

Экологизация степных агротехнологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды

© 2019. Ю. А. Гулянов, д. с.-х. н., профессор, с. н. с.,
А. А. Чибилёв, д. г. н., академик РАН,

Институт степи Оренбургского федерального исследовательского центра
Уральского отделения Российской академии наук,
460000, Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11,
e-mail: orensteppe@mail.ru

История земледелия тесно связана с интенсивной эксплуатацией природных ресурсов, повсеместным вовлечением в оборот дополнительных площадей, без учёта оптимального соотношения угодий и устойчивости нарушенных природных ландшафтов.

Практикуемые многие десятилетия традиционные технологии в земледелии из-за значительных антропогенных нагрузок на агроландшафты привели к деградации пахотных угодий, повышению засушливости территории, снижению продуктивности агроценозов, истощению биологического разнообразия.

В настоящей обзорной статье рассматривается стратегия новационного природопользования, ориентированная на существенную корректировку структуры сельскохозяйственных угодий степной зоны путём выделения элитного земельного фонда для высокоприбыльного экологически чистого производства растениеводческой продукции и особо ценных почвенных эталонов, как элементов природно-заповедного фонда. Обсуждается возможность экологизации сельского хозяйства путём перехода на ландшафтно-адаптивные системы земледелия и ресурсосберегающие технологии в растениеводстве. Применение ресурсосберегающих технологий в степном землепользовании открывает новые возможности для обеспечения продовольственной безопасности страны и сохранения биологического разнообразия.

Ключевые слова: природные ландшафты, деградация почв, новационное природопользование, экологизация земледелия, ресурсосберегающие агротехнологии.

Ecologization of steppe agrotechnologies in the conditions of natural and anthropogenic environmental changes

© 2019. Yu. A. Gulyanov ORCID: 0000-0002-5883-349X
A. A. Chibilev ORCID: 0000-0002-6214-1437

Institute of Steppe of the Orenburg Federal Research Center
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
11, Pionerskaya St., Orenburg, Russia, 460000,
e-mail: orensteppe@mail.ru

The history of farming is closely connected with the intensive exploitation of natural resources, the widespread involvement of additional areas into circulation, without taking into account the optimal balance of land and the stability of disturbed natural landscapes.

The traditional technologies practiced for many decades in agriculture have led to the degradation of arable land, increased aridity of the territory, reduced productivity of agrocenosis, depletion of biological diversity due to the significant anthropogenic pressures on agricultural landscapes. This review article substantiates the possibility of developing and introducing agricultural technologies based on the latest scientific achievements, ensuring an effective response to great challenges without multiplying anthropogenic pressures on the environment and increasing risks to the lives and health of citizens, eliminating the inefficient use of natural resources that threatens their reproduction. The article discusses the strategy of environmental management, focused on a significant adjustment of the agricultural structure in the steppe biome by identifying an elite land fund for highly profitable, environmentally friendly crop production and especially valuable soil etalons as elements of the natural reserve fund. Nature management in the steppe zone should be founded on the technologies that are based on imitation of natural processes and aimed at preserving the sustainability of landscape and biological diversity.

The article discusses the possibility of ecologization of steppe agrotechnology through the transition to landscape-adaptive farming systems and resource-saving technologies in crop production that involve the differentiated use of agricultural land, control over their composition and ratio depending on the state of the landscape. To achieve these goals, contour-landscape organization of agricultural land is recommended, introducing soil protection crop rotations

with a high proportion of perennial grasses, technologies of direct mulch sowing, postharvest and green manure crops, phytomelioration, belts of trees and bushes, steppe lanes and corridors.

The use of resource-saving technologies in steppe land use opens up new opportunities for ensuring the country's food security and preserving biological diversity.

Keywords: natural landscapes, soil degradation, innovative nature management, ecologization of agriculture, resource-saving agrotechnologies.

Природные ресурсы во все времена часто становились «яблоком раздора», предметом множества военных конфликтов, приводящих к их хищническому истреблению и деградации экосистем [1–5].

Ресурсный кризис XXI века связан с истощением запасов питьевой воды, деградацией пахотных земель, истреблением лесов и сокращением других ресурсов биосферы Земли, крайне необходимых для сохранения биологического разнообразия и продолжения жизни на планете [6].

Выход из сложившейся ситуации видится в смене парадигмы развития существующей цивилизации, переходе на природосберегающие технологии, направленные на восстановление естественного самосогласованного ресурсооборота нашей планеты [6].

В области сельскохозяйственного производства речь идёт о разработке и внедрении агротехнологий, основанных на новейших достижениях науки, обеспечивающих эффективное реагирование на большие вызовы без возрастания антропогенных нагрузок на окружающую среду и повышения рисков для жизни и здоровья граждан, исключающих неэффективное использование природных ресурсов, угрожающее их воспроизводству [7].

Почвозатратные антиландшафтные технологии в сельском хозяйстве и деградация земель. Хорошо гумусированные плодородные почвы долин и старых русел давно исчезнувших водных бассейнов довольно долго обеспечивали процветание цивилизаций до исторического человека [8–10]. Однако уже в древние века почвы большинства сельскохозяйственных угодий подвергались эрозии [11]. В настоящее время по оценкам экспертов деградация охватила примерно треть мировых почвенных ресурсов [12–14].

За всю историю земледелия человечество потеряло около 2 млрд га плодородных земель, это больше, чем вся оставшаяся площадь (1,5 млрд га). Современная убыль плодородных почв составляет до 15 млн га в год [12–14].

Деградационные процессы в России особенно характерны для почв земледельческих регионов степной и лесостепной зон европей-

ской части и прослежены нами на примере Оренбургской области.

Применяемые многие десятилетия экстенсивные системы земледелия носили в основном почвозатратный и антиландшафтный характер. Они препятствовали адаптации земледелия к почвенно-климатическим и ландшафтным условиям, приводили к значительным антропогенным нагрузкам и деградации угодий, сопровождалась повышением засушливости территории, снижением продуктивности полей, лугов и пастбищ [15].

Экстенсификация земледелия выразилась прежде всего в дополнительном вовлечении в пашню в «целинную компанию» 1954–1963 гг. 1,8 млн га земельных угодий со слабой устойчивостью к воздействию деградационных процессов. В результате эродированные и потенциально опасные к эрозии почвы охватывают в Оренбургской области 8,3 млн га, из них 5,3 млн га пашни. Две трети пашни области расположены на склонах от 2 до 7° и нуждаются в защитных противоэрозионных мероприятиях [15]. В условиях малоснежных зим при слабой облесённости равнинных пространств, активизируются зимние пыльные бури, сопровождающиеся сносом верхнего плодородного слоя с распаханых земель [16].

К сожалению, проблемы, порождаемые деградацией почв, до сих пор так и остаются нерешёнными [17]. Для предотвращения разрушения почв и восстановления плодородия, особенно на маргинальных землях, необходимо проведение комплекса почвозащитных и почвовосстановительных мероприятий. При этом в защите от дальнейшего разрушения, «щадящем» использовании и восстановлении почвенного плодородия нуждаются, в первую очередь, земли сельскохозяйственного назначения, от качества и осмысленного использования которых зависят устойчивое развитие, экологическая и продовольственная безопасность страны [18].

Роль агротехнологий, базирующихся на подражании естественным природным процессам, в формировании устойчивых степных агроландшафтов. Экологизация сельскохозяйственного использования земель

и оптимизация агроландшафтов относятся к числу ключевых проблем степного природопользования. Научное решение этих проблем в области степной агроэкологии предполагает существенное нормирование нагрузки на ландшафт при различных видах сельскохозяйственного освоения [19].

Природопользование в степной зоне следует осуществлять на основе технологий, основанных на подражании естественным природным процессам и направленным на сохранение устойчивости и оптимума ландшафтного и биологического разнообразия [20]. При таком подходе к агротехнологиям, исключая глубокую обработку почвы с оборотом пласта, внесение высоких доз минеральных удобрений и пестицидов, применение ГМО, поддерживается экологическая стабильность природных и сельскохозяйственных экосистем, обеспечивается длительное неистощительное и эффективное использование природного почвенного потенциала [21–23].

Применение биологических приёмов восстановления ресурсов в агроценозах повышает плодородие почвы, защищает её от загрязнения, сохраняет биоразнообразие [22–23]. В этой связи, подбор и научное обоснование заимствованных у природы приёмов неразрушительного использования ресурсов биосферы может не только обеспечить продовольственную безопасность растущего населения, но и сохранить биоразнообразие на видовом и популяционном уровнях.

Оптимизация структуры сельскохозяйственных угодий и противозерозионная организация территории. В степных и особенно в постцелинных регионах остро стоит проблема оптимизации существующей структуры землепользования, решение которой предполагает дифференциацию земель сельскохозяйственного назначения на высокоплодородный земельный фонд и наиболее ценные в ландшафтном отношении местности и урочища. Предполагает первоочередную оптимизацию площади средостабилизирующих угодий, в которую и «встраивается» оптимальная площадь пашни [19, 24].

Изменение структуры сельскохозяйственных угодий позволит временно консервировать малопродуктивные и маловостребованные пахотные земли, предоставит возможность развивать на них пастбищное или сенокосное землепользование путём организации оборота угодий «поле – залежь – молодая степь – зрелая степь – климаксная степь – поле» [20].

На практике экологизация земледелия означает переход на ландшафтно-адаптивные системы, предполагающие углублённую дифференциацию существующих систем применительно к различным типам местности, включая дифференцированное использование сельскохозяйственных угодий, контроль над их составом и соотношением в зависимости от состояния ландшафта, а также контурную обработку почвы на всех склоновых участках.

Контурно-ландшафтная организация сельхозугодий предусматривает контурную безотвальную обработку почвы с сохранением на поверхности стерни и пожнивных остатков, почвозащитные севообороты с контурно-полосным размещением многолетних трав, однолетних культур, пара и контурное размещение водорегулирующих лесополос, древесных и кустарниковых кулис, приовражных и прибалочных лесных насаждений [25].

Кулисы из кустарников служат средоулучшающей культурой, хорошо поглощают талые и дождевые воды, способствуют накоплению влаги и предотвращают вынос питательных веществ за границы полей, практически полностью останавливают водную и ветровую эрозию [26].

Кулисы из сахарного сорго, за счёт формирования неполегающей гибкой аэродинамической решётки, на 30–35% снижают скорость ветра в приземном слое воздуха, на 30–40% уменьшают испарение почвенной влаги, эффективно собирают снег, равномерно распределяют его в межполосном пространстве. При этом уменьшается глубина промерзания почвы (на 30–40 см), замедляется скорость таяния снега, снижается интенсивность стока, обеспечивается более эффективное впитывание талых вод и защита от эрозии, активизируется почвенная биота [27].

Не менее важна роль кулис как дополнительного источника органики в виде мульчепласта из измельчённых стеблей кустарников (под пропашные культуры) и высокостебельных травянистых растений (под культуры сплошного сева). Велико значение кустарниково-травянистых мозаичных фитоценозов и в поддержании биоразнообразия, формировании убежищ для птиц, млекопитающих, насекомых, редких и исчезающих видов растений [26].

В степной зоне лесополосы и кулисы должны дополняться созданием степных полос и коридоров, обеспечивающих оптимальный водный и экологический баланс.

Таким образом, противоэрозийная организация территории и ландшафтно-адаптивные системы земледелия предполагают оптимизацию соотношения пашни, лугов, леса и водной поверхности в структуре земель сельскохозяйственного назначения и детальную привязку агротехнических мероприятий в земледелии к местным условиям.

Внедрение почвозащитных и почвовосстановительных севооборотов. Вполне очевидно, что экологизация земледелия невозможна без биологических и экологических факторов оптимизации, таких как сбалансированность севооборотов, адаптивное районирование и разнообразие видов и сортов растений [28].

К основным приёмам экологической оптимизации севооборотов относятся адаптивное размещение сельскохозяйственных культур по типам местности и их дифференциация в соответствии с агроэкологическими требованиями и средообразующим влиянием; оптимизация (как правило, повышение) доли многолетних трав, смешанных культур, чистых и занятых паров, в том числе с сидеральными культурами. Не менее важно увеличение доли бобовых культур; введение пожнивных посевов; рациональное соотношение полевых и кормовых севооборотов, культурных пастбищ и сенокосов; максимально возможное содержание поверхности почвы под покровом растений или растительных остатков [24, 29].

В севооборотах со смешанными культурами увеличивается разнообразие жизненных форм растений и биоты, повышается потенциал воспроизводства экосистемы. Увеличение в севооборотах доли многолетних трав, по аналогии с природными экосистемами, обеспечивает реутилизацию питательных элементов, способствует предотвращению эрозии, стабилизирует содержание гумуса в почве, компенсирует его ежегодную потерю из экосистемы [30].

В системе контурно-ландшафтного земледелия многолетние травы в виде буферных полос шириной 30–40 м контурно размещаются на каждом поле севооборота через каждые 40–60 м в зависимости от крутизны, формы и экспозиции склона. Водорегулирующие лесные полосы, древесные и кустарниковые кулисы размещаются по центру буферной полосы, что значительно усиливает их почвозащитное и влагонакопительное значение. Сильно эродированные малопродуктивные участки залужаются полностью [25]. Наряду с люцерной, эспарцетом или донником, перспективно

выращивание козлятника восточного, посевы которого поддерживают оптимальную плотность стеблестоя за счёт корневых отпрысков и могут вегетировать в течение 10–15 лет без выпадения растений [31].

Перспективным приёмом, направленным на воспроизводство плодородия почвы и улучшение фитосанитарной обстановки в степных агроландшафтах, является биологизация земледелия. Она предполагает замену чистого пара на сидеральный на бедных почвах и полях, отдалённых от животноводческих ферм [32–34]. Применение в качестве зелёного удобрения сидеральных культур, особенно бобовых (горох, вика, донник, люпины), даёт возможность обойтись без азотных удобрений, способствует эффективной очистке поля от вредителей, возбудителей болезней, улучшает агрохимические, микробиологические и физические свойства почвы [35, 36].

Одним из эффективных методов восстановления утраченных свойств почвы, основанных на способности многолетних трав формировать высокий урожай фитомассы, является фитомелиорация [37]. При её реализации менее ценные в кормовом отношении, но высокоэффективные по почвовосстанавливающей способности многолетние злаковые травы из естественных растительных сообществ, используются для восстановления сильно деградированных пахотных почв и пастбищ путём создания агростепей.

Применение адаптивных ресурсосберегающих технологий. История земледелия насчитывает несколько тысячелетий и тесно связана с отвальной обработкой почвы, характеризующейся деградацией незащищённых от эрозии почв и большой энергоёмкостью. Вопрос о нецелесообразности вспашки обсуждается в научных кругах уже со второй половины XIX века, когда была признана её эрозийная опасность и значимость в борьбе с засухой органической мульчи. На практике американский фермер Эдвард Фолкнер отказался от проведения зяблевой вспашки после разрушительных пыльных бурь 1934 г. Методы безотвальной обработки почвы в условиях Западной Сибири пропагандировал и успешно внедрял агроном-практик Т.С. Мальцев. Эти же идеи были закреплены в почвозащитной системе земледелия, разработанной А.И. Бараевым и другими агрономами-новаторами [38–40].

Убедительные результаты их экспериментов получили огромный резонанс, и идея «безпахотного земледелия» в начале XXI века получила широкое признание в мировой прак-

тике, хотя ещё и далека от практической реализации. Признаны перспективными ресурсосберегающие технологии нулевой (no-till) и минимальной обработки почвы, направленные на защиту её от эрозии, сохранение и повышение плодородия, а также сокращение издержек производства [41–50]. Такие технологии широко используются в Аргентине, Бразилии, Канаде, США, Австралии, Европейских странах на площади более 120 млн га [51–54].

Технология прямого посева (no-till), базирующаяся на посеве по стерне предыдущей культуры без предварительного рыхления, способствует приобретению почвой зернистой структуры, хорошей водопроницаемости и влагоёмкости, высокой активности биологических процессов [55, 56].

При отсутствии механической обработки оптимальная плотность почвы поддерживается снабжением техники сдвоенными колёсами с низким давлением шин и выращиванием в севооборотах разуплотняющих культур с глубоко проникающей разветвлённой стержневой корневой системой – рапса, рыжика, сафлора, нута. Равномерно распределённая по поверхности поля солома формирует органическое покрытие, существенно снижающее испарение, предотвращает водную и ветровую эрозию. По природному подобию не происходит оборачивания верхнего плодородного слоя, вторжение в почву в виде неглубоких прорезей анкерными сошниками или дисками происходит только при посеве сельскохозяйственными машинами.

Для активизации разложения пожнивных остатков практикуется внесение минерального азота (10 кг/га), создающего благоприятные условия азотного питания для целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Перспективно использование биопрепаратов Лигногумат, Экстрасол, Мизорин, Байкал ЭМ-1 и др., оказывающих стимулирующее влияние на микробиологические процессы трансформации соломы в микробную биомассу и гумусовые вещества [57].

Заслуживает особого внимания научный и производственный опыт подзимнего посева яровой пшеницы, имеющего несомненное тождество с природными условиями [58].

Адаптация подзимнего посева яровых зерновых культур к условиям степного земледелия при меняющихся антропогенных и погодных составляющих в агротехнологиях позволит в значительной степени стабилизировать их урожайность.

Заключение

Для обеспечения продовольственной безопасности населения и сохранения природного биоразнообразия в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды необходимы инновационные технологические подходы, направленные на формирование в адаптивном земледелии высокой сбалансированности и устойчивости агроландшафтов, восстановление и стабилизацию плодородия почвы, сокращение ресурсных затрат на производство сельскохозяйственной продукции и существенное повышение производительности труда.

Стратегия новационного природопользования позволяет в сельскохозяйственных экосистемах реализовывать степную агротехнику с максимальным воспроизведением основных черт природных экосистем и может рассматриваться как реальный путь восстановления экологического равновесия в ландшафтах.

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН: «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», № ГР АААА-А17-117012610022-5.

References

1. Lohmann L. Land, power and forest colonization in Thailand // *Global Ecology and Biogeography Letters*. 1993. V. 3. No. 4/6. P. 180–191.
2. Huang J., Wang X., Zhi H., Huang Zh., Rozelle S. Subsidies and distortions in China's agriculture: evidence from producer-level data // *Australian Journal of Agricultural and Resource Economies*. 2011. V. 55 (1). P. 53–71.
3. Bradshaw C.J.A. Little left to lose: deforestation and forest degradation in Australia since European colonization // *Journal of Plant Ecology*. 2012. V. 5. No. 1. P. 109–120.
4. Shiva V. *Water wars: Privatization, pollution, and profit*. Berkeley, California: North Atlantic Books, 2016. 156 p.
5. Gulevich A.A., Baranova E.N., Shirokikh I.G., Shirokikh A.A. Genetic engineering approach in solving “unsolvable” issues of soil remittance // *Theoretical and Applied Ecology*. 2018. No. 2. P. 5–15 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2018-2-005-015
6. Kovalchuk M.V., Naraikin O.S. Nature-like technologies: new opportunities and new threats // *Security Index*. 2016. V. 22. No. 3–4 (118–119). P. 103–104 (in Russian).

7. Strategy of the scientific and technological development of the Russian Federation (approved by Decree of the President of the Russian Federation dated December 1, 2016 No. 642) [Internet resource] <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (Accessed: 14.01.2019) (in Russian).
8. Morozova G.S. A review of Holocene avulsions of the Tigris and Euphrates rivers and possible effects on the evolution of civilizations in lower Mesopotamia // *Geoarchaeology*. 2005. V. 20. No. 4. P. 401–423. doi: 10.1002/gea.20057
9. Coleman D.S., Callahan M.A., Crossley Jr.D.A. *Fundamentals of soil ecology*. London: Academic Press, 2017. 386 p.
10. Dokuchaev V.V. *Our steppe before and today*. Moskva: Selkhozgiz, 1953. 35 p. (in Russian).
11. Dotterweich M. The history of human-induced soil erosion: Geomorphic legacies, early descriptions and research, and the development of soil conservation – A global synopsis // *Geomorphology*. 2013. V. 201. P. 1–34.
12. Montgomery D.R. *Soil. Erosion of civilizations*. Ankara: FAO Sub-regional office for Central Asia, 2015. 409 p.
13. Berg G. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture // *Applied microbiology and biotechnology*. 2009. V. 84. No. 1. P. 11–18. doi: 10.1007/s00253-009-2092-7
14. Lal R., Mohtar R.H., Assi A.T., Ray R., Baybil H., Jahn M. Soil as a basic nexus tool: Soils at the center of the food-energy-water nexus // *Current Sustainable Renewable Energy Report*. 2017. V. 4 (3). P. 117–129. doi: 10.1007/s40518-017-0082-4
15. Kiryushin V.I., Belkov G.I. The scientific basis of adaptive landscape farming systems // *The system of sustainable agriculture of the Orenburg region*. Orenburg: Orenburgskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1999. P. 10–11 (in Russian).
16. Chibilyov A.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Steppe zone as a driver of sustainable development and economic growth // *Steppes of northern Eurasia*. Orenburg: Institut stepi Uralskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, 2018. P. 100–103 (in Russian).
17. Davies J. The business case for soil // *Nature*. 2017. V. 543. No. 7645. P. 309–311.
18. Yakovlev A.S., Makarov O.A., Evdokimova M.V., Ogorodnikov S.S. Land degradation and sustainable development problems // *Pochvovedenie*. 2018. No. 9. P. 1167–1174 (in Russian). doi: 10.1134/S0032180X18090149
19. Chibilyov A.A. Key issues of regional environmental policy in the steppe zone of Russia and neighboring states // *Stepnoy byulleten*. 1998. No. 2. [Internet resource] <http://savesteppe.org/ru/archives/5435> (Accessed: 21.11.2018) (in Russian).
20. Levykin S.V., Kazachkov G.V., Yakovlev I.G., Grudin D.A. Arrangement of steppe agrolandscapes and their management as an axis of convergence of basic sciences and nature-like technologies // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. No. 3 (65). P. 194–196 (in Russian).
21. The Codex Alimentarius Commission and the FAO/WHO Food Standards Programme. *Guidelines for the production, processing, marketing and labeling of organically produced foods*. Rome, Italy, 1999. 91 p.
22. The IFOAM Norms for organic production and processing. Version 2005. Germany, 2006. 136 p.
23. European Union Council Regulation No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation No. 2092/91 // *Official Journal of the European Union*. 2007. V. 189. 23 p.
24. Lopyrev M.I., Linkina A.V. Modernization of farming systems on an ecological-landscape basis // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. No. 3 (34). P. 49–56 (in Russian).
25. Biskayev N.K., Khoprenin V.D. Organization of contour-landscape agriculture // *The system of sustainable agriculture of the Orenburg region*. Orenburg: Orenburgskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1999. P. 60–67 (in Russian).
26. Timofeev M.M. Landscape land utilization in biogenic agriculture // *Agrarnaya nauka*. 2003. No. 9. P. 15–16 (in Russian).
27. Filippova A.V., Karakulev V.V. Optimization of agrobiocenosis for stable grain production on the black soil of the southern Orenburg region // *Innovative processes in the agro-industrial complex*. Moskva: RUDN, 2014. P. 256–258 (in Russian).
28. Zhuchenko A.A. Biologization, greening, energy saving, economics of modern farming systems // *Vestnik APK Stavropolya*. 2015. No. 52. P. 9–13 (in Russian).
29. Dedov A.V. The main methods of improving the fertility of black soil // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. V. 1. P. 12–15 (in Russian).
30. Chibil'ov A.A. The steppe landscapes ecological optimization. Sverdlovsk: Izdatel'stvo UrOAN SSSR, 1992. P. 94–96 (in Russian).
31. Filatov V.I., Melnikov V.N., Luginina T.F., Slabzheninova N.V. The productivity of the Eastern Galega when using nitragin and physiologically active compounds in Nonblack Soil Zone // *Plodorodie*. 2010. No. 4 (55). P. 36–38 (in Russian).
32. Lobkov V.T. Biodiversity in agro ecosystems as a factor optimizing the biological activity of soil // *Eurasian Soil Science*. 1999. V. 32. No. 6. P. 664–668.
33. Glinushkin A., Beloshapkina O., Plygun S., Nikolaev N., Mishenina T., Myasnyankina G., Lukyantsev V., Dushkin S., Karamatova E., Vasilyeva A., Grigorieva N., Solovykh A., Rayov A. Effectiveness of winter wheat varieties of world selection in southural // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2013. V. 16. No. 4. P. 11–18.
34. Glinushkin A.H., Plygun S.A., Ageev E.M., Ageev I.M., Devina N.I., Gromova L.S., Kosenko E.S. The

- possibility of legumes production // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2013. V. 22. No. 10. P. 17–23.
35. Maksyutov N.A. Biological and resource-saving agriculture in the steppe zone of the Southern Urals. Orenburg: Dimur Publishing House, 2004. 204 p. (in Russian).
36. Organic farming enhances soil fertility and biodiversity: results from a 21 Year OI Field Trial Switzerland: Research Institute of Organic Farming (FiBL). Frick, 2000. Dossier No. 1. 96 p.
37. Gnevshva V.A. Phytomelioration // *Territoriya innovatsiy*. 2017. No. 1 (5). P. 17–22 (in Russian).
38. Faulkner E.H. *Plowman's Folly*. Moskva: Selkhozizdat, 1959. 276 p. (in Russian).
39. Maltsev T.S. The system of landless farming. Moskva: Agropromizdat, 1988. 128 p. (in Russian).
40. Ovsinsky I.E. New farming system. Novosibirsk: AGRO-SIBERIA, 2004. 86 p. (in Russian).
41. Aguiar T.R.Jr., Rasesa K., Parron L., Brito A.G., Ferreira M.T. Nutrient removal effectiveness by riparian buffer zones in rural temperate watersheds: The impact of no-till crops practices // *Agricultural Water Management*. 2015. No. 149. P. 74–80. doi: 10.1016/j.agwat.2014.10.034
42. Altikat S., Celik A., Gozubuyuk Z. Effects of various no-till seeders and stubble conditions on sowing performance and seed emergence of common vetch // *Soil and Tillage Research*. 2013. No. 126. P. 72–77. doi: 10.1016/j.still.2012.07.013
43. Cavalieri K.M.V., Silva A.P., Tormena C.A., Leao T.R., Dexter A.R. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in a Rhodic Ferrasol in Paran, Brazil // *Soil and Tillage Research*. 2009. V. 103. No. 1. P. 158–164. doi: 10.1016/j.still.2008.10.014
44. Fernandez P.L., Alvarez C.R., Schindler V., Taboada M.A. Changes in topsoil bulk density after grazing crop residues under no-till farming // *Geoderma*. 2010. V. 159. No. 1–2. P. 24–30. doi: 10.1016/j.geoderma.2010.06.010
45. Islam R., Reeder R. No-till and conservation agriculture in the United States: An example from the David Brandt farm, Carroll, Ohio // *International Soil and Water Conservation Research*. 2014. V. 2. No. 1. P. 97–107. doi: 10.1016/S2095-6339(15)30017-4
46. Nascente A.S., Li Y.C., Crusciol C.A.C. Cover crops and no-till effects on physical fractions of soil organic matter // *Soil and Tillage Research*. 2013. No. 130. P. 52–57. doi: 10.1016/j.still.2013.02.008
47. Quiroga A., Fernández R., Noellemeyer E. Grazing effect on soil properties in conventional and no-till systems // *Soil and Tillage Research*. 2009. V. 105. No. 1. P. 164–170. doi: 10.1016/j.still.2009.07.003
48. Rouw A. de, Huon S., Souleuth B., Jouguent P., Pierret A., Ribolzi O., Valentin C., Bourdon E. Possibilities of carbon and nitrogen sequestration under conventional tillage and no-till cover crop farming (Mekong valley, Laos) // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2010. V. 136. No. 1–2. P. 148–161. doi: 10.1016/j.agee.2009.12.013
49. So H., Grabski A., Desborough P. The impact of 14 years of conventional and no-till cultivation on the physical properties and crop yields of a loam soil at Grafton NSW, Australia // *Soil and Tillage Research*. 2009. V. 104. No. 1. P. 180–184. doi: 10.1016/j.still.2008.10.017
50. Soane B., Ball B., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment // *Soil and Tillage Research*. 2012. No. 118. P. 66–87. doi: 10.1016/j.still.2011.10.015
51. Manzatto C.V., Freitas Junior E., Perez J.R. *Uso Agrícola dos Solos Brasileiros*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.
52. Faostat – the statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations [Internet resource] <http://faostat.fao.org/default.aspx> (Accessed: 21.11.2018).
53. Monfreda C., Ramankutty N., Foley J.A. Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000 // *Global Biogeochem. Cycles*. 22. GB1022. doi: 10.1029/2007GB002947
54. Derpsch R. The experience of South America: stages of the direct sowing technology implementation // *Resource-Saving Agriculture*. 2008. No. 1. P. 6–9 (in Russian).
55. Korchagin V.A., Shevchenko S.N., Gorjanin O.I., Novikov V.G. Direct sowing of grain crop in steppe districts of Middle Volga region. Samara: Izdatel'stvo Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2008. 111 p. (in Russian).
56. Bakirov F.G., Polyakov D.G., Khalin A.V., Balandina A.A. Direct sowing and no-till in the Orenburg region // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. No. 5 (73). P. 50–54 (in Russian).
57. Dolmatov A.P. The use of straw of grain crops as a fertilizer and methods of accelerating its decomposition in the soil // *Scientific support of innovative development of agriculture in conditions of frequently repeated droughts*. Orenburg: Agentstvo Pressa, 2017. P. 272–275 (in Russian).
58. Latyshev N. Early-winter sowing of spring wheat // *Agrarnyy sektor*. 2017. No. 3 (33). P. 114–116 (in Russian).