

# АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 574:502(571.15) Т.В. Байкалова, Л.А. Карпова, Г.Г. Морковкин, Е.В. Солонько  
T.V. Baykalova, L.A. Karpova, G.G. Morkovkin, Ye.V. Solonko

## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

### THE EVALUATION OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE FOOTHILL AREAS OF THE ALTAI REGION

**Ключевые слова:** устойчивое развитие территорий, эколого-хозяйственный баланс, обработка данных дистанционного зондирования, картографирование, геоинформационные технологии.

Рассматриваются возможности совместного анализа результатов обработки данных дистанционного зондирования, кадастровой информации и форм статистической отчетности № 22-2 Советского и Красногорского районов Алтайского края для площадной оценки земель, классифицированных по разной степени антропогенной трансформации, а также определения коэффициентов абсолютной и относительной напряженности эколого-хозяйственной ситуации исследуемой территории. Анализ коэффициентов абсолютной и относительной напряженности показал, что неудовлетворительными показателями по степени антропогенной нагрузки отличается Советский район. Такая ситуация возникла вследствие того, что на территории Советского района в составе земель преобладает значительная доля пашни. Красногорский район сохраняет благополучную ситуацию, благодаря значительной доли залесенности и малой доли распаханности. В целом ситуацию по антропогенной нагрузке на общей территории районов можно считать удовлетворительной. Таким образом, экстенсивное ведение хозяйства привело к ряду экологических проблем, связанных с наличием высоких антропогенных нагрузок, поэтому на территории исследуемых районов необходимо пересмотреть характер использования земельных, лесных и водных ресурсов, переходя на интенсивные способы ведения хозяйства, внедряя инновационные технологии и проекты, для устранения и решения нарастающих проблем общества, хозяйства и состояния окружающей среды.

**Keywords:** area sustainable development, ecological and economic balance, remote sensing data processing, cartography, geo-information technologies.

The paper discusses the possibility of a joint analysis of remote sensing data processing results, cadastral information and statistical reporting forms No. 22-2 of the Sovetskiy and Krasnogorskiy districts of the Altai Region for areal valuation of land classified by different degrees of anthropogenic transformation and for the determination of the coefficients of absolute and relative intensity of the ecological and economic situation of the area under study. The analysis of the coefficients of absolute and relative intensity has shown that the Sovetskiy district reveals unsatisfactory indices in terms of anthropogenic load degree. This situation has arisen due to the fact that arable lands make the best part of the Sovetskiy district's land area. The Krasnogorskiy district maintains favorable situation due to a large proportion of forest lands and a small plowed land percentage. In general, the anthropogenic load situation on the total area of the districts may be considered satisfactory. Therefore, extensive farming has led to a number of environmental problems associated with the presence of high anthropogenic pressure; so the pattern of land, forest and water resources use in the area under study should be revised towards the transition to intensive farming methods with the introduction of innovative technologies and projects meant to overcoming and solving the growing problems of the society, economy and environment.

**Байкалова Татьяна Викторовна**, к.г.н., доцент, зав. каф. геодезии и картографии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-95-18. E-mail: tan.space@mail.ru.

**Карпова Лидия Александровна**, ст. преп., каф. геодезии и картографии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-95-18. E-mail: limur81@mail.ru.

**Baykalova Tatyana Viktorovna**, Cand. Geo. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Geodesy and Cartography, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-95-18. E-mail: tan.space@mail.ru.

**Karpova Lidiya Aleksandrovna**, Asst. Prof., Chair of Geodesy and Cartography, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-95-18. E-mail: limur81@mail.ru.

**Морковкин Геннадий Геннадьевич**, д.с.-х.н., проф., проректор по научной работе, зав. каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-51. E-mail: ggmark@mail.ru.

**Солонько Елена Викторовна**, к.с.-х.н., ст. преп., каф. геодезии и картографии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-95-18. E-mail: volkova.elena09@mail.ru.

**Morkovkin Gennadiy Gennadyevich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Rector for Scientific Activities, Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-51. E-mail: ggmark@mail.ru.

**Solonko Yelena Viktorovna**, Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Chair of Geodesy and Cartography, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-95-18. E-mail: volkova.elena09@mail.ru.

### Введение

Одной из составных частей общей проблемы устойчивого развития территории является проблема сельскохозяйственных геосистем, которая возникла на фоне необходимости поиска «золотой середины» в рациональном и эффективном использовании земель различного назначения, чтобы занятость населения и его благосостояние в любом районе государства отвечали требованиям, предъявляемым к качеству жизни человека. Необходимость перехода современного сельского хозяйства к экологоприемлемому пути развития не вызывает сомнений, что, в свою очередь, определяет неизбежность дальнейшего совершенствования существующих фундаментальных теоретических положений концепции сбалансированного развития сельского хозяйства.

Разработка программы устойчивого развития сельских территорий в настоящее время проводится на уровне каждого муниципалитета. Одной из главных задач программы является оптимизация пространственной организации сельских территорий на основе рационального использования имеющегося ресурсного потенциала. Для успешной реализации данной задачи в рамках концепции устойчивого развития необходимы новые подходы изучения природно-антропогенных систем и создания новых пространственных форм природопользования [1]. Одним из таких подходов является концепция эколого-хозяйственного баланса территории, которая устанавливает и поддерживает между природой и хозяйственной деятельностью человека гармоничные отношения. Концепция эколого-хозяйственного баланса территории включает следующие условия: проведение организации, устройства и обустройства территорий разного административного уровня на ландшафтно-экологической основе; сохранение и поддержание естественных и слабоизмененных ландшафтов, выполняющих важные средо- и ресурсоформирующие функции в полном объеме; рациональное использование и поддержание природного потенциала территории, разумное распределение природно-ресурсной ренты; управление, самоуправление и территориальная справедливость; достижение приемлемого качества жизни и продукции и поддержание здорового образа

жизни; развитие инновационных процессов [2].

Изучение и анализ предпосылок, существующих на той или иной территории, для осуществления каждого из условий концепции эколого-хозяйственного баланса, позволит выявить основные проблемы, а также положительные и отрицательные факторы развития для принятия мер по ее устойчивому развитию.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлась территория Красногорского и Советского районов Алтайского края. Для решения задачи создания новых пространственных форм природопользования – эколого-хозяйственных структур устойчивого развития использовались следующие методы:

- анализ структуры землепользования на основе классификационных единиц земельного кадастра и данных дистанционного зондирования;
- обработка космических изображений для выявления антропогенной трансформации территории;
- определение степени антропогенной нагрузки на основе коэффициентов абсолютной и относительной напряженности эколого-хозяйственной ситуации территории;
- геоинформационных технологий для создания тематического картографического материала по результатам проведенных исследований.

### Результаты и их обсуждение

Для достижения поставленной цели необходимо провести классификацию исследуемой территории по видам и категориям сельскохозяйственных угодий, а также по степени их трансформации [3]. Данная задача выполнялась с применением картографического материала, данных дистанционного зондирования, кадастровой информации и форм статистической отчетности № 22-2 Советского и Красногорского районов. Тематический картографический материал, имеющийся в наличии, значительно устарел, поэтому для анализа современного состояния исследуемой территории он был обновлен с помощью космических снимков, полученных многозональными спутниковыми системами Aster и

Landsat. Так как исходная информация представлена в разных системах координат, то все материалы взаимно трансформировались. В качестве основной была принята система координат МСК-22.

Пересчет изображений проводился по опорным точкам с использованием следующих формул:

$$X' = a_x + b_x x + c_x y + d_x xy;$$

$$Y' = a_y + b_y x + c_y y + d_y xy,$$

где  $X'$ ,  $Y'$  – координаты на исходном изображении;

$x$ ,  $y$  – координаты узлов сетки в системе координат МСК-22.

Неизвестные коэффициенты  $a_x, \dots, d_y$  находились методом наименьших квадратов [4].

В результате сшивки и трансформации отдельных фрагментов была получена многолистная и многослойная растровая основа исследуемой территории. Далее в геоинформационной системе MapInfo Professional на данной растровой основе оцифровывались слои, соответствующие различным видам и категориям земель. При оцифровке на многолистной растровой основе была исключена сложная процедура сшивки отдельных векторных слоев, что позволило значительно повысить картографическую точность оценки площадей земельных участков.

Тематическая интерпретация материалов дистанционного зондирования проводилась с помощью программного комплекса ENVI. Космические снимки обрабатывались методами классификации, непосредственно опирающиеся на задачи выделения в многомерном пространстве компактных групп точек, и методы построения параметрических моделей восстановления параметров, характеризующих состояние исследуемых природных объектов [5].

В результате совместной обработки всех имеющихся данных была построена карта сельскохозяйственных угодий Красногорского и Советского районов (рис. 1), анализ которой показал, что общая площадь районов исследования в административных границах составляет 461873 га (307342 – Красногорский район и 154531 – Советский район).

Основу земельного фонда районов составляют земли сельскохозяйственного назначения (64,3%), включающие сельскохозяйственные угодья и земли, занятые внутрихозяйственными дорогами, древесно-кустарниковой растительностью, постройками и сооружениями, необходимыми для функционирования сельского хозяйства. Распределение сельскохозяйственных угодий в пределах отдельных хозяйств административных районов существенно отличается. Прослежи-

вается зависимость между особенностями рельефа и размещением сельскохозяйственных угодий, доля которых составляет 63%. Пахотные земли преобладают в равнинной части Советского района и занимают 52% от всей территории, сенокосы и пастбища – на территории Красногорского района, что составляет 36% от площади района.

Второе место по площади занимают земли лесного фонда – 28,6%. Леса распространены в западной и юго-западной части Красногорского района – 40% территории. Незначительные массивы лесов есть вдоль реки Катунь и на юге Советского района. Наибольшая доля лесного фонда приходится на Красногорский, Усть-Кажинский и Новозыковский сельсоветы.

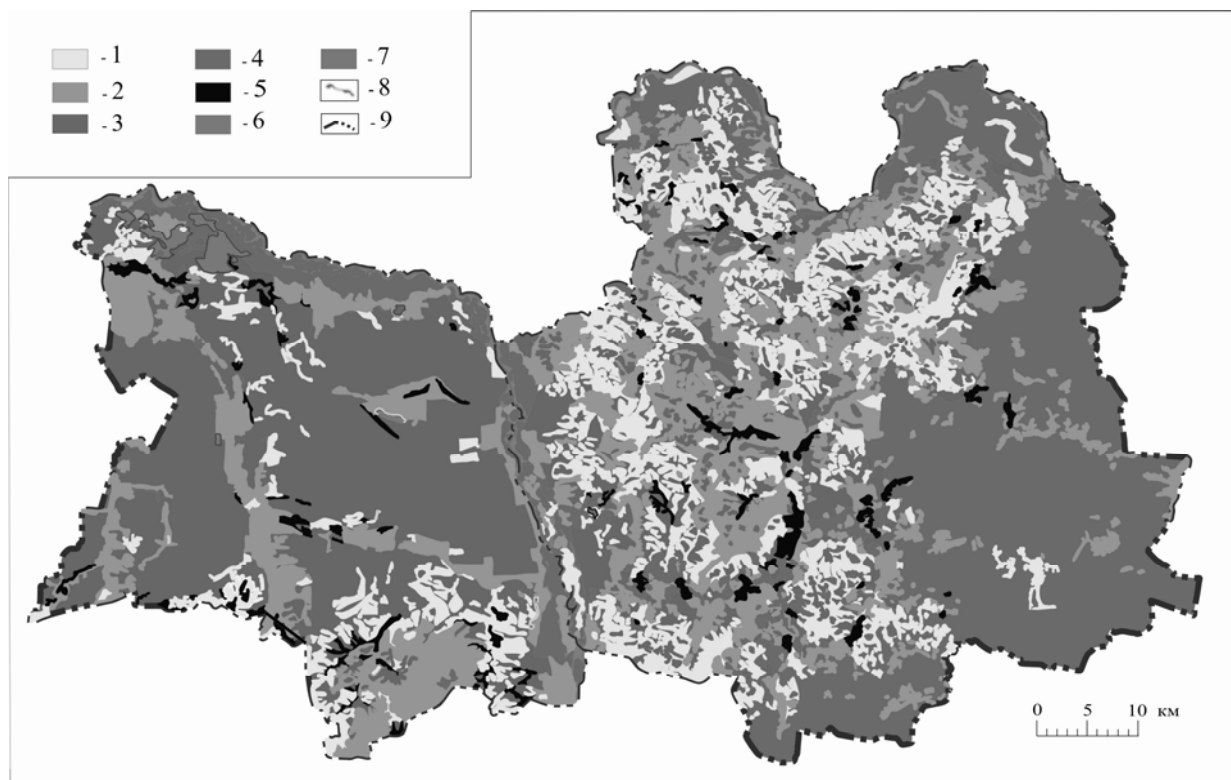
Особое значение имеют земли особо охраняемых территорий, которые составляют 10% от общей территории (42898 га), среди которых имеются заказник Лебединый (38000 га) в Советском районе и заказник Михайловский (4100 га) в Красногорском районе. К другим землям, имеющим незначительные площади, относятся земли застройки, под дорогами, под водой, залежь, многолетние насаждения и прочие земли.

Учитывая структуру землепользования, а также наличие земель различных категорий, можно вычислить уровень антропогенной трансформации территории. Уровень антропогенной нагрузки исследуемых районов был определен по методике Б.И. Кочурова [6]. Согласно предложенной методике анализ структуры землепользования проводится на основе классификационных единиц земельного кадастра (форма статистической отчетности № 22), данных дистанционного зондирования и кадастровой информации. Для определения степени антропогенной нагрузки земель вводятся экспертные балльные оценки. Каждый вид земель получает соответствующий балл. Совместный анализ результатов обработки космических снимков, кадастровой информации и форм статистической отчетности № 22-2 Советского и Красногорского районов позволил провести площадную оценку земель, классифицированных по разной степени антропогенной трансформации (рис. 2), и выявить следующую балльную классификацию земель, представленную в таблице.

Группировка земель по степени антропогенной нагрузки позволяет оценить антропогенную преобразованность территории в сопоставимых показателях. Ими являются коэффициенты абсолютной ( $K_a$ ) и относительной ( $K_o$ ) напряженности эколого-хозяйственной ситуации территории, вычисляемые по формулам:

$$K_a = \frac{АН6}{АН1}, \quad K_o = \frac{АН4 + АН5 + АН6}{АН1 + АН2 + АН3},$$

где АН1, ..., АН6 – численное значение степени антропогенной нарушенности, соответствующее балльному показателю.



**Рис. 1. Сельскохозяйственные угодья Красногорского и Советского районов.**  
 Условные обозначения: 1 – сенокосы, 2 – пастбища, 3 – пашня,  
 4 – леса, колки, кустарники, 5 – болота, 6 – залежи чистые,  
 7 – гравийно-песчаные карьеры, 8 – реки, озера, 9 – граница районов



**Рис. 2. Пример классификации части территории Советского района по степени антропогенной нагрузки (масштаб 1:30000).**  
 Условные обозначения: 2 – низкая, 3 – средняя, 4 – высокая, 6 – высшая



**Балльная классификация земель Красногорского и Советского районов по степени антропогенной трансформации**

Степень антропогенной трансформации	Балл	Виды и категории земель	Красногорский район, га	Советский район, га
Высшая	6	Земли промышленности, транспорта, населенных пунктов, инфраструктуры, нарушенные земли	3472,36	6627,00
Очень высокая	5	Орошаемые и осушаемые земли	0,00	0,00
Высокая	4	Пахотные земли, ареалы интенсивных рубок, пастбища и сенокосы, используемые нерационально	99901,20	103245,10
Средняя	3	Многолетние насаждения, рекреационные земли	74,40	1226,80
Низкая	2	Сенокосы, леса, используемые ограниченно	182701,09	26184,00
Очень низкие	1	Природоохранные и неиспользуемые земли	21192,95	17248,10

Чем ниже  $K_a$ , тем благополучнее состояние окружающей среды. В целом эколого-хозяйственный баланс территории в наибольшей степени характеризуется коэффициентом  $K_o$ , так как при этом рассматривается вся исследуемая территория. При  $K_o$ , равным или близким к 1,0, напряженность эколого-хозяйственного баланса территории оказывается сбалансированной по степени антропогенной нагрузки и потенциалу устойчивости природы [7].

Таким образом, коэффициенты абсолютной ( $K_a$ ) и относительной ( $K_o$ ) напряженности имеют следующие величины:

для Красногорского –  $K_a = 0,16$ ,  
 $K_o = 0,51$ ;

для Советского –  $K_a = 0,38$ ,  $K_o = 2,46$ .

Согласно полученным результатам, на территории районов на сегодняшний день по соотношению высшей и очень низкой антропогенной нагрузки сохраняется благоприятная обстановка, так как последнее значительно превалирует над первым. Однако если рассматривать показатели  $K_o$ , то можно отметить, что напряженной ситуацией по степени антропогенной нагрузки отличается Советский район, где  $K_o = 2,46$ , что указывает на дисбаланс по степени антропогенной нагрузки и устойчивости природы. Такая ситуация возникла вследствие того, что на территории Советского района значительна доля пашни в составе земель – 54% от общей территории. Данный процент распаханности характеризует высокую интенсивность нагрузки, кроме того, здесь учитывается доля сенокосов используемых нерационально – 11% от всей территории. Красногорский район сохраняет благополучную ситуацию  $K_o = 0,51$ , благодаря значительной доли залесенности – 42%

от общей площади района и малой доли распаханности – 15%, что является повышенной интенсивной нагрузкой [7]. В целом ситуацию по антропогенной нагрузке на общей территории районов можно считать удовлетворительной.

#### Заключение

Природные условия и ресурсы района исследования позволяют вести успешную хозяйственную деятельность и обеспечить при рациональном и эффективном их использовании высокий уровень и достойное качество жизни местного населения. Современная система хозяйствования сложилась таким образом, что большая часть земель территории районов имеет категорию земель сельскохозяйственного назначения, основные промышленные предприятия районов предназначены для переработки сельхозпродукции, в Красногорском районе расположены предприятия по переработке древесины. Экстенсивное ведение хозяйства привело к ряду экологических проблем, связанных с наличием высоких антропогенных нагрузок, которые в свою очередь определили ряд негативных явлений на территории: дигрессия пастбищ, эрозия почв, снижение гумуса в почве, заболачивание и др. Районы обладают достаточным туристическим потенциалом для создания обширной зоны отдыха. Таким образом, на территории исследуемых районов необходимо пересмотреть характер использования земельных, лесных и водных ресурсов, переходя на интенсивное ведение хозяйства, внедряя инновационные технологии и проекты, для устранения и решения нарастающих проблем общества, хозяйства и состояния окружающей среды.

#### Библиографический список

1. Морковкин Г.Г., Байкалова Т.В., Максимова Н.Б., Овцинов В.И., Литвиненко Е.А., Демина И.В., Демин В.А. Антропогенная трансформация пахотных почв степной зоны

Алтайского края // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – № 6. – С. 43-48.

2. Карпова Л.А. Экологический каркас территории Красногорского и Советского районов Алтайского края // Известия Бийского отделения Русского географического общества. – Бийск: ФГБОУ АГАО, 2012. – Вып. 33 – С. 137-141.

3. Байкалова Т.В. Картографирование процессов деградации почвенного покрова // География и природопользование Сибири: сб. ст. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2011. – Вып. 13. – С. 26-32.

4. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

5. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса: учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.

6. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учебное пособие. – М.; Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.

7. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2001. – 328 с.

Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 6. – S. 43-48.

2. Karpova L.A. Ekologicheskii karkas territorii Krasnogorskogo i Sovetskogo raionov Altayskogo kraya // Izvestiya Biiskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva. – Biisk: FGBOU «AGAO», 2012. – Vyp. 33. – S. 137-141.

3. Baikalova T.V. Kartografirovanie protsessov degradatsii pochvennogo pokrova // Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri: sbornik statei. – Barnaul: Izd-vo AltGU, 2011. – Vyp. 13. – S. 26-32.

4. Shovengerdt R.A. Distantcionnoe zondirovanie. Modeli i metody obrabotki izobrazhenii. – M.: Tekhnosfera, 2010. – 560 s.

5. Kashkin V.B., Sukhinin A.I. Distantcionnoe zondirovanie Zemli iz kosmosa: uchebnoe posobie. – M.: Logos, 2001. – 264 s.

6. Kochurov B.I. Ekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie: uchebnoe posobie. – M.; – Smolensk: Madzhenta, 2003. – 384 s.

7. Isachenko A.G. Ekologicheskaya geografiya Rossii. – SPb.: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo un-ta, 2001. – 328 s.

#### References

1. Morkovkin G.G., Baikalova T.V., Maksimova N.B., Ovtsinov V.I., Litvinenko E.A., Demina I.V., Demin V.A. Antropogennaya transformatsiya pakhotnykh pochv stepnoi zony

*Работа выполнена при финансовой поддержке фонда РФФИ и Администрации Алтайского края (грант № 16-45-220163 p\_a).*



УДК 630\*114:631.436:630\*17:630\*271 (571.15)

**С.В. Макарычев, Л.В. Лебедева**  
**S.V. Makarychev, L.V. Lebedeva**

### ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ ПОД ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ В УСЛОВИЯХ ДЕНДРАРИЯ

#### THE FORMATION OF SOIL HYDROTHERMAL REGIME UNDER TREE SPECIES UNDER THE ARBORETUM CONDITIONS

**Ключевые слова:** серая лесная почва, чернозем обыкновенный, дерново-подзолистая почва, влажность почвы, температура, общие запасы влаги, продуктивные запасы влаги, сумма температур.

Тепло и влага как экологические факторы играют основную роль в жизни леса. Для произрастания древесных пород оптимальным является режим, обеспечивающий необходимым количеством тепла все биологические процессы. С влагой тесно связаны процессы возобновления леса, формирование древостоев и само существование древесных насаждений. Длительное произрастание интродуцированных древесных пород в условиях дендрария привело к трансформации почвен-

ного покрова. При этом основные зональные почвы – черноземы выщелоченные и обыкновенные оказались преобразованы под дубовыми насаждениями в серую лесную почву, а еловые породы обусловили формирование дерново-подзолистой почвы. В результате гидротермический режим изученных почв под разными древостоями приобрел свои характерные особенности. Серая лесная почва хорошо прогревалась, но испытывала дефицит как общих, так и продуктивных влагозапасов. В дерново-подзолистой почве, наоборот, наблюдались переувлажнение и минимальная сумма температур. Оптимальный режим тепла и влаги отмечался в черноземе обыкновенном под березовыми насаждениями.