

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ АГРАРНООРИЕНТИРОВАННОГО РЕГИОНА: РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ЕЕ АПРОБАЦИЯ

Б.А. Красноярова, С.Н. Шарабарина, Т.Г. Плуталова

Контактная информация:

*656038 г. Барнаул, ул. Молодежная, 1
Тел. (3852) 666457; e-mail: bella@inep.ru*

В статье представлена авторская методика эколого-экономической оценки землепользования аграрноориентированного региона и ее реализация на примере Алтайского края. Методической особенностью оценки является синтез экономических и геоэкологических подходов с акцентом на пространственные особенности развития землепользования и учет экологоприемлемых норм. Результаты исследования дают возможность диагностировать территорию на основе баланса экологического и экономического компонентов землепользования и разрабатывать соответствующие мероприятия для его достижения.

Ключевые слова: эколого-экономическая оценка, экологоприемлемое землепользование, интегральный индекс, аграрноориентированный регион.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF LAND USE IN AGRARIAN -ORIENTED REGION: DEVELOPMENT OF THE METHOD AND ITS IMPLEMENTATION

B.A. Krasnoyarova, S.N. Sharabarina, T.G. Plutalova

The article presents the author's methodology of environmental and economic assessment of land use in an agrarian-oriented region and its implementation on the example of the Altai Territory. The methodological feature of the assessment is the synthesis of economic and geoecological approaches with an emphasis on spatial features of land use development and the consideration of environmentally acceptable standards. The results of the study make it possible to diagnose territories on the basis of a balance of environmental and economic components of land use and develop appropriate measures to achieve it.

Key words: environmental and economic assessment, environmentally acceptable land use, integral index, agrarian-oriented region.

Эколого-экономические исследования землепользования в большинстве своем направлены на экономическую оценку ущерба / риска при использовании земельных ресурсов и разработку мероприятий для его предотвращения либо ликвидации. Также существуют оценки земель, основанные на определении прибыли от их оптимального использования и на сопоставлении этой прибыли с убытками, в том числе от их нерационального использования (оценка действия/бездействия) [1-4]. Достаточно новыми и популярными в мировой практике являются исследования экосистемных функций почв и земельных ресурсов, построения сценариев землепользования в зависимости от изменения стоимости данных экосистемных услуг [5-8, и др.].

Предлагаемая методика эколого-экономической оценки землепользования включает в себя синтез экономических и геоэкологических подходов с акцентом на пространственные особенности развития землепользования и учет экологоприемлемых норм. Она основывается на представлениях об интегральном характере данного вида природопользования, объединяющем экологическую и экономическую компоненту, каждая из которых оценивается независимыми показателями.

Экологическая компонента отражает, с одной стороны, степень воздействия хозяйственной деятельности на земельные ресурсы и происходящие в них изменения в результате такого воздействия (улучшение или ухудшение качества почв, рост площадей загрязненных, нарушенных земель и пр.), а с другой стороны, показывает, насколько тот или иной вид использования земель вписывается в параметры допустимого экологического приемлемого воздействия, превышение которых ведет к необратимым изменениям этих земель.

Экономическая компонента характеризует эффективность использования земель, соотношение «затраты / выпуск» (input / output) при разных видах землепользования, стремление к получению максимума продукции при минимуме издержек. Как правило, эти показатели входят в противоречие с экологическими, поскольку нацелены в первую очередь на рост производства в ущерб сохранению качества земель.

Территорией исследования выбран Алтайский край – один из ведущих аграрных регионов России. В качестве объекта исследования рассматриваются аграрное природопользование как основной фоновый вид природопользования региона и его земельные ресурсы. Оценка сочетает экономические и геоэкологические подходы, основываясь на общей методологии оценки природных ресурсов и концепции коэволюции общества и природы (в частности, оценка воздействия сельскохозяйственной деятельности человека на природные системы, экологическое нормирование и критические нагрузки).

Анализ существующих научно-методических подходов к эколого-экономической оценке различных аспектов природопользования и землепользования [1, 2, 9-15, и др.] позволил предложить авторский алгоритм интегральной оценки эколого-экономического развития землепользования, который был реализован для муниципальных районов Алтайского края, характеризующегося высоким разнообразием природных и эколого-экономических условий функционирования, и включает следующие этапы:

1. *пространственный анализ землепользования в Алтайском крае с позиций экологоприемлемости* – позволяет выявить пространственные особенности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве с учетом экологически приемлемых норм землепользования; используется информация по административным районам (структура земельных угодий, посевных площадей, поголовья стада и пр.), синтезируя которую, можно выделить тенденции, происходящие в разных природных зонах;

2. *пространственный анализ землепользования в Алтайском крае с позиций экономической эффективности* – в противоположность предыдущему этапу на первое место выходит анализ экономических показателей землепользования с акцентом на удельные величины (продуктивность с 1 га, финансовые вложения на 1 га и пр.);

3. *расчет интегральных показателей эколого-экономического развития землепользования муниципальных районов Алтайского края* (методика расчета представлена ниже).

В исследовании использовалась информация Министерства сельского хозяйства Алтайского края, Росреестра, агрохимической службы Алтайского

края, Алтайкрайстата, в том числе итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года, в разрезе административных районов.

Выявлена высокая сельскохозяйственная преобразованность степных территорий с критически высокой долей пашни, которая практически полностью (в среднем 85 % посевов) используется под зерновые и технические культуры, выращивание которых ведет к значительному выносу питательных веществ из почвы и снижению почвенного плодородия. В районах лесостепной зоны распаханность территории существенно ниже (в среднем 41 %), при этом высока площадь неиспользуемой пашни (в среднем 23 % против 14 % в степной зоне). В структуре посевов снижается доля технических культур, но возрастает доля зерновых: 75 % против 65 % в степной зоне. В предгорных районах ситуация не столь однозначна. При такой же сельскохозяйственной освоенности, как и в районах лесостепной зоны, распаханность территории почти в 1,5 раза ниже за счет значительной доли сенокосов и пастбищ. В то же время все пригодные равнинные земли практически полностью распаханы. Структуру посевов здесь можно считать оптимальной по сравнению с другими территориями за счет высокой доли кормовых культур (25 % в Премайтской, 32 % в Присалаирской зоне), в т.ч. многолетних трав (17,5 и 25 %, соответственно).

Пространственный анализ землепользования в Алтайском крае с позиций экономической эффективности показал широкую дифференциацию территории региона по естественному плодородию почв и урожайности зерновых культур, как показателей продуктивности земель, которая возрастает с запада на восток и юго-восток. Государственная поддержка, оказываемая в виде субсидий на повышение интенсивности в области растениеводства, пока не приносит адекватных результатов: наибольший объем финансовых средств получают западные степные районы Алтайского края, а урожайность зерновых культур и внесение удобрений в них остаются на самом низком уровне. В результате, при невысоком естественном плодородии вынос питательных веществ из почвы с урожаем не восполняется внесением удобрений, и почвы теряют свои продуктивные свойства.

Для эколого-экономической оценки землепользования были разработаны и рассчитаны интегральные показатели *экологоприемлемости землепользования* (I_a) и *уровня аграрно-экономического развития* (I_b). Интегральный показатель экологоприемлемости землепользования включает в себя определение следующих показателей, которые отражают использование земельных ресурсов с позиций экологически допустимого воздействия сельскохозяйственной деятельности на природные системы:

1. сельскохозяйственная преобразованность (доля сельхозугодий в общей земельной площади) – уровень освоенности территории;
2. распаханность (доля пашни в площади сельхозугодий);
3. доля многолетних трав в площади посевов;
4. доля эродированных земель;
5. животноводческая нагрузка на пастбища.

Интегральный показатель уровня аграрно-экономического развития отражает уровень использования земельных ресурсов (эффективность землепользования) и включает в себя определение следующих показателей (натуральных и стоимостных):

1. комплексный индекс продуктивности земель (который равен сумме отношений урожайности основных сельскохозяйственных культур в районе к средней по региону);
2. объем производства сельского хозяйства на 1 га сельхозугодий;

3. коэффициент использования пашни (отношение посевной площади к площади пашни) – показатель полноты использования пахотнопригодных земель;

4. государственные субсидии на оказание несвязанной поддержки в области растениеводства – господдержка на 1 га пашни, тыс. руб.;

5. доля прибыльных сельскохозяйственных предприятий в общем их числе, %.

Предложенный набор показателей не статичный, он может быть дополнен другими данными в зависимости от наличия и доступности информации и специфики территории исследования.

Показатели для расчета экологоприемлемости землепользования были нормированы в долях от оптимальных значений с помощью формул:

$$X_a = \frac{x_n}{x_0}, \text{ если связь прямая} \quad (1)$$

$$X_a = \frac{x_0}{x_n}, \text{ если связь обратная} \quad (2)$$

где x_n – фактическое значение показателя, x_0 – наилучшее значение показателя.

Оптимальное значение показателя – это научно обоснованные нормы сельскохозяйственного воздействия (уровень распаханности, доля кормовых угодий, многолетних трав, животноводческая нагрузка и пр.), разработанные для разных почвенно-климатических условий (табл. 1) – экологоприемлемые нормы землепользования.

Таблица 1

Экологоприемлемые нормы землепользования

Показатель	Степная природная зона	Лесостепная природная зона
сельскохозяйственная преобразованность (доля с/х угодий в общей земельной площади), %	40-60	60-65
распаханность (доля пашни в площади с/х угодий), %	40-45	□ 60
доля кормовых угодий, %	50-70	25-30
доля многолетних трав в площади посевов, %	25-30	12-13
животноводческая нагрузка на пастбища, условных голов/га	0,3-1,3	□ 2

Примечание: составлено по [16-20].

Интегральный показатель экологоприемлемости землепользования рассчитывался как среднее геометрическое всех составляющих показателей:

$$I_a = \sqrt[m]{\prod_{n=1}^m X_a} \quad (3)$$

Нормирование показателей для расчета уровня аграрно-экономического развития проводилось методом линейной стандартизации по формуле:

$$X_b = \frac{X_n - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (4)$$

где x_n – фактическое значение показателя, $x_{\max}$ и $x_{\min}$ – максимальное и минимальное значения показателя.

Интегральный показатель уровня аграрно-экономического развития рассчитывался как среднее арифметическое всех составляющих показателей:

$$I_b = \frac{\sum_{n=1}^m x_b}{m} \quad (5)$$

Использование при расчетах интегральных показателей в одном случае среднего геометрического, а в другом – среднего арифметического объясняется разной сутью преобразуемых величин. Показатели, характеризующие уровень аграрно-экономического развития, принимаем за равнозначные, поэтому среднее значение находим как среднее арифметическое. В отличие от этого, показатели экологоприемлемости землепользования усиливают действие друг друга, ухудшая ситуацию в определенном районе при наихудших значениях или, наоборот, смягчая действие отрицательных факторов при оптимальных значениях отдельных показателей. Поэтому интегральный индекс рассчитываем как среднее геометрическое.

Результаты оценок были сопоставлены с помощью матрицы показателей (табл. 2), где отражены экологоприемлемость и эффективность землепользования, и представлены на картосхеме (рис. 1).

Наиболее высокий индекс экологической приемлемости землепользования характерен для районов, находящихся в восточной и южной частях Алтайского края (преимущественно горные территории), где низкий уровень распаханности сельхозугодий сочетается с высокой долей кормовых угодий и посевов многолетних трав для нужд животноводства. В противоположность этому, западные степные территории характеризуются самым низким индексом экологоприемлемости, где земельные ресурсы используются в основном для выращивания зерновых и технических культур, а доля кормовых – минимальна.

Наиболее высокий уровень аграрно-экономического развития сочетается с низкой экологоприемлемостью (например, Кулундинский, Поспелихинский, Локтевский, Третьяковский, Петропавловский, Смоленский и другие районы). В противоположность этому, наиболее благоприятная ситуация складывается в восточных районах, особенно в Заринском и Тогульском, где средний уровень аграрно-экономического развития и высокий показатель экологоприемлемости землепользования, и в Бийском и Зональном, где высокий уровень аграрно-экономического развития при среднем показателе экологической приемлемости землепользования.

Матрица значений

Уровень аграрно-экономического развития	Индекс экологической приемлемости землепользования		
	≤0,59	0,6-1,01	≥1,02
≤0,35	Суетский, Баевский, Ребрихинский, Курьинский	Краснощековский, Томенцевский, Калманский, Крутихинский, Каменский, Усть-Пристанский, Панкрушихинский	Тальменский, Солтонский, Залесовский, Солонешенский, Чарышский, Ельцовский
0,36-0,49	Ключевский, Немецкий, Волчихинский, Табунский, Мамонтовский, Родинский, Романовский, Завьяловский, Алейский, Шипуновский, Благовещенский, Михайловский, Хабаровский, Усть-Калманский, Славгородский м.о., Змеиногогорский, Рубцовский, Быстроистокский, Павловский, Бурлинский, Красногорский	Топчихинский, Советский, Угловский, Косихинский, Кытмановский, Целинный, Первомайский, Троицкий, Алтайский	Топульский, Заринский
≥0,5	Кулундинский, Новичихинский, Поспелихинский, Егорьевский, Третьяковский, Петропавловский, Смоленский, Локтевский	Шелаболихинский, Зональный, Бийский	

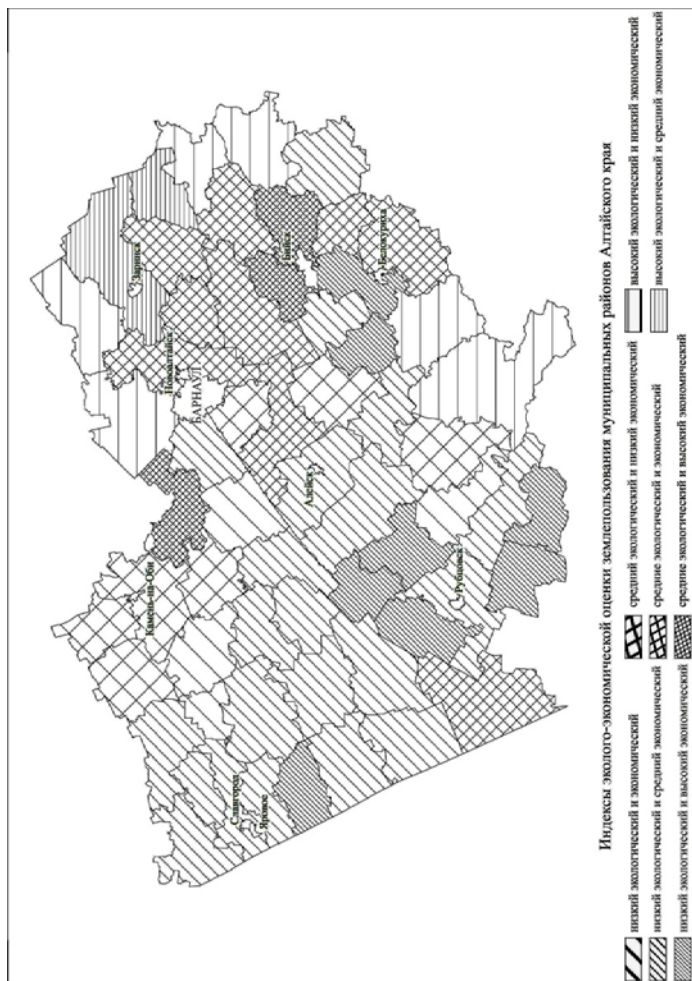


Рисунок 1. Эколого-экономическая оценка землепользования муниципальных районов Алтайского края

С помощью составленной матрицы показателей (табл. 2) можно диагностировать территории на основе баланса экологического и экономического компонентов землепользования, предложив для каждой группы районов соответствующие мероприятия для его достижения. Так более половины административных районов региона (33 из 60) характеризуются низким индексом экологоприемлемости землепользования ($\leq 0,59$). Это свидетельствует о максимальной нагрузке на земельные ресурсы при аграрном природопользовании, отсутствии внимания к сохранению качества почв, игнорированию научно обоснованных севооборотов и, в целом, анализа долгосрочных последствий такого землепользования. При этом только 8 из 33 районов в этой группе имеют высокий уровень аграрно-экономического развития ($\geq 0,5$), то есть такая организация сельскохозяйственного производства без учета экологических ограничений слабо себя оправдывает. В качестве рекомендаций можно указать реализацию мероприятий по выводу из оборота земель с низким качеством или переводу их в другие угодья, восстановлению плодородия почв с помощью различных агротехнических методов и ориентацию на биологическое или органическое сельское хозяйство.

В группу с высоким индексом экологоприемлемости землепользования и низким уровнем аграрно-экономического развития входят всего 6 районов. Они характеризуются высокой долей лесных земель в структуре землепользования, преобладанием кормовых культур в структуре посевов и животноводческой специализацией хозяйства. Для увеличения эффективности землепользования на данной территории необходимо развитие (или модернизация существующих) перерабатывающих мощностей, прежде всего, мяса и молока, для создания продукции с более высокой добавленной стоимостью, а также комплексное использование недревесных ресурсов леса (ягод, грибов, орехов, лекарственных растений).

Близка к оптимальной с позиций баланса экономического развития и сохранения земель ситуация в группе районов со средними индексами, а также при комбинации «высокий индекс экологической приемлемости землепользования – средний уровень аграрно-экономического развития» и наоборот. Следует отметить, что здесь высокие показатели продуктивности земель (урожайности сельхозкультур) при больших (относительно других территорий) объемах внесения удобрений. При этом невысоки уровень распахки и доля эродированных земель, значительна площадь естественных угодий (леса, сенокосы, пастбища и пр.). Конечно, сложившуюся ситуацию нельзя назвать идеальной, тем более что в ячейку с наилучшими показателями не попал ни один район. Но, тем не менее, можно рекомендовать сохранение сложившихся тенденций землепользования с акцентом на почвозащитную систему земледелия и минимизацию негативного воздействия сельскохозяйственной деятельности на земельные ресурсы.

Таким образом, предложенный алгоритм эколого-экономической оценки землепользования и его реализация позволили выявить пространственные особенности сельскохозяйственного землепользования в регионе, обозначив территории, где рост показателей аграрного производства обеспечивается / сопровождается критическими нагрузками и ухудшением качества земельных ресурсов, что ведет к деградации земель и требует разработки первоочередных мероприятий, направленных на восстановление их жизнеобеспечивающих и продукционных свойств.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект № АААА-А17-117041210243-8).

Список литературы

1. Браун Й. фон, Мирзабаев А. Изменение землепользования и экономика деградации земельных ресурсов в Балтийском регионе // Балтийский регион. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 45–60.
2. Макаров О.А., Цветнов Е.В., Ермияев Я.Р. Эколого-экономическая оценка земель: методология и перспективы развития // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2016. – № 4. – С. 19–28.
3. Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development / Nkonya E., Mirzabaev A., von Braun J.: Springer. – 2016, XVIII, 686 p.
4. The Economics of Land Degradation / Joachim von Braun, Nicolas Gerber, Alisher Mirzabaev, Ephraim Nkonya. – Bonn, 2013. – 35 p.
5. Brey R., Riera P., Mogas J. Estimation of forest values using choice modeling: an application to Spanish forests // Ecological Economics. – 2007. – № 64. – P. 269–285.
6. Wang W., Guo H., Chuai X., et al. The impact of land use change on the temporospatial variations of ecosystems services value in China and an optimized land use solution // Environmental science & Policy. – 2014. – Vol. 44. – P. 62–72.
7. Swinton S.M., Lupi F., Robertson G.Ph., Hamilton S.K. Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits // Ecological Economics. – 2007. – № 64. – P. 245–252.
8. Tancoigne E., Barbier M., Cointet J-Ph., Richard G. The place of agricultural sciences in the literature on ecosystem services // Ecosystem Services. – 2014. – Vol. 10. – P. 35–48.
9. Зейналова К.З. Подходы к комплексной эколого-экономической оценке ущерба природопользованию при загрязнении окружающей среды // Известия РАН. Серия Географическая. – 2009. – № 3. – С. 90–93.
10. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. – М.: Госкомэкология России, 1999. – 102 с.
11. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – Москва, 1995. – 37 с.
12. Мухин Г.Д. Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель Европейской территории России в 1990-2009 гг. // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2012. – № 5. – С. 19–27.
13. Раднаев Б.А., Михеева А.С. Подходы к эколого-экономической оценке процессов опустынивания территорий // Регион: экономика и социология. – 2010. – № 3. – С. 190–200.
14. Тюрин А.Н. Принципы эколого-экономической оценки и рационального использования земельных ресурсов Оренбургской области // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2005. – № 4. – С. 133–136.
15. Эколого-экономический индекс регионов РФ: методика и показатели для расчета / Бобылев С.Н., Минаков В.С., Соловьева С.В., Третьяков В.В. – М.: WWF России, РИА Новости, 2012. – 147 с.
16. Докучаев В.В. Сочинения. Преобразование природы степей. Работы по исследованию почв и оценке земель (1888–1900). – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – Т. 6. – 596 с.
17. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

18. Синещёков В.Е., Южаков А.И. Условия стабильного функционирования агроландшафтов юга Западной Сибири // География и природные ресурсы. – 2005. – № 1. – С. 85–90.

19. Система земледелия в Алтайском крае / Сибирское отделение ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1981.

20. Юнусбаев У.Б. Оптимизация нагрузки на естественные степные пастбища. Методическое пособие. – Саратов: Изд-во «Научная книга», 2001. – 48 с.

References

1. Brown J. von, Mirzabaev A. Change in land use and the economy of land degradation in the Baltic region // *Baltic Region*. – 2016. – Vol. 8, № 3. – P. 45–60.

2. Makarov O.A., Tsvetnov E.V., Ermiyaev Ya.R. Ecological and economic assessment of land: methodology and development prospects // *Use and protection of natural resources in Russia*. – 2016. – № 4. – P. 19–28.

3. *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development* / Nkonya E., Mirzabaev A., von Braun J.: Springer. – 2016, XVIII, 686 p.

4. *The Economics of Land Degradation* / Joachim von Braun, Nicolas Gerber, Alisher Mirzabaev, Ephraim Nkonya. – Bonn, 2013. – 35 p.

5. Brey R., Riera P., Mogas J. Estimation of forest values using choice modeling: An application to Spanish forests // *Ecological Economics*. – 2007. – № 64. – P. 269–285.

6. Wang W., Guo H., Chuai X., et al. The impact of land use change on the temporospatial variations of ecosystems services value in China and an optimized land use solution // *Environmental science & Policy*. – 2014. – Vol. 44. – P. 62–72.

7. Swinton S.M., Lupi F., Robertson G.Ph., Hamilton S.K. Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits // *Ecological Economics*. – 2007. – № 64. – P. 245–252.

8. Tancoigne E., Barbier M., Cointet J-Ph., Richard G. The place of agricultural sciences in the literature on ecosystem services // *Ecosystem Services*. – 2014. – Vol. 10. – P. 35–48.

9. Zeynalova K.Z. Approaches to a comprehensive environmental and economic assessment of environmental damage during environmental pollution // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series*. – 2009. – № 3. – P. 90–93.

10. *Methodology for determining the prevented environmental damage*. – M.: Goskomekologiya Rossii, 1999. – 102 p.

11. *Guidelines for the identification of degraded and polluted lands*. – Moscow, 1995. – 37 p.

12. Mukhin G.D. Ecological and economic assessment of the transformation of agricultural land in the European territory of Russia in 1990-2009 // *West. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geography*. – 2012. – № 5. – P. 19–27.

13. Radnaev B.L., Mikheeva A.S. Approaches to the ecological and economic assessment of desertification of territories // *Region: economics and sociology*. – 2010. – № 3. – P. 190–200.

14. Tyurin A.N. The principles of environmental and economic assessment and rational use of land resources of the Orenburg region // *Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University*. – 2005. – № 4. – P. 133–136.

15. Ecological and economic index of the Russian Federation regions: methodology and indicators for calculation / Bobylev S.N., Minakov V.S., Solovieva S.V., Tretyakov V.V. – M.: WWF-Russia, RIA Novosti, 2012. – 147 p.
16. Dokuchaev V.V. Compositions. Transformation of the nature of the steppes. Work on soil research and land assessment (1888-1900). – M.; L.: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1951. – Vol. 6. – 596 p.
17. Reimers N.F. Nature Management: Dictionary. – M.: Thought, 1990. – 637 p.
18. Sineshchekov V.E., Yuzhakov A.I. Conditions for the stable functioning of agrolandscapes of the south of Western Siberia // Geography and natural resources. – 2005. – № 1. – P. 85–90.
19. The agricultural system in the Altai Territory / Siberian Branch of the Agricultural Academy. – Novosibirsk, 1981.
20. Yunusbaev U.B. Optimization of the load on natural steppe pastures. – Saratov: Publishing House «Scientific Book», 2001. – 48 p.