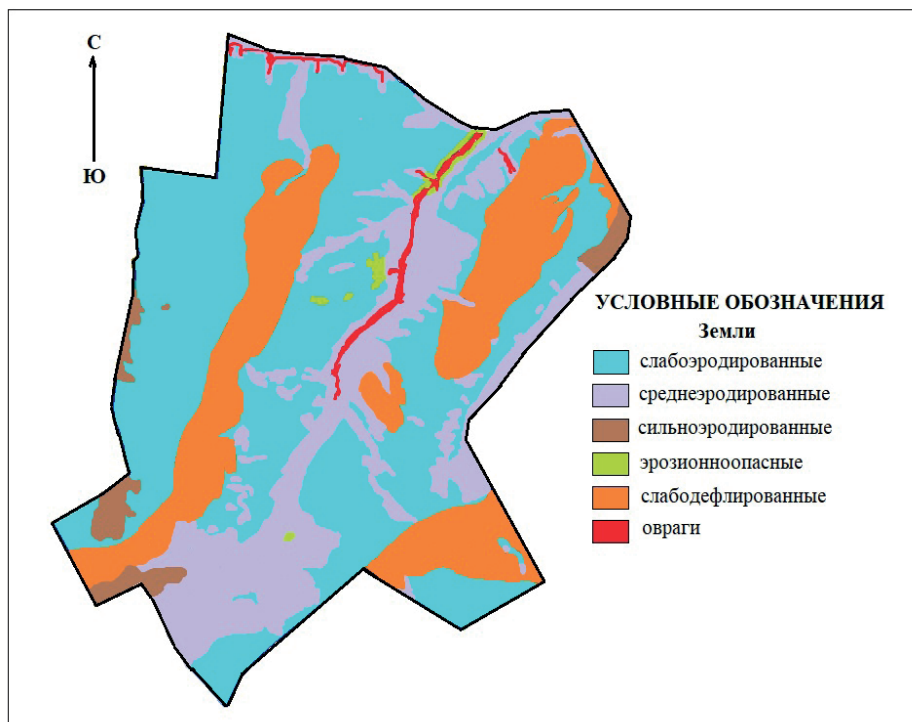


Рисунок 4 – Карта эрозии почв

Эрозионные и дефляционные процессы развиваются на внепойменной левобережной части исследуемой территории, доля которой составляет три четверти от общей площади. Эродированные почвы распространены на присетевых склонах, которые отличаются более высокой расчленённостью и крутизной. Дефлированные почвы выделены на самых высоких водораздельных пространствах.

Приведённые почвенные характеристики указывают на достаточно серьёзные отличия в почвенном покрове, которые отражаются на продуктивности сельскохозяйственных культур и количестве затрат на преодоление стрессовых (лимитирующих) воздействий на биологические объекты.

Оценка агроэкологического состояния агроландшафтов с использованием 11 показателей показала очень высокую степень сельскохозяйственной освоенности и распаханности исследуемой территории [15]. Дисбаланс между экологически устойчивыми элементами (лесополосы, акватории водных объектов, кормовые угодья, колки и пр.) искусственных ландшафтов и экологически неустойчивыми (пашня, населённые пункты, дороги и пр.) очень значительный и приводит к развитию деградационных процессов (рисунок 5).

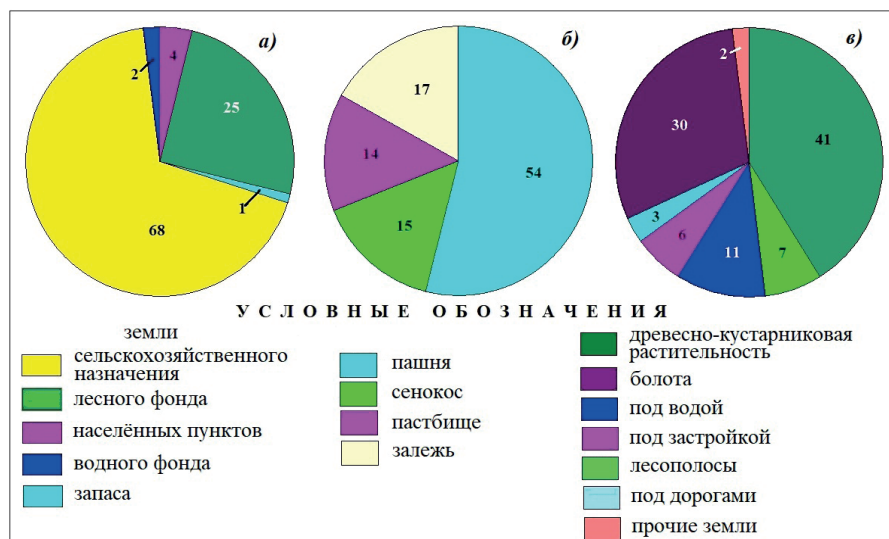


Рисунок 5 – Оценка структуры земельного фонда (а), сельскохозяйственных (б), несельскохозяйственных (в) угодий

Далее нами по 20 оценочным показателям произведена оценка устойчивости агроландшафтов хозяйствующего субъекта за счёт сопоставления антропогенно освоенных и природных территорий. Определено, что 20% территории приходится на очень неустойчивые агроландшафты, 62% – неустойчивые, 12% – среднеустойчивые, 6% – очень устойчивые. В целом агроландшафты аграрного землепользования неустойчивы и эффективность их использования будет значительно отличаться по угодьям, севооборотам и даже полям.

После оценки системы севооборотов в хозяйстве определили эрозионную опасность полевых и кормовых севооборотов, а также их почвозащитную роль по балансу органического вещества. В исследуемых агроландшафтах положительный баланс органического вещества имеет зернопаровой 4-польный севооборот, в котором первым полем севооборота является сидеральный пар и кормовой 6-польный севооборот, где преобладают многолетние травы, остальные полевые севообороты имеют отрицательный баланс. Наибольший дефицит органического вещества наблюдается в свекловичном севообороте, где предшественником для сахарной свёклы является чистый пар, в большей мере влияющий на дефицит органического вещества. Почти такой же дефицит гумуса образуется в зернопаровом 4-польном севообороте, где зерновые идут по кулисному пару, который даёт большие потери органического вещества за счёт минерализации почвенного гумуса.

Таким образом, агроландшафты являются основой производства всех видов сельскохозяйственной продукции и сырья, а их устойчивость изменяется от специализации сельскохозяйственного предприятия (животноводство, растениеводство) и, как следствие, набора сельскохозяйственных культур, для которых экологической нишей является агроэкологический тип со схожими экологическими факторами и условиями. Агроэкологический тип является классификационной единицей при ранжировании земель, для которого присущи однородные земельные участки, группируемые по признакам пригодности для сельскохозяйственных растений, а также производственно-технологическим признакам.

Агроэкологическая группировка земель (почв) посредством классификации по показателям производится на агроэкологически однородные участки [16, 17, 18]. Нами произведена группировка земель исследуемой территории до уровня подрода. Выделение видов и подвидов пока невозможно по причине отсутствия данных по микроструктуре почвенного покрова. Это достаточно трудоёмкий и дорогостоящий комплекс работ, который будет выполнен в последующей нашей научно-практической деятельности. Классификация земель исследуемых агроландшафтов позволила выделить 4 агроэкологических группы, в составе которых объективно выявлено 17 агроэкологических подгрупп. На приведённой карте экологического зонирования (рисунок 6) в масштабе 1:100000 смогли выделить 10 подгрупп.

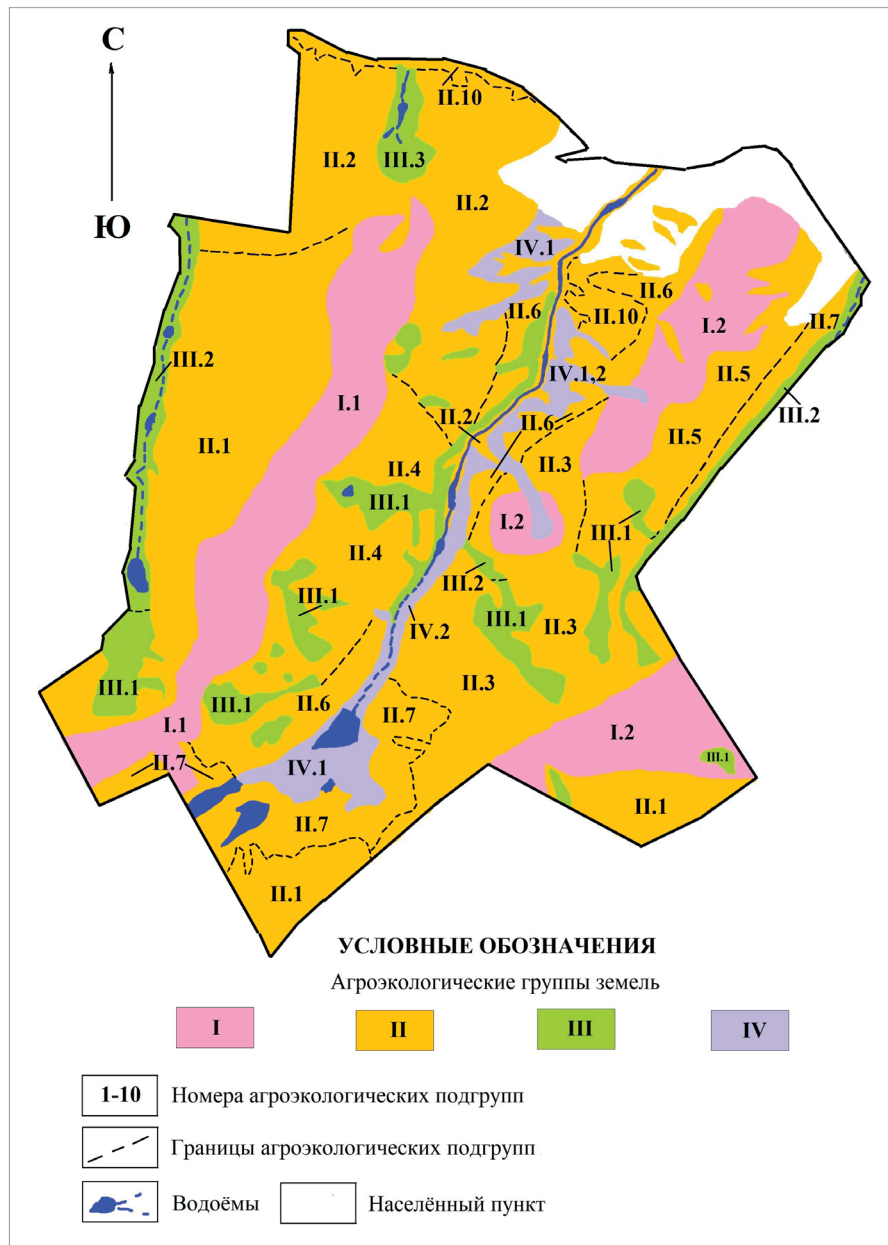


Рисунок 6 – Карта экологического зонирования территории

Первая агроэкологическая группа земель: зональные (водораздельных дренированных равнин) дефлированные – плоские водораздельные равнины, коэффициент расчленения (K_p)=0,27 км/км², горизонтальное расчленение ($Г_p$) 2-5 км; волнистые водораздельные равнины, K_p =0,37 км/км², $Г_p$ 1-2 км. Вторая агроэкологическая группа земель: эрозионные – приводораздельные очень пологонаклонные, K_p =0,27 км/км², $Г_p$ 1-3 км; приводораздельные волнистые пологонаклонные K_p =0,38 км/км², $Г_p$ 1,5-1,2 км; эрозионные плоскополого-наклонные, K_p =0,47 км/км², $Г_p$ 0,7-1,2 км; эрозионно-пологоволнистые, K_p =0,67 км/км², $Г_p$ 0,7-1,0 км; эрозионные волнистые пологонаклонные расчленённые ложбинами, K_p =0,78 км/км², $Г_p$ 0,5-0,7 км; эрозионно-ложбинные покатоволнистые, K_p =1,14 км/км², $Г_p$ 0,3-0,5 км.

Третья агроэкологическая группа земель: переувлажнённые полугидроморфные суффозионных депрессий (западин). Четвёртая агроэкологическая группа земель: солонцовые полугидроморфные почвы с солонцами 10-25%.

На основании проведённой оценки экологических условий территории возможны к реализации модели аграрного землепользования, отличающиеся различной устойчивостью (рисунок 7).

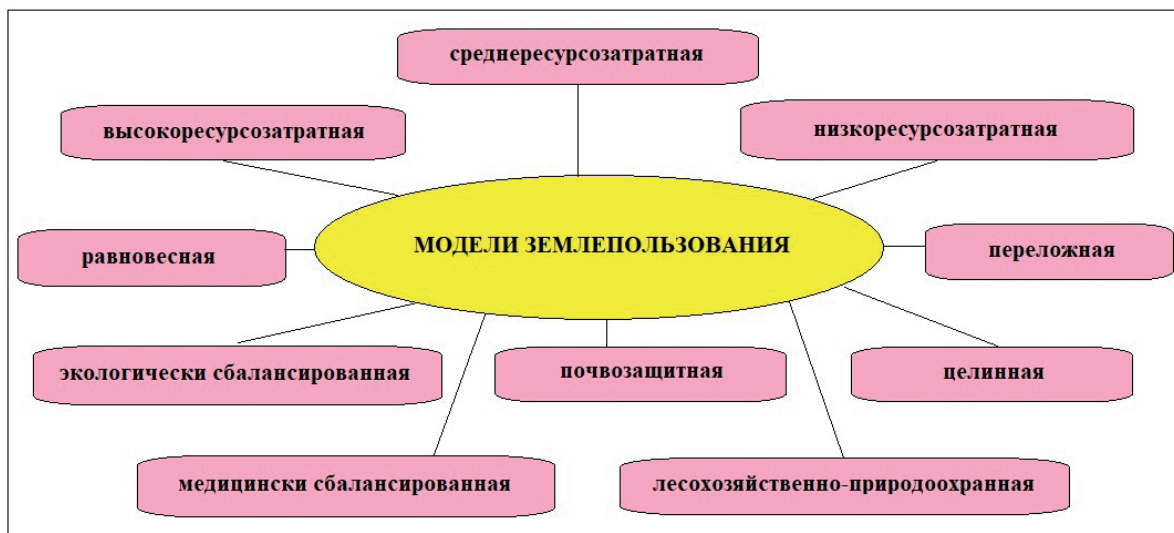


Рисунок 7 – Модели управления устойчивостью агроландшафтов

Приведённые авторами модели управления устойчивостью агроландшафтов отличаются по структуре посевных площадей, угодий, севооборотов, составу культур, агротехнологиям и, как следствие, землеёмкостью, капиталоемкостью, фондоёмкостью и рентабельностью, которые слагаются из оптимального соотношения экологических условий, влияющих на эффективное плодородие и продуктивность сельскохозяйственных культур. Сельхозтоваропроизводители могут выбрать для реализации тот или иной сценарий (модель), подходящий под природные условия, в которых расположено аграрное землепользование.

В нашем примере, оценка экологического состояния земель показала, что все пахотнопригодные земли размещаются на эолово-аллювиальных лёссовидных карбонатных отложениях среднесуглинистого гранулометрического состава с содержанием физической глины (частиц менее 0,01 мм) в пределах 35-40%. Почвы обладают более плотным сложением (1,05-1,25 г/см³), меньшей влагоёмкостью (21-33% массы почвы), большей мощностью гумусового слоя (53-55 см). Мощность гумусового слоя, содержание гумуса, влагоёмкость почв уменьшаются по мере движения от водоразделов к присетевым склонам, что обусловлено снижением влагозапасов, интенсивностью процессов почвообразования и увеличением геологической нормы смыва, которая нарастает по мере увеличения доли стока талых вод и ливневых осадков. Поэтому наиболее подходящими на исследуемых агроландшафтах будут экологически сбалансированная или почвозащитная модели, характеризующиеся большой долей средообразующих элементов (кормовых севооборотов с высокой долей многолетних трав, природоохранных лесных полос, залуженных и залежных участков и пр.).

На исследуемой территории наиболее оптимальными для распространенных сельскохозяйственных культур в лесостепной зоне являются земли, расположенные на высоте около 200 м над уровнем моря на склонах менее 2° на чернозёмных почвах. Эрозия и дефляция являются основными ограничивающими факторами, влияющими на устойчивость агроландшафтов. Вследствие этого, необходимо оптимизировать структуру посевных площадей с включением средостабилизирующих культур, к которым относятся севообороты с многолетними травами.

Дефицит элементов минерального питания, который выявлен на исследуемой территории, относится к управляемым лимитирующим факторам, содержание гумуса, недостаток влаги – к регулируемым, что обусловлено проявлением деградационных процессов на сельскохозяйственных угодьях, расположенных на водораздельных пространствах и склоновых землях. Комплексы агро-, фито-, мелиоративных мероприятий значительно отличаются друг от друга для интенсивного, активного и консервативного типов использования земель. Преодоление влияния того или иного лимитирующего экологического фактора, внутри каждой зоны будет существенно отличаться, а следовательно, и затраты на возделывание сельскохозяйственных культур также будут дифференцированы по себестоимости.

Заключение

В результате проведённой научной работы установили, что агроландшафты исследуемой территории расположены на плоскоувалистой равнине, на которой выделяются пять ландшафтных местностей. Местности характеризуются значительными отличиями по почвенным и морфометрическим характеристикам, которые способствуют развитию эрозионных процессов. Агроэкологическая оценка агроландшафтов показала высокую освоенность и распаханность территории. Определили, что 20% территории приходится на очень неустойчивые агроландшафты, 62% – неустойчивые, 12% – среднеустойчивые, 6% – очень устойчивые, что влияет на развитие деградационных процессов. Агроэкологическая группировка земель позволила выделить выделить 4 агроэкологических группы, в составе которых объективно выявлено 17 агроэкологических подгрупп. На основании полученных данных следует дифференцировать комплексы агро-, фито, мелиоративных мероприятий, отличающихся друг от друга интенсивностью использования сельскохозяйственных земель и, как следствие, регулировать устойчивость агроландшафтов.

Вклад авторов

Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку материалов и публикацию статьи.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках инициативных исследований, проводимых профессором В.Л. Татаринцевым по научной теме «Оценка, мониторинг, цифровизация, организация устойчивых агроландшафтов».

Список литературы

- 1 Рук. группы П. Дейл. (1996). *Руководящие принципы управления земельными ресурсами*. Нью-Йорк-Женева: ЕЭК ООН, 150.
- 2 *Саммит по устойчивому развитию*. (25-27 сентября 2015 года). Преобразование нашего мира в интересах людей и планеты. [Электронный ресурс] Организация Объединенных Наций.
- 3 *Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года*. (2018). (The 2030 Agenda for Sustainable Development). [Электронный ресурс].
- 4 Добровольные руководящие принципы ответственного регулирования вопросов владения и пользования земельными, рыбными и лесными ресурсами в контексте национальной продовольственной безопасности (2013). Рим, ФАО, 416.
- 5 Татаринцев, ВЛ, Лебедева, ЛВ, Сыздыкова, ГД, Инкаров, ДС. (2023). Управление устойчивостью аграрного землепользования на локальном уровне с использованием ГИС-технологий и специального картографического материала, *Устойчивое развитие горных территорий*. 15(4), 864-876.
- 6 Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ, Макенова, СК, Шостак, ММ. (2021). Геоэкологическая оценка ландшафтов как основа организации устойчивого аграрного землепользования. *Устойчивое развитие горных территорий*, 13(4), 485-497.
- 7 Tatarintsev, VL, Lisovskaya, YuS, Tatarintsev, LM. (2022) Agricultural Land Protection as a Basis of Sustainable Land Management in the Dry Steppes of Altai Krai. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 338-355.
- 8 Бунин, АА, Зырянов, АА, Мягкий, ПА, Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ. (2017). Зональные и внутризональные особенности развития эрозии и дефляции в Алтайском крае. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2(148), 29-37.
- 9 Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ, Ермаков, ФК, Лисовская, ЮС. (2022). Оценка агроэкологического состояния агроландшафтов для повышения их устойчивости. *Устойчивое развитие горных территорий*, 14(1), 76-87.
- 10 Ландшафтная карта Алтайского края (2016). Спец. содерж. разработ. Цимбалеем, ЮМ, под науч. рук. Винокурова, ЮИ, Барнаул: ИВЭП СО РАН.

- 11 Татаринцев, ВЛ, Мерзляков, ОЭ, Озеранская, НЛ, Шакинова, ЖК. (2022). Анализ качественного состояния сельскохозяйственных угодий как основа устойчивости аграрного землепользования. *Устойчивое развитие горных территорий*, 14(4), 644-656.
- 12 Ещенко, ЕГ, Ещенко, СИ, Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ. (2018). Варьирование урожайности сельскохозяйственных культур под воздействием различных факторов. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 9(167), 46-52.
- 13 Bailey-Serres, J, Parker, JE, Ainsworth, EA, Oldroyd, GED, Schroeder, JI. (2019). Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, 575(7781), 109-18.
- 14 Hall, ES. (2017). A Decision Support Tool for Sustainable Land Use, Transportation, Buildings/Infrastructure, and Materials Management. *American Journal of Environmental Engineering*, 7(2). 35-46.
- 15 Татаринцев, ЛМ, Татаринцев, ВЛ, Пушкарева, ТИ. (2002). *Каптановые почвы Кулундинской степи и их изменение при орошении: монография*. Барнаул: Изд-во АГУ, 117.
- 16 Tatarintsev, VL, Shostak, MM, Tatarintsev, LM. (2022). Organizing Sustainable Agricultural Land Management in Altai Krai: a Geo-Ecological Prospect. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 356-372.
- 17 Татаринцев, ВЛ, Власова, ТВ. (2009). Оценка землепользования в муниципальных образованиях сухостепной зоны Кулунды. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 8(58), 26-30.
- 18 Tatarintsev, V, Lisovskaya, Yu, Tatarintsev, L. (2021). Agricultural landscape quality as a key factor fostering environmentally safe agricultural land use in the arid steppe of the Altai Region. *Earth and Environmental Science*, 670, 012036.

References

- 1 Ruk. gruppy P. Dejl. (1996). *Rukovodjashhie principy upravlenija zemel'nymi resursami*. N'iyu-Jork-Zheneva: EJeK OON, 150.
- 2 *Sammit po ustojchivomu razvitiyu. (25-27 sentjabrja 2015 goda)*. Preobrazovanie nashego mira v interesah ludei i planety. [Eelektronnyi resurs] Organizaciya Obedinennyh Nacii.
- 3 *Povestka dnya v oblasti ustoichivogo razvitiya na period do 2030 goda*. (2018). (The 2030 Agenda for Sustainable Development). [Eelektronnyj resurs].
- 4 Dobrovol'nye rukovodjashhie principy otvetstvennogo regulirovaniya voprosov vladenija i pol'zovaniya zemel'nymi, rybnymi i lesnymi resursami v kontekste nacional'noi prodovol'stvennoi bezopasnosti (2013). Rim, FAO, 416.
- 5 Tatarincev, VL, Lebedeva, LV, Syzdykova, GD, Inkarov, DS. (2023). Upravlenie ustojchivost'yu agrarnogo zemlepol'zovaniya na lokal'nom urovne s ispol'zovaniem GIS-tekhnologii i special'nogo kartograficheskogo materiala. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 15(4), 864-876.
- 6 Tatarincev, VL, Tatarincev, LM, Makenova, SK, SHostak, MM. (2021). Geoekologicheskaya ocenka landshaftov kak osnova organizacii ustojchivogo agrarnogo zemlepol'zovaniya. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 13(4), 485-497.
- 7 Tatarintsev, VL, Lisovskaya, YuS, Tatarintsev, LM. (2022) Agricultural Land Protection as a Basis of Sustainable Land Management in the Dry Steppes of Altai Krai. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 338-355.
- 8 Bunin, AA, Zyryanov, AA, Myagkii, PA, Tatarincev, VL, Tatarincev, LM. (2017). Zonal'nye i vnuzrizonal'nye osobennosti razvitiya erozii i deflyacii v Altaiskom krae. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(148), 29-37.
- 9 Tatarincev, VL, Tatarincev, LM, Ermekov, FK, Lisovskaya, YUS. (2022). Ocenka agroekologicheskogo sostoyaniya agrolandshaftov dlya povysheniya ih ustojchivosti. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 14(1), 76-87.
- 10 Landshaftnaya karta Altaiskogo kraja (2016). Spec. sodерж. razrab. Cimbaleem, YUM, pod nauch. ruk. Vinokurova, YUI, Barnaul: IVEP SO RAN.
- 11 Tatarincev, VL, Merzlyakov, OE, Ozeranskaya, NL, SHakenova, ZHK. (2022). Analiz kachestvennogo sostoyaniya sel'skohozyaistvennyh ugodii kak osnova ustojchivosti agrarnogo zemlepol'zovaniya. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 14(4), 644-656.

12 Eshchenko, EG, Eshchenko, SI, Tatarincev, VL, Tatarincev, LM. (2018). Var'irovanie urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur pod vozdеmstviem razlichnyh faktorov. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 9(167), 46-52.

13 Bailey-Serres, J, Parker, JE, Ainsworth, EA, Oldroyd, GED, Schroeder, JI. (2019). Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, 575(7781), 109-18.

14 Hall, ES. (2017). A Decision Support Tool for Sustainable Land Use, Transportation, Buildings, Infrastructure, and Materials Management. *American Journal of Environmental Engineering*, 7(2). 35-46.

15 Tatarincev, LM, Tatarincev, VL, Pushkaryova, TI. (2002). *Kashtanovye pochvy Kulundinskoi stepi i ih izmenenie pri oroshenii: monografiya*. Barnaul: Izd-vo AGU, 117.

16 Tatarintsev, VL, Shostak, MM, Tatarintsev, LM. (2022). Organizing Sustainable Agricultural Land Management in Altai Krai: a Geo-Ecological Prospect. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 356-372.

17 Tatarincev, VL, Vlasova, TV. (2009). Ocenka zemlepol'zovaniya v municipal'nyh obrazovaniyah suhostepnoi zony Kulundy. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 8 (58), 26-30.

18 Tatarintsev, V, Lisovskaya, Yu, Tatarintsev, L. (2021). Agricultural landscape quality as a key factor fostering environmentally safe agricultural land use in the arid steppe of the Altai Region. *Earth and Environmental Science*, 670, 012036.

Экологиялық жағдайларды бағалау арқылы агроландшафттардың тұрақтылығын басқару

Татаринцев В.Л., Оспанова А.А., Джаманкулова Б.Г., Музыка О.С.

Түйін

Алғышарттар және мақсат. Дүние жүзіндегі заманауи ауыл шаруашылығы кәсіпорындары сыни қысымды бастан кешіруде, осы жағдай мемлекеттердің азық-түлік қауіпсіздігіне және олардың азаматтарының өмір сүру сапасына әсер етуде. Ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасының төмендеуі, өнімділіктің азаюуы, жердің беткі қабатының тозуы ауыл шаруашылығы жерлерін пайдаланудың негізі болып табылатын ауылшаруашылық ландшафтарына әсер ететін экологиялық қасиеттері мен антропогендік факторлары туралы өзекті ақпараттың болмауы нәтижесі. Шағын және орта ауыл шаруашылығы жер пайдаланушылығы үшін тиімді жер құнарлығын арттыру үшін қолданылатын заманауи шаралар әрқашан тиімді және қолжетімді бола бермейді. Технологияларды біріктіру көптеген себептерге байланысты мүмкін еместігіне байланысты. Негізгі себептердің бірі – ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін шектейтін экологиялық жағдайлар мен факторлардың әртүрлілігі. Зерттеудің мақсаты – Алтай өлкесінің орманды дала аймағында орналасқан жер пайдаланушылықтың экологиялық жағдайын бағалау негізінде ауыл шаруашылығы агроландшафттарының тұрақтылығын басқару мүмкіндігін зерттеу.

Материалдар мен әдістер. Ғылыми зерттеуде еркін қолжетімді әртүрлі уақыт аралықтарында аумақтың ландшафттарының элементтерін зерттеген жобалар және ғылыми ұйымдардың материалдары пайдаланылды. Жұмыста зерттеу авторларының жеке ғылыми деректері де пайдаланылды. Зерттеу жалпы келесі ғылыми әдістерге негізделген: сипаттау, талдау және синтез, тарихи, бақылау, жүйелік талдау.

Нәтижелер. Мақалада жалпы ауданы 17,2 мың га асатын Алтай өлкесінің орманды даласында орналасқан ауыл шаруашылығы жерлерін пайдаланудың экологиялық жағдайын зерттеу нәтижелері берілген. Егістік және мал азықтық алқаптарды бойынша 23 сапа көрсеткіші бойынша бағалау жүргізілді. Ауылшаруашылық ландшафттарының тұрақтылығына физикалық-географиялық, табиғи-климаттық, геоморфологиялық, топырақ жағдайлары, табиғи және антропогендік факторлар, сонымен қатар олардың бірлескендегі әсері ықпал ететіні анықталды. Ландшафттарды биологиялық объектілерге (ауыл шаруашылығы дақылдарына) шекті (лимитті) әсер етуіне қарай сараладық. Экологиялық аймақтарға бөлу және жерді типтеу негізінде ауыл шаруашылығы өндірісінің әртүрлі сценарийлерін ұсынатын ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану үлгілері әзірленді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері ғылыми және жобалық ұйымдар - жобалау және болжау, ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану және табиғатты қорғау шаралары бойынша ұзақ мерзімді құжаттарды ресімдеуде мемлекеттік және муниципалды ұйымдарға, жергілікті деңгейде жер ресурстарын басқаруға, ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілерге жер пайдалануды ұйымдастыру кезінде (жердің құрылымы, егіс алқаптары, ауыспалы егістер және т.б.) пайдалануға ұсынылады.

Кілт сөздер: қоршаған орта жағдайын бағалау; ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану; ауыл шаруашылығы ландшафттарын басқару; ауыл шаруашылығы жерлері; жерлерді агроэкологиялық топтастыру; жердің экологиялық жағдайы.

Managing the sustainability of agricultural landscapes through assessing environmental conditions

Vladimir L. Tatarintsev, Aidana A. Ospanova, Bakhitzhan G. Djamankulova,
Olesya S. Muzyka

Abstract

Background and Aim. Modern agricultural enterprises worldwide are experiencing critical pressures that affect the food security of states and the quality of life of their citizens. As a result of the lack of up-to-date information about the environmental properties and anthropogenic factors affecting agricultural landscapes, which are the basis of agricultural land use, they degrade, become less productive, and the quality of farm products decreases. Modern measures used to increase effective fertility are not always effective and affordable for small and medium-sized agricultural farms. This is because it is not possible to unify technologies for many reasons. One of the main reasons is the diversity of environmental conditions and factors limiting the productivity of crops. The purpose of the study is to study the possibility of managing the sustainability of agricultural landscapes based on an assessment of the environmental conditions of the management of an organization whose land use is located in the forest-steppe zone of the Altai Territory.

Materials and Methods. The scientific research used materials from design and scientific organizations that studied elements of the territory's landscapes at various time intervals, which are in the public domain. The work also used the personal scientific data of the study authors. The research is based on general scientific methods: description, analysis and synthesis, history, observation, as well as system analysis.

Results. The article presents the results of a study of the environmental conditions of agricultural land use located in the forest-steppe of the Altai Territory, with a total area of more than 17.2 thousand hectares. The assessment was carried out using 23 quality indicators on arable forage lands. It has been established that the sustainability of agricultural landscapes is influenced by physical-geographical, natural-climatic, geomorphological, soil conditions, natural and anthropogenic factors, as well as their joint influence. We differentiated landscapes based on the influence of limiting influences on biological objects. Based on environmental zoning and land typical, models of agricultural land use were developed, suggesting different scenarios for agricultural production.

Conclusion. The research results are recommended for use by state and municipal authorities when managing land resources at the local level, and by agricultural producers when organizing land, scientific and design organizations and forecasting, drawing up long-term documents on the use of agricultural land and conservation measures.

Keywords: assessment of environmental conditions; agricultural land use; management of agricultural landscapes; agricultural lands; agro-ecological grouping of lands; ecological state of lands.