

УДК 504.05

И. В. ОРЛОВА, С. Н. ШАРАБАРИНА

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

## ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

*Выполнены аналитический обзор и систематизация отечественных и зарубежных методологических подходов к оценке воздействия сельского хозяйства на окружающую среду. Наибольшего внимания среди них заслуживают оценки жизненного цикла, экологических рисков и критических нагрузок, а также эколого-энергетический метод (в том числе «Emergy»). Представлены максимально востребованные в практических целях зарубежные системы индикаторов, проанализированы их специфические особенности. Предложена авторская методика оценки сельскохозяйственных воздействий для стратегического управления природопользованием. Она включает диагностику их специфики и отбор индикативных показателей, оценку степени воздействия отклонений от оптимального уровня, соотношение показателей величины сельскохозяйственной нагрузки с ландшафтной структурой изучаемой территории на основе ландшафтного (геосистемного) подхода, анализ положительных или отрицательных последствий для природных комплексов. Рекомендована система индикативных показателей для степной и лесостепной зон Западной Сибири, зависящая от масштаба исследований и специализации сельского хозяйства, учитывающая последствия воздействий на природу. Данная методика, апробированная для аграрно-ориентированных и аграрно-рекреационных территорий Алтайского края, показала высокую результативность в территориальном планировании для целей сбалансированной сельскохозяйственной деятельности, поскольку может быть использована для стратегического управления природопользованием любого региона.*

Ключевые слова: сельское хозяйство, критическая нагрузка, индикаторы воздействий, интегральная оценка, последствия воздействий.

*Analytical review and systematization of domestic and foreign methodological approaches to assessment of agriculture impact on environment was carried out. The most valuable approaches are evaluations of life cycle, ecological risks and critical loads, as well as an ecology-energy method (including “Emergy”). The most demanded in terms of practical application foreign indicator systems are presented and their specific features are analyzed. The author suggests proprietary methodology of agricultural impact assessment for strategic nature management. It includes diagnostics of their specificity and selection of performance indicators, assessment of deviations from optimal level, correlation of the agricultural loads with landscape structure of the study area on the basis of landscape (geosystem) approach, analysis of positive and negative consequences for natural systems. A system of performance indicators for steppe and forest-steppe zones of Western Siberia is recommended. The system depends on scope of investigations and agriculture specialization and takes into consideration implications of impacts on nature. This methodology tested for agro-oriented and agrarian-recreational areas of the Altai Territory proved to be highly productive in territorial planning for purposes of balanced agricultural activity because it could be used for strategic nature management in any region.*

Key words: agriculture, critical load, impact indicators, integral estimation, impact effects.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Разрабатываемые и утверждаемые для каждого региона Российской Федерации стратегические документы территориального развития не всегда в полной мере учитывают экологические требования, соблюдение которых необходимо для сохранения природных систем в условиях социально-экономических и природно-экологических трансформаций. Особенно это касается оценки современного состояния окружающей среды, степени антропогенного воздействия на природные системы и прогноза их изменений. Решение данных задач является основой управления природопользованием, особенно для регионов, стратегические направления развития которых связаны с использованием природно-ресурсного потенциала территории.

Для аграрно-ориентированных районов особую актуальность приобретает анализ сельскохозяйственных воздействий, который позволил бы адекватно оценивать существующую нагрузку на природные системы, формировать экологоприемлемую структуру земельных угодий, поддерживать параметры такой нагрузки в допустимых экологических пределах с целью сохранения почвенного плодородия и территориального экологического равновесия.

С начала 1970-х гг. интенсификация сельскохозяйственного производства во всем мире привела к усилению негативных экологических процессов в природных системах и, как следствие, вызвала рост числа научных исследований в области оценки воздействия сельского хозяйства на окружающую среду [1–3]. Прогноз ученых о дальнейшем росте населения Земли и обусловленном им увеличении потребности в продовольствии показывает, что степень сельскохозяйственного влияния на природные системы будет только возрастать, поэтому проблема разработки методов такой оценки в целях устойчивого развития остается по-прежнему актуальной.

### ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В обобщенном виде под сельскохозяйственным воздействием понимается влияние сельскохозяйственной деятельности, вызывающее изменение свойств и компонентов природной системы, которые могут привести к нарушению выполнения ею экологических или социально-экономических функций.

При этом, по уточнению В. К. Шитикова с соавторами [4], сам термин «воздействие» в контексте экологической оценки имеет специфический смысл. В русском языке слово «воздействие» часто понимается как «то, что воздействует», причем последствия этого события или процесса термином не охватываются. В английском же языке, особенно в терминологии, связанной с оценкой воздействия на окружающую среду (Environmental Impact Assessment), это понятие охватывает как «то, что воздействует», так и «то, что происходит в результате», т. е. последствия, результат действия совокупности факторов. Это определение и взято за основу в данной работе.

Анализ видов сельскохозяйственных воздействий [5] показывает, что все их многообразие можно объединить в следующие четыре группы: изъятие веществ; преобразование компонентов или процессов природных систем; привнесение веществ; сооружение технических или техногенных объектов.

Специфика сельскохозяйственных воздействий заключается в их распространении на больших по площади территориях, что вызывает изменения и коренную перестройку всех компонентов природных систем, особенно в случае интенсификации производства. Кроме того, реакция природных систем на сельскохозяйственное воздействие в значительной степени дифференцирована, так как различается характер и интенсивность самой деятельности [1, 6, 7].

В настоящее время в мировой науке известно несколько ключевых подходов в области теоретико-методологического обоснования оценки воздействия сельского хозяйства на окружающую среду.

1. Оценка жизненного цикла (Life Cycle Assessment, LCA) — метод определения воздействия на окружающую среду производства, использования и утилизации продукта или услуги. Первоначально разработанный для изучения влияния промышленного производства, он стал использоваться для анализа сельскохозяйственных воздействий как в области растениеводства [8], так и в области животноводства [9, 10]. В качестве инструментов оценки жизненного цикла часто используется программа «Eco-indicator 95» и ее обновленная версия «Eco-indicator 99» [11].

2. Эколого-энергетический подход основан на количественной оценке различных энергетических потоков в сельскохозяйственном комплексе, что позволяет выявлять и изучать структурные и функциональные зависимости между его компонентами, а также исследовать в динамике влияние различных энергетических источников на функционирование агроэкосистем [12–15].

Вложения антропогенной энергии в агроэкосистему рассматриваются не только в качестве фактора повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, но и в качестве дополнительной нагрузки на ее компоненты, приводящей к снижению естественного плодородия почв, непроизводительным потерям вещества, энергии и загрязнению. За рубежом популярна модифицированная версия данного подхода — метод «Emergy», в основе которого лежит представление о наличии в любом объекте определенного количества первичной солнечной энергии, используемой на его создание [14, 16, 17].

3. Оценка и картографирование экологических рисков, связанных, в частности, с сельскохозяйственным производством, представляют собой анализ вероятности возникновения негативных событий и процессов в природных системах в результате антропогенной деятельности с целью разработки и реализации мероприятий по снижению и предотвращению угрозы формирования и последствий опасных экологических ситуаций [18–21].

4. Оценка критических нагрузок на окружающую среду [22–24] направлена на определение экологических нормативов (ограничений) допустимой сельскохозяйственной нагрузки. Большинство авторов

вслед за Ю. А. Израэлем [25] под допустимой понимают такую нагрузку, при которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и не ведет к ухудшению качества среды.

### ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Существующие методы определения сельскохозяйственного воздействия в основном сводятся к подсчету удельных показателей (например, количества голов скота или удобрений на единицу площади), что имеет практическое значение при сравнении с предельно допустимыми величинами (ПДК загрязняющих веществ, нормы выпаса, нормы лесистости и т. п.), установленными экспериментальным путем. Такой подход на современном этапе развития науки вполне оправдан и результативен при обязательном учете специфики исследуемой территории.

Тем не менее в последние годы в научной среде утвердилось понимание недостаточности использования какого-либо одного метода, что в свою очередь привело к развитию комплексных и интегральных подходов к оценке сельскохозяйственных воздействий [26–28]. Среди них заслуживают внимания работы, в которых проводится сравнение традиционных и альтернативных способов ведения сельского хозяйства с точки зрения их влияния на окружающую среду [10, 16], тестируются различные агроэкологические показатели для анализа потенциальных воздействий сельскохозяйственных технологий [2], используются базы данных и модели, основанные на математическом и линейном программировании, например CAPRI (Common Agricultural Policy Regionalised Impact) [29].

В связи с множеством видов сельскохозяйственной деятельности, вызывающих различные по масштабам и интенсивности изменения ландшафтов, а также разнообразием и сложностью природных систем, показателей сельскохозяйственного воздействия на последние достаточно много. Ниже приведены показатели, наиболее известные за рубежом.

1. «Pressure-State-Response», PSR (нагрузка—состояние—реакция) — широко используемая в настоящее время группа экологических индикаторов, а также ее модификации (DSR, DPSIR), в том числе для сельскохозяйственных целей: Land Quality Indicators (LQI); ELISA и др. [30–32]. Она включает в себя показатели прямого (стресс) и косвенного (фоновые) воздействия на окружающую среду. При этом констатируется, что деятельность человека оказывает воздействие, которое может вызывать изменения в состоянии окружающей среды, а общество (государство) реагирует затем на них с целью предотвращения, сокращения или снижения этого воздействия с помощью эколого-экономических и политических программ.

2. Агроэкологические индикаторы (AEIS) — набор из 28 индикаторов, принятый Европейской комиссией для мониторинга интеграции экологических вопросов в общей сельскохозяйственной политике Евросоюза. Различные системы агроэкологических индикаторов были разработаны также для отслеживания состояния природных ресурсов, нагрузки и рисков для окружающей среды в результате деятельности сельскохозяйственных производителей как на национальном (IRENA), так и на локальном (фермерские хозяйства) уровнях [33, 34].

3. Индикаторы воздействий на сельскохозяйственные ландшафты, отражающие их различные особенности: структуру (виды землепользования, растительный покров, мозаичность и культурные особенности); функции (экосистемные, рекреационные, средовоспроизводящие); значение; управление (культурным наследием и фермерскими хозяйствами) и др. [35].

4. Программа мониторинга и оценки воздействия на окружающую среду (Environmental Monitoring and Assessment Program, EMAP) — научная исследовательская программа Агентства по охране окружающей среды (США) по разработке инструментов, необходимых для проведения мониторинга, прогноза и оценки состояния национальных природных ресурсов и экологических рисков, а также применимости показателей EMAP на разных региональных уровнях [36].

Исходя из этого, особую актуальность приобретает поиск таких индикаторов, которые наиболее полно отражают степень воздействия сельскохозяйственной деятельности на природные системы и, что не менее важно, являются доступными для сбора и обработки широкому кругу специалистов.

Для оценки экологического состояния природных систем, т. е. последствий сельскохозяйственной деятельности, чаще всего используется набор показателей, ранжированных по нескольким градациям: оптимальный, допустимый, критический, катастрофический (см. таблицу).

На основе анализа представленных научных подходов и групп индикаторов нами разработана методика оценки сельскохозяйственных воздействий на природные системы для целей стратегического

**Критерии экологического состояния природных систем в результате сельскохозяйственного воздействия**

| Оценочный показатель   | Классы экологического состояния |                                 |                           |                       |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|  | Норма                           | Риск                            | Кризис                    | Бедствие              |
| Плодородие почв, % от потенциального   | >85                             | 85–60                           | 60–25                     | <25                   |
| Содержание гумуса, % от первоначального  | >90                             | 90–70                           | 70–30                     | <30                   |
| Площадь вторичного засоления почв, %   | <5                              | 5–20                            | 20–50                     | >50                   |
| Степень смывости почвенных горизонтов  |                                 | Смыв горизонт А1 или 0,5 гор. А | Смыв гор. А и частично АВ | Смывы горизонты А и В |
| Площадь ветровой эрозии (полностью сдутые почвы), %  | <5                              | 5–20                            | 20–40                     | >40                   |
| Уменьшение мощности почвенного профиля (А + В), % от исходного   |                                 | <3                              | 3–50                      | >50                   |
| Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А + В), % от исходного  |                                 | <10                             | 10–40                     | >40                   |
| Увеличение площади средне- и сильноэродированных почв, % в год   |                                 | <1                              | 1–5                       | >5                    |
| Площадь естественных кормовых угодий, выведенных из землепользования (лишенных растительности), % от общей площади |                                 | <10                             | 10–50                     | >50                   |
| Проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального  | >90                             | 70–90                           | 50–70                     | <50                   |
| Скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год  |                                 | <3                              | 3–5                       | >5                    |
| Скорость уменьшения содержания органического вещества в почве, % в год   |                                 | <0,5                            | 0,5–7                     | >7                    |
| Скорость увеличения площади засоленных почв, % в год   | –                               | <1                              | 1–5                       | >5                    |
| Скорость увеличения площади эродированных почв, % в год  |                                 | <0,5                            | 0,5–5                     | >5                    |

Примечание. Составлено по [37, 38], данным ОАО «АлтайНииГипрозем» и авторских наблюдений. Прочерк — нет данных. Серым цветом выделены показатели для Смоленского района.

управления аграрным природопользованием. Данная методика апробирована для аграрно-ориентированных территорий в степной (бассейны р. Бурлы и Кулундинского озера) и предгорной (Смоленский район) зонах Алтайского края и показала высокую практическую значимость при разработке схем территориального планирования [39, 40]. Методика оценки состоит из четырех основных этапов: 1) диагностика специфики сельскохозяйственных воздействий на природные системы изучаемой территории и отбор группы индикативных показателей; 2) определение степени сельскохозяйственного влияния и оценка его отклонения от оптимальных экологических параметров; 3) соотнесение показателей степени сельскохозяйственной нагрузки с ландшафтной структурой изучаемой территории на основе ландшафтного (геосистемного) подхода; 4) оценка положительных и(или) отрицательных последствий сельскохозяйственных воздействий на природные системы.

Проведенный анализ специфики сельскохозяйственного влияния на природные системы аграрно-ориентированных районов Западно-Сибирской равнины показал, что к основным последствиям такого воздействия относятся нерациональная структура землепользования с преобладающей долей пахотных угодий; высокая животноводческая нагрузка на пастбищные угодья, обусловленная не столько большим количеством поголовья скота, сколько высокой его концентрацией вблизи населенных пунктов, несоблюдением пастбищеоборота; практическое отсутствие экологически устойчивых систем ведения сельского хозяйства; недостаточное для восполнения дефицита питательных элементов внесение органических и минеральных удобрений; загрязнение водных ресурсов животноводческими стоками.

В связи с этим наиболее индикативными для оценки сельскохозяйственной нагрузки на степные и лесостепные природные системы Западно-Сибирской равнины целесообразно считать следующие три группы показателей:

– характеризующие воздействие растениеводства: доля естественных (непреобразованных и мало-преобразованных человеком) ландшафтов в общей площади территории (%); доля пахотных угодий в площади сельскохозяйственных земель (%); доля многолетних трав в площади пашни (%); доля кормовых угодий в площади сельскохозяйственных земель (%); доля лесов в общей площади территории (%); доля орошаемых земель в площади сельскохозяйственных земель (%); количество органических и минеральных удобрений, вносимых на 1 га пашни; количество пестицидов на 1 га пашни; число сельскохозяйственной техники на 100 га сельскохозяйственных угодий;

– характеризующие воздействие животноводства: количество условных голов, приходящихся на 100 га естественных кормовых угодий; число специализированных животноводческих комплексов; объем животноводческих сточных вод и выход навоза;

– характеризующие систему сельского расселения: доля селитебных территорий в общей площади, плотность сельского населения, объем бытовых сточных вод.

Сбор необходимых показателей осуществляется на уровне муниципального района в разрезе сельскохозяйственных предприятий. Это обусловлено тем, что в управлении природопользованием важнейший уровень регулирования — районный: в нем наиболее четко прослеживается взаимосвязь между степенью воздействия и его последствиями для природных систем, конкретизируется область применения природоохранных и рекультивационных мероприятий. Важно и то, что в рамках одного района нормы состояния ландшафтов одного иерархического уровня, как правило, одинаковы (по причине сходства природно-климатических условий, видового состава биогеоценоза и других факторов).

Второй, третий и четвертый этапы практической реализации предлагаемой методики апробированы на территории Смоленского района Алтайского края.

## ВЫВОДЫ

Анализ существующих теоретико-методологических приемов оценки сельскохозяйственных воздействий на природные системы показал, что в научной среде в последние десятилетия наблюдается тенденция к разработке и применению интегральных методов и подходов, в том числе с использованием различных программных моделей.

Выбор группы индикаторов в значительной степени зависит от масштаба исследований и специализации сельского хозяйства и направлен на достижение доступности показателей широкому кругу специалистов, их универсальности, информативности и возможности мониторинга на протяжении нескольких лет наблюдений.

Особую актуальность оценка сельскохозяйственных воздействий на природные системы имеет для стратегического управления природопользованием аграрно-ориентированных районов с целью достижения их устойчивого развития.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухина Л. И., Преображенский В. С., Рунова Т. Г., Долгушин И. Ю. Особенности системного подхода к проблеме оценки воздействия человека на среду // Географические аспекты взаимодействия в системе «человек–природа». — М.: Изд-во Ин-та географии АН СССР, 1978. — С. 22–49.
2. Girardin P., Bockstaller C., van der Werf H. Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO ECO method // Environmental Impact Assessment Review. — 2000. — Vol. 20, Iss. 2. — P. 227–239.
3. Livestock's long shadow — environmental issues and options. — Rom: FAO, 2006. — 377 p.
4. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. — Тольятти: Изд-во Ин-та экологии Волжского бассейна РАН, 2003. — 463 с.
5. Ахаминов А. Д. Изучение изменений в природных комплексах под воздействием сельского хозяйства (на примере Курской области) // Изучение и оценка воздействия человека на природу. — М.: Изд-во Ин-та географии АН СССР, 1980. — С. 122–133.
6. Matson P. A., Parton W. J., Power A. G., Swift M. J. Agricultural intensification and ecosystem properties // Science. New Series. — 1997. — Vol. 277, N 5325. — P. 504–509.

7. **Tscharntke T., Clough Y., Wanger T. C., Jackson L., Motzke I., Perfecto I., Vandermeer J., Whitbread A.** Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification // *Biological Conservation*. — 2012. — N 151. — P. 53–59.
8. **Brentrup F., Kusters J., Kuhlmann H., Lammer J.** Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology: I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production // *European Journ. Agronomy*. — 2004. — Vol. 20, Iss. 3. — P. 247–264.
9. **Cederberg C., Mattson B.** Life cycle assessment of milk production — a comparison of conventional and organic farming // *Journ. Cleaner Production*. — 2000. — N 8. — P. 49–60.
10. **Haas G., Wetterich F., Kopke U.** Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. — 2001. — N 83. — P. 43–53.
11. **The Eco-indicator 99.** A damage oriented method for life cycle impact assessment. Methodology report. Second edition // The Netherlands, 2000 [Электронный ресурс]. — [http://www.pre-sustainability.com/download/misc/EI99\\_annexe\\_v3.pdf](http://www.pre-sustainability.com/download/misc/EI99_annexe_v3.pdf) (дата обращения 03.02.2014).
12. **Свирижев Ю. М., Денисенко Е. А.** Эколого-энергетический анализ агрогеосистем // *Геосистемный мониторинг. Строение и функционирование геосистем*. — М.: Изд-во АН СССР, 1986. — С. 209–227.
13. **Fluck R. C.** Input-output energy analysis for agriculture and food chain // *Analysis of agricultural energy systems*. — Amsterdam: Elsevier, 1992. — P. 83–88.
14. **Odum H. T.** Environmental accounting: emergy and environmental decision making. — New York.: Inc. John Wiley and Sons, 1996. — 370 p.
15. **Булаткин Г. А.** Эколого-энергетические основы воспроизводства плодородия почв и повышение продуктивности агроэкосистем: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 2007. — 45 с.
16. **Wood R., Lenzen M., Dey C., Lundie S.** A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. — 2006. — N 89. — P. 324–348.
17. **Torricco J. C., Callado S. M.** Agro-ecological evaluation of tropical farming systems using emergy: in Rio de Janeiro — Brazil // *Emirates Journ. Food and Agriculture*. — 2012. — Vol. 24, N 4. — P. 361–370.
18. **Возникновение рисков, связанных с окружающей средой и новыми технологиями (Доклад, подготовленный секретариатом ФАО/ВОЗ)** // Второй глобальный форум ФАО/ВОЗ сотрудников органов по обеспечению продовольственной безопасности (Бангкок, 12–14 окт. 2004 г.) [Электронный ресурс]. — <http://www.fao.org/docrep/meeting/008/j3255r/j3255r00.HTM> (дата обращения 03.02.2014).
19. **Delbaere B., Serradilla A. N.** Environmental risks from agriculture in Europe: Locating environmental risk zones in Europe using agri-environmental indicators. — Tilburg: European Centre for Nature Conservation, 2004. — 184 p.
20. **Башкин В. Н.** Экологические риски: расчет, управление, страхование. — М.: Высш. шк., 2007. — 360 с.
21. **Мячина К. В.** Анализ региональных экологических рисков (на примере Оренбургской области) // *География и природ. ресурсы*. — 2012. — № 2. — С. 129–135.
22. **Nilsson I., Grennfelt P.** Critical loads for sulphur and nitrogen (report from a Workshop held at Stokhoster, Sweden, March 19–24, 1988) // *Miljo rapport*. — Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 1988. — Vol. 15. — P. 295–325.
23. **Биогеохимические основы экологического нормирования** / Под ред. М. В. Иванова, В. В. Снакина. — М.: Наука, 1993. — 304 с.
24. **Arshaad M., Martin S.** Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. — 2002. — N 88. — P. 153–160.
25. **Израэль Ю. А.** Экология и контроль состояния природной среды. — М.: Гидрометеиздат, 1984. — 560 с.
26. **Zucaro A., Buchan K., Mellino S., Viglia S., Ulgiatti S.** Energy and environmental performance of national agricultural sectors. Italian and Scottish case studies, 2010 [Электронный ресурс]. — [http://www.societalmetabolism.org/aes2010/Proceeds/DIGITAL%20PROCEEDINGS\\_files/POSTERS/P\\_139\\_Amalia\\_Zucaro.pdf](http://www.societalmetabolism.org/aes2010/Proceeds/DIGITAL%20PROCEEDINGS_files/POSTERS/P_139_Amalia_Zucaro.pdf) (дата обращения 29.01.2014).
27. **Gomiero T., Pimentel D., Paoletti M. G.** Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture // *Critical Reviews in Plant Sciences*. — 2011. — N 3. — P. 95–124.
28. **Franzese P. P., Cavalett O., Häyhä T., D'Angelo S.** Integrated environmental assessment of agricultural and farming production systems in the Toledo River Basin (Brazil). — Paris: UNESCO, 2013. — 72 p.
29. **Paracchini M. L., Britz W.** Quantifying effects of changed farm practices on biodiversity in policy impact assessment — an application of CAPRI-Spat. Paper presented at OECD work-shop on Agri-Environmental indicators. 2010. Leysin, Switzerland [Электронный ресурс]. — <http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/44802327.pdf> (дата обращения 29.01.2014).
30. **OECD core set of indicators for environmental performance reviews.** OECD Environment Monographs N 83. — Paris: OECD/GD, 1993. — 39 p.
31. **Dumanski J., Pieri C.** Land quality indicators: research plan // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. — 2000. — N 81. — P. 93–102.
32. **Environmental indicators for agriculture. Methods and results.** — Paris: OECD Publications, 2001. — Vol. 3. — 409 p.
33. **van der Werf H., Petit J.** Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. — 2002. — N 93. — P. 131–145.

34. **Communication** from the Commission to the council and the European Parliament. Development of agri-environmental indicators for monitoring the integration of environmental concerns into the common agricultural policy. COM (2006) 508 final. Brussels, Commission of the European communities, 2006 [Электронный ресурс]. — <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0508:FIN:EN:PDF> (дата обращения 06.02.2014).
35. **Agricultural** impacts on landscapes: Developing indicators for policy analysis. Proceedings from NIJOS/OECD expert meeting on agricultural landscape indicators in Oslo, Norway. October 7–9, 2002 / Eds. W. Dramstad, C. Sogge // NIJOS rapport N 7. — 2003. — 347 p.
36. **Environmental** monitoring and assessment program. Last updated 03.11.2010 [Электронный ресурс]. — <http://www.ера.gov/emap2/> (дата обращения 06.02.2014).
37. **Критерии** оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия: методические рекомендации (утв. постановлением Минприроды РФ от 30.11.1992 г.). — М.: Изд. М-ва природ. ресурсов РФ, 1992. — 51 с.
38. **Методика** определения размеров ущерба от деградации почв и земель (утв. Минприроды России и Роскомземом от 11.07.1994). [Электронный ресурс]. — <http://docs.cntd.ru/document/9014048> (дата обращения 29.01.2014).
39. **Орлова И. В.** Ландшафтное планирование для целей сельскохозяйственного природопользования (на примере Благовещенского района Алтайского края): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Барнаул, 2002. — 22 с.
40. **Шарабарина С. Н.** Стратегическое управление в целях оптимизации землепользования аграрно-ориентированной территории // Междунар. журн. прикл. и фундам. исследований. — 2013. — № 5. — С. 70–73.

*Поступила в редакцию 13 ноября 2014 г.*

---