

3. Ekonomicheskie modeli v zemleustroistve: ucheb.-prakt. posobie / S.N. Volkov. – M.: MSKHiPRF, 2001. – 283 s.

4. Ustanovlenie optimal'nogo razmera sovkhosa i ego vnutrikhozyaistvennykh podrazdelenii: metodicheskoe posobie. – VNIIESKh, Institut ekonomiki AN SSSR. – M., 1963. – 72 s.

5. Varlamov A.A., Gal'chenko S.A. Gosudarstvennyi kadastr nedvizhimosti. – M.: Kloss, 2012. – 679 s.

6. Meretskii V.A., Zhigulina T.N. Formirovanie ekonomicheski optimal'noi ploshchadi

sel'skokhozyaistvennogo zemlepol'zovaniya v regione // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 2 (124). – S. 154-159.

7. Zhigulina T.N., Meretskii V.A. Ispol'zovanie priemov gruppirovki dlya opredeleniya effektivnykh razmerov ploshchadi sel'skokhozyaistvennykh organizatsii pri zemleustroistve // Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya: sb. statei: v 2 ch. / Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ufa: MTsll OMEGA SAINS, 2016. – Ch. 2. – S. 170-172.



УДК 631.452:631.58:631.95

А.Е. Кудрявцев, В.В. Вольнов, А.С. Давыдов
A.Ye. Kudryavtsev, V.V. Volnov, A.S. Davydov

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ

THE METHODS OF AGROECOLOGICAL EVALUATION OF ARABLE SOIL FERTILITY TO DESIGN THE CROPPING SYSTEMS ON LANDSCAPE BASIS

Ключевые слова: агроэкологическая оценка, уровни агроэкологического состояния, индикаторы плодородия почв, типы агроландшафтов, степень деградации, категории земель, адаптивно-ландшафтное земледелие.

Предлагается новый подход классификации агроландшафтов на основе комплексной агроэкологической оценки плодородия пахотных почв. Критериями, оценивающими меру экологической опасности, служат природные условия и хозяйственная деятельность человека, которые стимулируют либо тормозят развитие процессов деградации. На территории Алтайского края предлагается выделять такие природно-территориальные комплексы, как сухая степь, колючая степь, умеренно-засушливая степь, лесостепь, предгорные равнины Салаира и Алтая. Выделение природно-территориальных комплексов обосновано природными условиями, хозяйственной деятельностью и развивающимися деградационными процессами. В каждом выделенном ПТК имеет место агроландшафт, который характеризуется своими геоморфологическими, природно-климатическими, почвенными условиями и, как следствие, плодородием, а также возможными деградационными процессами. Ведущими деградационными процессами в выделенных природно-территориальных комплексах являются процессы дефляции, плоскостного смыва, засоления, осолонцевания и подкисления. Оценка общей направленности деградационных процессов не может являться способом, позволяющим конкретизировать процесс деградации конкретного почвенного ареала. Для этих целей разработаны индикаторы параметров плодородия, имеющие свои количественные и качественные показатели. Совокупность

индикаторов с критическими значениями позволяет выделять уровни агроэкологического состояния плодородия, которые отражают состояния ландшафтных фаций – географически неделимых элементарных ПТК, в пределах которого сохраняется практически однородный экологический режим. На основании разработанных индикаторов параметров плодородия, характеризующих агроэкологическое состояние и скорость деградационных процессов, предлагается выделять такие уровни агроэкологического состояния, как «Норма», «Риск», «Кризис» и «Бедствие». Эти уровни носят формализованный характер. В каждом агроландшафте своя специфика, отражающая направленность деградационных процессов. Выбранный методический подход позволяет применять для каждого ареала научно обоснованные системы земледелия.

Keywords: agroecological evaluation, agroecological condition levels, soil fertility indicators, agricultural landscape types, degradation degree, land category, adaptive-landscape agriculture.

A new approach to the agricultural landscape classification based on a comprehensive agroecological evaluation of arable soil fertility is proposed. The criteria that evaluate the measure of environmental hazard are the natural conditions and human economic activity that stimulate or reduce the development of degradation. It is proposed to distinguish the following natural territorial complex within the territory of the Altai Region: dry steppe, forest-outlier steppe, temperate dry steppe, forest-steppe, foothill plains of the Salair Ridge and the Altai Mountains. The identification of these natural-territorial complexes is determined by the natural conditions,

economic activities and developing degradation processes. Each natural-territorial complex has the agrolandscape characterized by its own geomorphological, climatic and soil conditions, and, as a consequence, soil fertility and possible degradation processes. The major degradation processes in the distinguished natural-territorial complexes are deflation, sheet washing, salinization, alkalization and acidification. The evaluation of the general direction of the degradation processes cannot be the way to specify the degradation of a specific soil area. Soil fertility indicators with their quantitative and qualitative indices have been developed for this purpose. The collective indicators with critical values enable to define

the levels of agro-ecological condition of fertility that reflect the status of landscape facies, i.e. geographically indivisible elementary natural-territorial complexes with practically uniform ecological regime. Based on the developed fertility indicators characterizing the agro-ecological condition and degradation rate, it is proposed to distinguish such agro-ecological condition levels as "Standard", "Risk", "Crisis" and "Disaster". These levels are formalized. Each landscape has its own features reflecting degradation direction. The chosen methodological approach enables to apply the science-based cropping systems for each area.

Кудрявцев Андрей Ермолаевич, д.б.н., проф. каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-51. E-mail: kae5959@mail.ru.

Вольнов Виктор Васильевич, д.с.-х.н., проф. каф. мелиорации земель и экологии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Давыдов Александр Степанович, д.с.-х.н., зав. каф. мелиорации и экологии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Kudryavtsev Andrey Yermolayevich, Dr. Bio. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-51. E-mail: kae5959@mail.ru.

Volnov Viktor Vasilyevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Land Reclamation and Ecology, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Davydov Aleksandr Stepanovich, Dr. Agr. Sci., Head, Chair of Land Reclamation and Ecology, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Введение

Почва обеспечивает растения всеми необходимыми условиями и в то же время при интенсивном использовании с течением времени деградирует. Причем интенсивность этих процессов на разных территориях не одинакова. В большинстве случаев деградация обусловлена природными условиями и системами земледелия, которые создают оптимальные тепловой, воздушный, водный, питательный режимы почв и могут либо стимулировать почвообразовательный процесс, либо его тормозить. Существуют различные подходы типизации агроландшафтов. Так, А.Н. Каштановым, В.Е. Явтушенко для разработки методики по агроэкологической оценке склоновых земель была использована контурно-мелиоративная организация территорий, в основе которой рельеф и его элементы – крутизна, экспозиция, протяженность склонов [1]. В.И. Кирюшиным разработана агроэкологическая оценка земель, которая позволяет строить модели адаптивно-ландшафтной системы земледелия на основе выделяемой агроэкологической группы [2]. И.И. Васенёвым, В.Г. Хахулиным и другими предложена методика агроэкологической типизации земель и почв в агроландшафте, авторами разработаны алгоритмы и технологические элементы компьютерного формирования [3]. Предлагается принципиально новый подход комплексной типизации агроландшафтов на основе агроэкологической оценки плодородия пахотных почв, позволяющий оценить современное состояние агроланд-

шафта, и при помощи выделенных уровней агроэкологического состояния в дальнейшем разработать адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

Задачи исследования: выявить основные деградационные процессы в выделенных агроландшафтах; установить динамичность деградационных процессов; разработать индикаторы свойств почв и предложить уровни агроэкологического состояния плодородия пахотных почв.

Объекты и методы исследования

Работа выполнена на кафедре почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета совместно с Алтайским НИИ сельского хозяйства в период с 1996 по 2015 гг. Объектами исследований послужили агроландшафты Алтайского края и почвы. Поскольку основополагающим элементом агроландшафта является почвенный покров, который состоит из почвенных индивидуумов – элементарных почвенных ареалов, следовательно, при использовании почвенных ресурсов, как правило, изменяется не агроландшафт и не почвенный ареал, а какая-то составляющая почвенного плодородия. Поэтому показатели плодородия являются определяющими не только в элементарном почвенном ареале, но и в целом для почвенного покрова и, как следствие, характеризуют агроландшафт. Для решения поставленных задач использовали материалы почвенного и геоботанического обследования, топографические карты, почвенные карты, выполненные

ОАО «АлтайНИИГипрозем», а также результаты собственных исследований по оценке плодородия.

Экспериментальная часть

Для агроэкологической оценки плодородия вскрывали разрезы, ориентируясь на архивные материалы предыдущих почвенных обследований, отбирали почвенные образцы, в которых определяли основные свойства, позволяющие охарактеризовать изменения плодородия во времени, такие как мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, реакция среды, содержание подвижных форм элементов питания, гранулометрический состав и др. Для совместимости полученных результатов и результатов предыдущих туров обследования перечисленные показатели плодородия определяли методиками предыдущих туров обследования. В местах заложения разрезов проводили биологический учет урожая, позволяющий судить об эффективном плодородии. Результаты полевых, лабораторных исследований и архивные материалы были статистически обработаны по программе StatGraf.

Для определения значимости влияния изучаемых факторов на интенсивность эрозионных процессов в пахотных почвах, а также зависимость урожайности яровой пшеницы использовалась информационно-логическая модель, которая позволяет безошибочно прогнозировать величину смыва почвы в зависимости от факторов эрозии.

Зависимость урожайности яровой пшеницы от элементов плодородия почв определялась математической моделью [5]. Оценка агроэкологического состояния проводилась на основе выделенных индикаторов плодородия почв с использованием методических рекомендаций [6], которые позволяли характеризовать степень и интенсивность деградации почв.

Результаты исследований

Рост населения и технический прогресс обуславливает увеличение антропогенной нагрузки на ландшафты в целом и в частности на агроландшафты. По оценкам специалистов агроландшафты составляют 10% суши, на долю природных ландшафтов приходится 40% [4]. В Алтайском крае более 70% территории занято антропогенными ландшафтами, из которых 90% – агроландшафты. С течением времени агроландшафты не только меняют свой облик, но и могут деградировать. Как правило, процессам деградации в большей степени подвержены почвы. Такие компоненты, как климат, рельеф, остаются неизменными. Критерием, оценивающим меру экологической опасности, служат природные условия, которые стимулируют либо

тормозят развитие процессов деградации, а также хозяйственная деятельность человека. На территории Алтайского края предлагается выделять следующие типы антропогенных ландшафтов: агроландшафты сухой степи, агроландшафты умеренно-засушливой степи, агроландшафты колочной степи; агроландшафты лесостепи, агроландшафты предгорных равнин Алтая и агроландшафты предгорных равнин Салаира (рис.).

Предложенная схема дает возможность оценить характер природных условий, способствующих развитию процессов деградации и более эффективно разработать механизмы по предотвращению и приостановлению деградационных процессов. Каждый выделенный агроландшафт характеризуется своими геоморфологическими, природно-климатическими, почвенными условиями и, как следствие, плодородием, а также возможными деградационными процессами [5]. Безусловно, отличие агроландшафтов сухой степи и предгорных равнин Салаира ярко прослеживается не только в геоморфологическом, климатическом, почвенном аспекте, но и по занимаемой площади. Так, в сухой степи Алтая агроландшафтами занято 90% территории, в то время как в предгорьях Салаира – в лучшем случае 20-30%.

Схожие между собой по геоморфологии и климату агроландшафты, например, предгорные равнины Алтая и Салаира, различаются почвенным покровом и, как следствие, характером сельскохозяйственного использования. Однако выделенные антропогенные ландшафты в полной мере не позволяют определить развитие деградационных процессов. В каждом выделенном агроландшафте на сегодняшний день прослеживается четкая схема, указывающая на подверженность почвенного покрова тем или иным видам и степени деградации (табл. 1). Безусловно, для каждого агроландшафта или группы близких агроландшафтов характерны свои виды деградации и интенсивность их проявления. В каждом выделенном агроландшафте имеют место территории, не подверженные процессам деградации, однако их площади различны. Больше всего видов деградации присутствует в агроландшафтах сухой степи Алтая. Этот агроландшафт подвержен процессам засоления, осолонцевания, дефляции, агроландшафты колочной степи, лесостепи и предгорных равнин Алтая и Салаира – в большей степени плоскостному смыву и процессам подкисления.

В связи с этим одна из фундаментальных задач исследований состоит в выяснении и анализе основных причин, обуславливающих деградацию плодородия агроландшафтов. Проблемы обустройства агроландшафтов, ее социально-экономические и экологические

основы и глобальные масштабы требуют рассмотрения вопросов, связанных с регулированием энергетических, биологических и геохимических процессов, происходящих в природных системах. Для реализации этой концепции необходима общая методологическая основа, в качестве которой могут и должны служить принципы оценки плодородия почв. Основываясь на учениях классиков почвоведения, считаем, что плодородие – это живой и самодостаточный процесс, который можно регулировать не только с помощью систем земледелия, но и с помощью научно обоснованной организации территории с выделением уровней агроэкологического состояния.

Методическая часть выделения уровней агроэкологического состояния пахотных почв заключается в установлении агроэкологической напряженности плодородия пахотных почв с использованием разработанной шкалы динамичности деградационных процессов [6, 7]. Динамичность оценивает интенсивность развития деградационных процессов и в целом плодородие пахотных почв, как природной системы, которая определяет скорость экологических нарушений за промежуток времени. Используя разработанную шкалу динамичности, можно объективно оценить изменения параметров плодородия по таким

свойствам почв, как мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, содержание илстой фракции и др. Динамичность процессов деградации в выделенных антропогенных ландшафтах различна, поскольку деградация обусловлена разной направленностью происходящих процессов, например, в агроландшафтах сухой степи преобладает процесс дефляции, засоления и ощелачивания, в то время как в агроландшафтах лесостепи преобладают плоскостной смыв и процессы подкисления. Оценка общей направленности деградационных процессов не может являться способом, позволяющим конкретизировать процесс деградации конкретного почвенного ареала. Для этих целей нами разработаны индикаторы параметров плодородия. Под индикатором следует понимать границы интервалов того или иного параметра плодородия, свидетельствующие о критическом значении параметров плодородия. Совокупность индикаторов с критическими значениями позволяет выделять уровни агроэкологического состояния плодородия. Для каждого из выделенных агроландшафтов Алтая индикаторы будут иметь свои различные количественные и качественные показатели плодородия. Общая схема состояния индикаторов представлена в таблице 2.

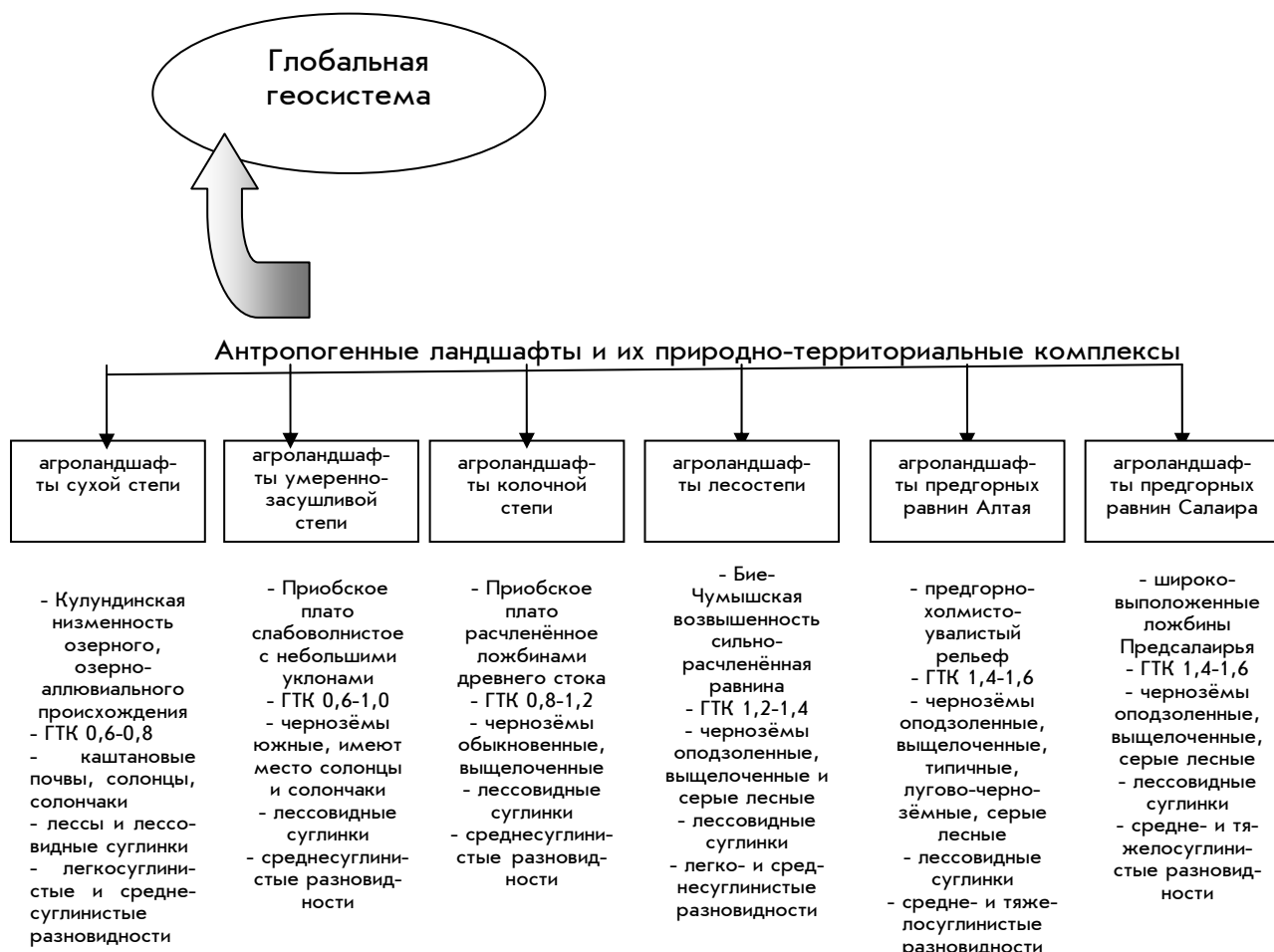


Рис. Природно-территориальные комплексы Алтайского края

Таблица 1

Характеристика агроландшафтов Алтайского края на основе деградационных процессов почв

Деградационные процессы почв в агроландшафтах					
агроландшафты сухой степи	агроландшафты умеренно-засушливой степи	агроландшафты колючей степи	агроландшафты лесостепи	агроландшафты предгорных равнин Алтая	агроландшафты предгорных равнин Салаира
- агроландшафты, не подверженные процессам деградации почв					
- агроландшафты подвержены процессам ошелачивания:			агроландшафты, подверженные процессам подкисления:		
- слабая степень солонцеватости			- сильная степень насыщенности основаниями		
- средняя степень солонцеватости		- средняя степень насыщенности основаниями			
- сильная степень		- слабая степень насыщенности основаниями			
- солонцы		агроландшафты, подверженные плоскостному смыву:			
- агроландшафты подвержены процессам засоления:		- слабосмытые			
по химизму засоления:		- среднесмытые			
- хлоридные				- сильносмытые	
- сульфатные		агроландшафты, подверженные линейной эрозии (овраги)			
- гидрокарбонатные					
по степени засоления:					
- слабосолонцеватые					
- среднесолонцеватые					
- сильносолонцеватые					
по глубине залегания солей:					
- солончаковые					
- солончаковатые					
- агроландшафты подвержены процессам дефляции					
- слабо развееваемые					
- средне развееваемые					
- сильно развееваемый					

Таблица 2

Оценка уровней агроэкологического состояния по параметрам плодородия, состоянию индикаторов, степени деградации и категории земель

Параметры плодородия, степень деградации, категории земель, УАС	Индикаторы					
	<3	3-10	11-25	26-50	51-75	>75
Уменьшение мощности А+ВВ, % от исходного*	<3	3-10	11-25	26-50	51-75	>75
Уменьшение гумуса, % от исходного	<3	3-10	11-20	21-40	41-65	>65
Увеличение кислотности почв рН, % от исходного	<3	3-10	11-15	16-20	21-25	>25
Уменьшение содержания физической глины, %	<6	6-15	16-22	22-28	28-34	>34
Уменьшение содержания илистой фракции, %	<4	4-10	11-20	21-40	41-65	>65
Увеличение площади эродированных почв, % от площади категории земель	<3	3-10	11-20	21-30	31-50	>50
Уменьшение содержания нитратного азота, % от исходного	<10	10-20	21-40	41-60	61-80	>80
Уменьшение запасов подвижного фосфора, % от исходного	<10	10-20	21-40	41-60	61-80	>80
Уменьшение запасов обменного калия, % от исходного	<10	10-20	21-40	41-60	61-80	>80
Уменьшение кол-ва водопрочных агрегатов, %	<5	5-15	15-25	25-30	30-40	>40
Уменьшение кол-ва структурных агрегатов, %	<5	5-15	15-25	25-30	30-40	>40
Снижение продуктивности, % от нормы	0	<20	21-40	41-60	61-80	>81
Степень деградации	0	1	2	3	4	5
Категория земель	I	II	III	IV	V	VI
УАС – уровни агроэкологического состояния	Н**	P ₁	P ₂	K ₁	K ₂	Б

* За исходное принимается состояние недеградированного аналога (нулевая степень деградации).

** УАС: Н – норма; P₁ – умеренного риска; P₂ – повышенного риска; K₁ – умеренного кризиса; K₂ – повышенного кризиса, Б – бедствия.

На основании разработанных индикаторов параметров плодородия, характеризующих агроэкологическое состояние и скорость деградационных процессов, предлагается выделять такие уровни агроэкологического состояния, как «Норма», «Риск», «Кризис» и «Бедствие». Эти уровни носят формализованный характер, в каждом агроландшафте своя специфика, отражающая направленность деградационных процессов, это является основанием для типизации агроландшафтов. Выбранный методический подход позволяет применять для каждого ареала научно обоснованные системы земледелия.

Выводы

Таким образом, предлагаем на территории Алтайского края выделять такие агроландшафты, как агроландшафты сухой степи; агроландшафты умеренно-засушливой степи; агроландшафты колючей степи; агроландшафты лесостепи; агроландшафты предгорных равнин Алтая и агроландшафты предгорных равнин Салаира. Преобладающими деградационными процессами в степной части является дефляция в лесостепи – водная эрозия. Интенсивность деградационных процессов определяется состоянием индикаторов плодородия почв, которые сигнализируют об его изменениях за определённый промежуток времени, что позволяет определить уровень экологического состояния пахотных земель, а на последующих этапах работы провести типизацию агроландшафтов, с учетом которой формировать адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

Библиографический список

1. Каштанов А.Н., Явтушенко В.Е. Агроэкология почв склонов. – М.: Колос, 1997. – 239 с.
2. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов. – М.: КолосС, 2011. – 448 с.
3. Васенев И.И., Руднев Н.И., Хахулин В.Г. Методика агроэкологической типизаций земель в агроландшафте. – М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2004. – 366 с.
4. Вольнов В.В., Мухин В.Н. Оптимизация эрозийноопасных агроландшафтов в Алтай-

ском крае: монография / РАСХН, Сиб. регион. отд-е, ГНУ Алтайский НИИСХ. – Барнаул, 2014. – 177 с.

5. Кудрявцев А.Е., Райхерт Е.В., Шторм О.Н. Интенсивность использования земельных ресурсов в пашне // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10 (48). – С. 5-10.

6. Кудрявцев А.Е., Давыдов А.С., Шторм О.Н. Агроэкологическая оценка динамичности параметров плодородия пахотных почв Алтайского Приобья и межгорных котловин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 9. – С. 30-33.

7. Ehrlich P.R., A.H. Ehrlich, Holdren J.P. Human Ecology: Problems and Solutions. – W.H. Freeman and Co., San Francisco. 1973.

References

1. Kashtanov A.N., Yavtushenko V.E. Agroekologiya pochv sklonov. – M.: Kolos, 1997. – 239 s.

2. Kiryushin V.I. Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i proektirovaniya agrolandshaftov. – M.: KolosS, 2011. – 448 s.

3. Vasenev I.I., Rudnev N.I., Khakhulin V.G. Metodika agroekologicheskoi tipizatsii zemel' v agrolandshafte. – M.: Izd-vo Rossel'khozakademii, 2004. – 366 s.

4. Vol'nov V.V., Mukhin V.N. Optimizatsiya erozionnoopasnykh agrolandshaftov v Altaiskom krae: monografiya. – RASKhN, Sib. region. otd-ye, GNU Altaiskii NIISKh. – Barnaul, 2014. – 177 s.

5. Kudryavtsev A.E., Raikhert E.V., Shtorm O.N. Intensivnost' ispol'zovaniya zemel'nykh resursov v pashne // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 10 (48). – S. 5-10.

6. Kudryavtsev A.E., Davydov A.S., Shtorm O.N. Agroekologicheskaya otsenka dinamichnosti parametrov plodorodiya pakhotnykh pochv Altaiskogo Priob'ya i mezhgornnykh kotlovin // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 9. – S. 30-33.

7. Ehrlich P.R., A.H. Ehrlich, Holdren J.P. Human Ecology: Problems and Solutions. – W.H. Freeman and Co., San Francisco. 1973.

