

УДК 504: 504.05:574.4

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ С УЧЕТОМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Панченко Екатерина Михайловна,

кандидат географических наук, младший научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3. E-mail: pakatya@sibmail.com

Дюкарев Анатолий Григорьевич,

доктор географических наук, доцент, заведующий отделением экологических исследований Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3. E-mail: DAG@imces.ru

Актуальность работы обусловлена необходимостью оценки территории Обь-Томского междуречья для разработки мер по эффективному использованию территории для сохранения природного комплекса и неконфликтной хозяйственной и рекреационной деятельности.

Цель работы. Оценить эколого-хозяйственный баланс Обь-Томского междуречья на современном этапе.

Методы исследования. Метод оценки эколого-хозяйственного баланса с учетом антропогенной нагрузки. Для исследования состояния объекта регионального масштаба выбор в качестве основы анализа структуры земель представляется наиболее адекватным, поскольку именно устройство землепользования объективно отражает современное состояние промышленного, сельскохозяйственного и рекреационного воздействия.

Результаты работы. В результате проведенных исследований на основе предварительных расчетов, экспертных оценок и анализа современного состояния различных видов земель и типов землепользования на исследуемой территории предложена их классификация для Обь-Томского междуречья. Здесь к традиционно используемым в расчетах категориям был добавлен ряд специфических типов антропогенных воздействий (например, эксплуатация подземных источников водоснабжения). Проведена комплексная оценка эколого-хозяйственного баланса территории Обь-Томского междуречья по соотношению основных категорий землепользования, с учетом интенсивности антропогенной нагрузки. Проанализированы основные негативные факторы воздействия на разные участки территории. На этой основе рассчитаны коэффициенты относительной и абсолютной напряженности территории. Определен коэффициент естественной защищенности территории и проанализированы намечающиеся тенденции по изменению эколого-хозяйственного состояния. Проведенные расчеты показывают, что состояние территории исследования в настоящий момент в целом можно определить как умеренно преобразованное, но явно проявляется тенденция усиления негативных явлений – идет приращение земель, подверженных антропогенному воздействию.

Ключевые слова:

Эколого-хозяйственный баланс, антропогенная нагрузка, экологическая оценка, коэффициенты относительной и абсолютной напряженности территории, коэффициент естественной защищенности, Обь-Томское междуречье.

В настоящий период природная среда находится под динамичным воздействием сложного комплекса естественных и антропогенных факторов. Сильная пространственно-временная изменчивость влияющих процессов является серьезным препятствием для выбора приоритетных объективных показателей при проведении экологических исследований. При снижении ресурсного потенциала в разной степени повышаются затраты на его использование и воспроизводство, что приводит не только к быстрому изменению темпов и структуры потребления природных запасов, но и социального устройства территории [1]. Наиболее сложным представляется анализ объектов регионального масштаба, где непосредственно возникает необходимость принятия конкретных мер по ликвидации или смягчению негативных последствий и где сходятся противоречия между различными категориями природопользователей [2].

И как бы ни были разработаны подходы в реализации идеи об устойчивом развитии в глобальном масштабе [3, 4], основной узел проблем и противоречий, поиск путей их решения находится на конкретных территориях. Как подчеркивал в своих публикациях В.А. Коптюг: «Когда доходит дело до того места, где живешь, и надо решать все вопросы, в том числе экономического развития, начинает взвешиваться баланс: социальный, экономический и экологический. Решать все проблемы надо в рамках именно этой триады» [5].

Отсюда адаптация сформированных теоретических идей и создание обоснованных методов регионального управления природопользованием должны быть основаны на базе знаний современного состояния территории. Экологическое состояние любого объекта окружающей среды определяется сложным взаимодействием природы и общества. Для оценок антропогенного влияния зачастую рас-

считывают только количественные показатели загрязнения отдельных сред (воды, почв, воздуха) различными ингредиентами. Однако при комплексном анализе определенной территории этого явно недостаточно, а при разработке правовых документов и реальных мер на региональном уровне и не всегда возможно. Действительно, зачастую загрязнение речных вод, почв и атмосферного воздуха определяется трансграничными переносами и здесь областными и муниципальными органам приходится изыскивать особые пути решения проблем. В частности, в г. Томске задача снабжения населения питьевой водой была решена не путем создания очистных сооружений для вод реки Томи, а доставкой воды из подземных источников.

Приступая к анализу, необходимо оценить разнобразные аспекты природопользовательской деятельности, которая, на наш взгляд, в первую очередь характеризуется сложившейся на территории структурой землепользования [6]. Поэтому здесь в основу подхода, для оценки эколого-хозяйственного баланса и соответствующего информационного обеспечения выбора методов и средств сохранения экологического равновесия на исследуемой территории, положен анализ сложившегося соотношения различных видов земель и типов землепользования.

Это продиктовано следующими соображениями:

1. Существующая структура использования земельного фонда объективно отражает современное состояние промышленного, сельскохозяйственного и рекреационного использования территории.
2. Преобразование этой структуры, как правило, происходит более медленными темпами, чем иные негативные воздействия на окружающую среду, связанные с трансграничными переносами, изменениями в социальных запросах населения и т. д., что дает возможность на базе проведенного анализа эколого-хозяйственного баланса осуществить разработку и реализацию в разумное время реальных природоохранных мер.
3. Земельные ресурсы являются одним из важных видов георесурсов, поэтому исследование состояния и дальнейшее прогнозирование ситуации их развития является приоритетной задачей.
4. И самое главное, что именно земельный фонд находится в правовом поле и компетенции управления региональных, муниципальных и местных административных органов на исследуемой территории.

Эколого-хозяйственный баланс (ЭХБ) территории будем рассматривать как гармоничное соотношение различных видов антропогенной деятельности различных групп населения на территории с учетом потенциальных возможностей природы, что должно оптимально минимизировать возможные негативные последствия и обеспечить устойчивое развитие природы и общества [7].

Обоснованный анализ состояния эколого-хозяйственного баланса территории дает основу для оценки существующих и зарождающихся наиболее острых проблем и разработки соответствующих управленческих мер, обеспечивающих экологически устойчивое региональное развитие с учетом сложившейся структуры хозяйственной деятельности и конкретных ландшафтно-экологических условий. В нашей стране уже существует определенный опыт оценки ЭХБ для разных территорий (см. например: Воронежская область [8], Волгоградская область [9], Республики Мордовия [10], Татарстан [11], Орловская область [12] и др.).

Методы исследования

Методические подходы оценки эколого-хозяйственного баланса территории разработаны Б.И. Кочуровым, Ю.Г. Ивановым [13, 6], где учитываются следующие характеристики: распределение земель по категориям и видам, их площадь и степень антропогенной нагрузки, площадь природоохранных зон, напряженность эколого-хозяйственного состояния территории, интегральная антропогенная нагрузка, природная защищенность территории, экологический фонд территории. Здесь для оценки ЭХБ на первом этапе определяют уровень антропогенной нагрузки (АН), при этом на основе экспертных оценок каждому виду земель с учетом его экологического состояния присваивается соответствующий балл (табл. 1).

Затем на основе расчета индекса антропогенной нагрузки ($АН_n$) по формуле (1) определяется степень АН каждой природной местности [6]:

$$АН_n = r \cdot S_r, \quad (1)$$

где r – балл антропогенной нагрузки; S_r – доля данной категории земель в общей площади природного комплекса, %.

Далее рассчитываются коэффициенты абсолютной (K_A) и относительной (K_0) напряженности территории, то есть отношение площади земель с высокой АН к площади с более низкой АН [6]:

$$K_A = АН_5 / АН_1. \quad (2)$$

Значение коэффициента K_A позволяет оценить ситуацию только по «крайним» критериям. Для более подробного анализа степени сбалансированности территории по структуре землепользования и природно-экологическому потенциалу рассчитывается K_0 [6]:

$$K_0 = (АН_3 + АН_4 + АН_5) / (АН_1 + АН_2). \quad (3)$$

При уменьшении степени и площади земель, подверженных этому воздействию, значение коэффициентов K_A и K_0 убывает, и при K_0 , равном или близком к 1, эколого-хозяйственная ситуация может оцениваться как сбалансированная по степени АН и потенциалу устойчивости природы [13].

Известно, что для различных факторов антропогенного влияния существует свой лимит устойчивости природных и природно-антропогенных

ландшафтов, и чем разнообразнее ландшафт, тем он более устойчив. В площадном выражении это отражается, прежде всего, в количестве и равномерном распределении малонарушенных участков, природоохранных зон, т. е. экологического фонда территории. Чем больше эта величина, тем выше естественная защищенность (ЕЗ) территории и выше устойчивость ландшафта.

Таблица 1. Классификация земель по степени антропогенной нагрузки [7]

Table 1. Classification of lands by degree of anthropogenic load [7]

Степень АН Degree of AL	Балл Point of AL	Группа земель Group of lands
Низкая Low	1	Леса и неиспользуемые земли Forests and unused lands
Незначительная Light	2	Земли под водой, болота Lands under water, bogs
Средняя Medium	3	Пастбища, сенокосы, многолетние насаждения Grasslands, hayfields, perennial plantation
Значительная Significant	4	Пашни Agricultural lands
Высокая High	5	Земли промышленности, транспорта, инфраструктуры, городской и сельской застройки, свалки, нарушенные земли Industrial lands, roads, lands of infrastructure, urban and rural areas, disposal sites, disturbed lands

Очевидно, что земли, испытывающие высокую степень антропогенного воздействия, имеют и самую низкую естественную защищенность. Если площадь земель, входящих в экологический фонд с минимальной АН, принять за P_1 , то площади земель с условной оценкой степени АН в 2, 3 и 4 балла будут составлять $0,8P_2$, $0,6P_3$, $0,4P_4$ (земли с высоким баллом АН в расчет не принимаются) [6]. Таким образом оценивается $P_{сф}$ – суммарная площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями (4):

$$P_{сф} = P_1 + 0,8P_2 + 0,6P_3 + 0,4P_4, \quad (4)$$

где 0,8, 0,6 и 0,4 – понижающие коэффициенты; P_1 , P_2 , P_3 , P_4 – земли, входящие в экологический фонд, с условной оценкой степени АН в 1, 2, 3, 4 балла.

Далее для комплексной оценки территории применяется интегральный коэффициент естественной защищенности территории ($K_{ЕЗ}$), который определяется по формуле [6]:

$$K_{ЕЗ} = P_{сф} / P_0, \quad (5)$$

где P_0 – общая площадь исследуемой территории.

Отметим, что величина коэффициента $K_{ЕЗ}$ менее 0,5 уже свидетельствует о критическом уровне защищенности территории.

Объект и материалы исследования

В данной работе представлены результаты оценки эколого-хозяйственного баланса Обь-Томского междуречья (ОТМ) (рисунок). Объект исследования расположен рядом с Томском и Северском, на юге граничит с Новосибирской и Кемеровской областями, общая площадь – 364 тыс. га. Район с запада и востока ограничен реками Обь и Томь соответственно, южная граница проходит по реке Большая Черная. Здесь расположено 34 населенных пункта и проживает почти 3 % населения области.

Геоморфологическое строение, обширная гидрографическая сеть, климатические условия, высокое разнообразие почвенного и растительного покрова, ландшафтная структура определяют активную деятельность человека на территории. В силу специфики ресурсного и экологического потенциала исследуемый район выполняет ряд защитных функций. При многофункциональной эксплуатации территории неизбежно возникает напряженность между разными видами потребления природных ресурсов.

Проведенная нами оценка эколого-хозяйственного баланса Обь-Томского междуречья основана на материалах статистических сборников администрации Томской области, комитетов по земельным ресурсам и землеустройства. В процессе работы использовались картографические материалы: 1) топографические карты масштаба 1:100 000, выполненные в ГУГК при СМ СССР на основе АФС 1986 г. (6 листов); 2) план землеустройства масштаба 1:100 000, выполненный в ВИСХАГИ Роскомзем 1998 г. (1 лист); 3) карта-схема деления лесов по целевому назначению и категориям защитных лесов Тимирязевского лесничества масштаба 1:300 000, составленная Департаментом лесного хозяйства Томской области (2014) [14]; 4) карта ландшафтной структуры с отражением трансформированных территорий под воздействием Томского водозабора, составленная А.Г. Дюкаревым и Н.Н. Пологовой совместно с ОАО «Томскгеомониторинг» (2008) [15]; 5) космический снимок Landsat (США), мультиспектральный с пространственным разрешением 30 м.

Обсуждение результатов

Общая структура землепользования Обь-Томского междуречья представлена в табл. 2. Видно, что около 70 % территории относится к категории земель с низкой и незначительной антропогенной нагрузкой, а процент площади земель, испытывающих высокую и значительную нагрузку, весьма мал. При таком рассмотрении сложившуюся ситуацию на междуречье можно отнести к условно благополучной. В то же время первичная оценка не отражает главного – уровня антропогенной нагрузки на окружающую среду.

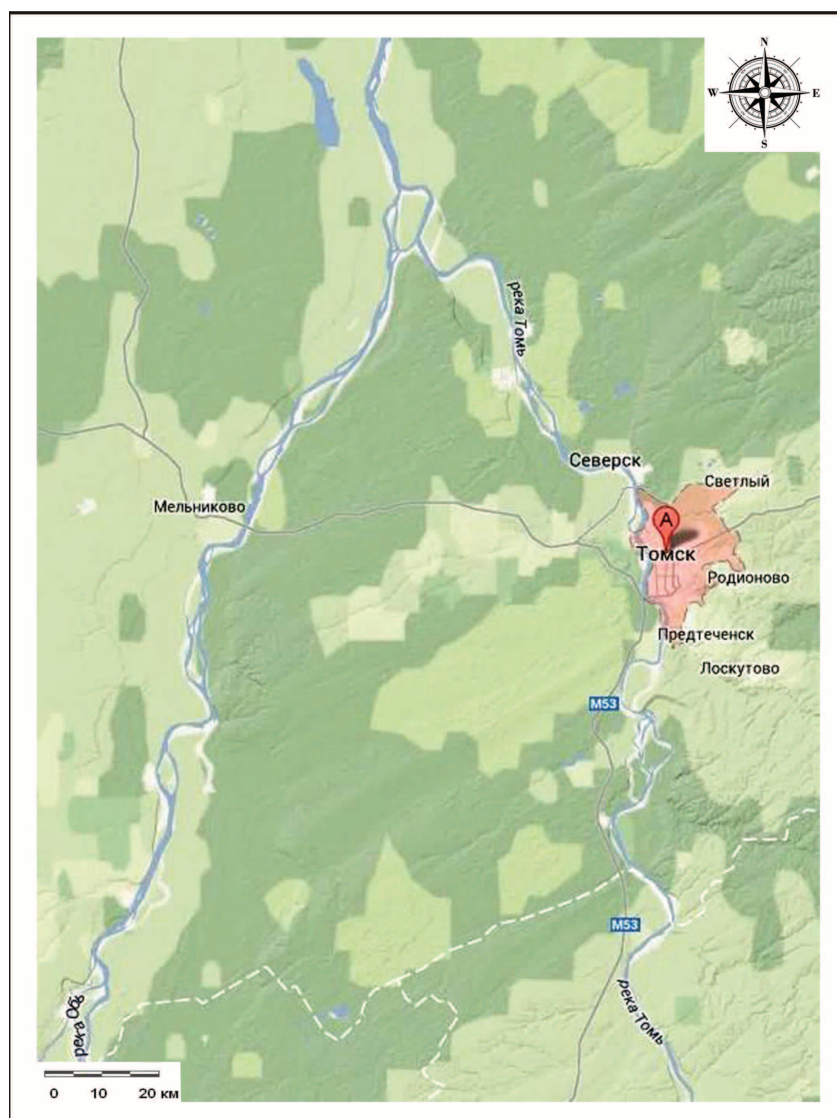


Рисунок. Объект исследования – Обь-Томское междуречье

Figure. Research subject is the territory of Ob-Tom interfluve

Если же применить систему экспертной оценки в баллах для каждого вида антропогенной нагрузки, то экологическое состояние Обь-Томского междуречья будет выглядеть совсем иначе.

Рассмотрим результаты расчета коэффициентов $АН_n$ для каждого вида земель:

$$АН_1=61,3; АН_2=16; АН_3=41,1; АН_4=36; АН_5=35.$$

Величина коэффициента абсолютной напряженности Обь-Томского междуречья

$$К_A^{OTM} = АН_5 / АН_1 = 35 / 61,3 = 0,6.$$

Исходя из этого расчета, территорию междуречья можно отнести к устойчивой. Для более детальной оценки степени сбалансированности территории по структуре землепользования и природно-экологическому потенциалу рассчитывается $К_0^{OTM}$:

$$К_0^{OTM} = (АН_3 + АН_4 + АН_5) / (АН_1 + АН_2) = (41,1 + 36 + 35) / (61,3 + 16) = 1,5.$$

Если величина $К_0$ оказывается больше 1, то это свидетельствует о тенденции изменения эколого-хозяйственного баланса в сторону увеличения антропогенно преобразованных земель.

Далее нами произведен расчет коэффициента естественной защищенности ($К_{EZ}^{OTM}$):

$$P_{CF}^{OTM} = P_1 + 0,8P_2 + 0,6P_3 + 0,4P_4 = 223 + 23,44 + 29,88 + 13,92 = 290,24;$$

$$К_{EZ}^{OTM} = P_{CF} / P_0 = 290,24 / 364 = 0,8.$$

На основе приведенного расчета можно сделать вывод, что на территории Обь-Томского междуречья отмечается стабильная, удовлетворительная ситуация. Однако такая оценка является в определенной степени формальной и не может учесть важные специфические особенности ситуации на конкретной территории.

Для более подробного анализа эколого-хозяйственного баланса Обь-Томского междуречья нами

были выделены следующие наиболее значимые виды антропогенных воздействий на окружающую среду.

Таблица 2. Структура земельного фонда Обь-Томского междуречья [14]

Table 2. Land reserves structure of the territory of Ob-Tom interfluvium [14]

Категория земель Group of lands	Балл АН Point of AL	Всего по лесничеству Total on forestry	
		площадь, тыс. га area, thousands hectares	доля, % percent, %
Общая площадь земель Total area of lands		364	100
Леса и неиспользуемые земли Forests and unused lands	1	223	61,3
Земли под водой, болота Lands under water, bogs	2	29,3	8
Пастбища, сенокосы, много- летние насаждения Grasslands, hayfields, perennial plantation	3	49,8	13,7
Пашни Agricultural lands	4	34,8	9
Земли транспорта, инфра- структуры, населенных пунк- тов, нарушенные земли Industrial lands, roads, lands of infrastructure, urban and rural areas, disposal sites, disturbed lands	5	27,1	7

Для района исследования важным фактором является **эксплуатация подземных источников водоснабжения**. Под влиянием интенсивного водоотбора (откачка подземных вод достигает 200 тыс. м³ в сутки) на территории уже сформировалась воронка депрессии [16], наиболее глубокая в районе первой очереди водозабора. Проведенные исследования выявили, что наиболее трансформированы ландшафты в районе действия первой очереди водозабора [17, 18].

К основным составляющим негативных воздействий необходимо отнести и **лесоупотребление**. Общая площадь лесов составляет 220824 га, из них эксплуатируется 163500 га. Эксплуатация лесов началась давно, и на данный момент основная часть лесных массивов вырублена. По данным космомониторинга, на территории начиная с 2001 по 2013 г. произошла потеря лесных насаждений в количестве 17 тыс. га [19]. Следствием вырубки лесов является заметное снижение биологического разнообразия, экономической и экологической ценности территории. Вырубки характеризуются повышенной пожароопасностью и развитием эрозийных процессов.

Немаловажным является и то, что междуречье стабильно подвергается интенсивным **рекреационным нагрузкам** (туризм, воскресный отдых, сбор дикоросов). Обь-Томское междуречье имеет большой рекреационный потенциал, который опреде-

ляется доступностью территории и развитостью дорожных сетей, богатством природы. Ведущее место занимают сосняки зеленомошные, березово-сосновые леса, кедровники. В процессе рекреационного воздействия ослабляются внутренние связи между компонентами, что ведет к снижению устойчивости и трансформации структуры ландшафта, преобразованию в качественно иное состояние.

Серьезным последствием антропогенной деятельности является такой косвенный фактор, как **лесные пожары**, увеличение частоты возникновения которых преимущественно связано с усилением рекреационной нагрузки. Совокупное воздействие ряда причин, таких как наблюдающееся потепление климата, изменение гидрологического режима и усиливающееся интенсивное освоение района как рекреационной пригородной зоны, заметно повышает пожароопасность на междуречье.

В результате проведенных исследований нами предложена несколько иная классификационная схема распределения земель (табл. 3), где к уже ранее выделенным категориям (табл. 2) добавили новые типы антропогенного воздействия.

Таблица 3. Классификация земель Обь-Томского междуречья по степени антропогенной нагрузки

Table 3. Classification of the territory of Ob-Tom interfluvium by degree of anthropogenic load

Степень АН Degree of AL	Балл Point of AL	Группа земель Group of lands
Низкая Low	1	Леса и неиспользуемые земли Forests and unused lands
Незначительная Light	2	Земли под водой, болота Lands under water, bogs
Средняя Medium	3	Пастбища, сенокосы, многолет- ние насаждения, припоселковые кедровники, природоохранные (рекреационные) территории Grasslands, hayfields, perennial plantation, siberian stone pine fo- rests near settlements, conservation (recreation) zones
Значительная Significant	4	Пашня, территории, трансформи- рованные под воздействием во- дозабора, гари Agricultural lands, transformed lands under the influence of water intake, burnt-out forests
Высокая High	5	Земли промышленности, транс- порта, инфраструктуры, город- ской и сельской застройки; нару- шенные земли, конфликтная зона Industrial lands, roads, lands of in- frastructure, urban and rural areas, disposal sites, disturbed lands, con- flict zone

Хотелось бы подчеркнуть, что на этом этапе исследований более детальное дробление в классификации земель вряд ли целесообразно, поскольку обоснование природоохранных мероприятий для отдельных локальных объектов междуречья представляет собой отдельный комплекс задач.

В предлагаемой схеме к территориям со **средней антропогенной нагрузкой** были отнесены земли природоохранного назначения, припоселковые кедровники, для которых характерны высокие сезонные воздействия населения (туризм, воскресный отдых, сбор дикоросов), что приводит к деградации естественной растительности, замусориванию территории, возникновению пожаров и т. п.

Значительная антропогенная нагрузка была присвоена группам земель, трансформированных под воздействием Томского водозабора. Здесь произошла сработка грунтовых и почвенно-грунтовых вод в перекрывающих основные водоносные горизонты слоев, иссушение грунтов в зоне аэрации, деградация болот, их постепенное выгорание и замещение лесными ландшафтами [16].

К территориям значительной антропогенной нагрузки отнесены и сельскохозяйственные территории, поскольку пашни, луга и сенокосы уже представляют полностью преобразованные территории. К этой же категории земель были также отнесены и гари.

Анализ структуры и факторов антропогенного влияния показал, что на территории междуречья существуют комплексные конфликтные зоны, где складывается несколько видов негативного воздействия. Особенно ярко это проявляется при сочетании негативных проявлений, связанных с воздействием водозабора и других видов антропогенных нагрузок: рекреации, лесопользования или земледелия. Этим наиболее трансформированным землям на данном этапе работы по нашей классификации была присвоена высокая степень антропогенной нагрузки (табл. 3).

При таком подходе принимаемая в расчетах площадь земель с низкой и незначительной нагрузкой уже снизилась до 50 % от общей площади междуречья (табл. 4).

Согласно таблице структуры территории (табл. 4) были осуществлены новые расчеты коэффициентов $АН_i$:

$$АН_1 = 44,1; АН_2 = 16;$$

$$\Sigma АН_3 = 61,5; \Sigma АН_4 = 54,4; \Sigma АН_5 = 65,5.$$

$$K_{\text{А}}^{\text{ОТМ}} = АН_5 / АН_1 = 65,5 / 44,1 = 1,5,$$

$$K_{\text{О}}^{\text{ОТМ}} = (АН_3 + АН_4 + АН_5) / (АН_1 + АН_2) = (61,5 + 54,4 + 65,5) / (44,1 + 16) = 3.$$

Как видим, при таком рассмотрении оценка эколого-хозяйственного баланса меняется заметным образом. Величина коэффициента $K_{\text{А}}^{\text{ОТМ}}$ свидетельствует, что территория уже не может быть отнесена к благополучным. Значение $K_{\text{О}}^{\text{ОТМ}}$ указывает на то, что здесь существует явно выраженная экологическая напряженность и территория является несбалансированной по степени и потенциалу устойчивости природы.

Теперь приведем расчет коэффициентов естественной защищенности территории ($K_{\text{ЕЗ}}^{\text{ОТМ}}$):

$$P_1 = 160,7; P_2 = 29,3; P_3 = 74,6; P_4 = 51,5.$$

$$P_{\text{СФ}}^{\text{ОТМ}} = P_1 + 0,8P_2 + 0,6P_3 + 0,4P_4 = 160,7 + 23,4 + 26,9 + 20,6 = 231,6,$$

$$K_{\text{ЕЗ}}^{\text{ОТМ}} = P_{\text{СФ}}^{\text{ОТМ}} / P_{\text{О}}^{\text{ОТМ}} = 231,6 / 364 = 0,6.$$

Таблица 4. Структура земельного фонда Обь-Томского междуречья

Table 4. Land reserves structure of the territory of Ob-Tom interfluvium

Категории земель Group of lands	Банн Point of AL	Всего по лесничеству Total on forestry	
		площадь, тыс. га area, thousands hectares	доля, % percent, %
Общая площадь земель Total area of lands		364	100
Леса и неиспользуемые земли Forests and unused lands	1	160,7	44,1
Земли под водой, болота Lands under water, bogs	2	29,3	8
Пастбища, сенокосы, многолетние насаждения Grasslands, hayfields, perennial plantation	3	49,8	13,7
Природоохранные (рекреационные) территории, припоселковые кедровники Conservation (recreation) zones, siberian stone pine forests near settlements	3	24,8	6,8
Пашня Agricultural lands	4	34,8	9,1
Территории, трансформированные под воздействием водозабора Transformed lands under the influence of water intake	4	12,2	3,3
Гари Burnt-out forests	4	4,5	1,2
Конфликтная зона Conflict zone	5	20,8	5,7
Земли транспорта, инфраструктуры, населенных пунктов, нарушенные земли Industrial lands, roads, lands of infrastructure, urban and rural areas, disposal sites, disturbed lands	5	27,1	7,4

В приведенных выше расчетах $K_{\text{ЕЗ}}^{\text{ОТМ}}$ для Обь-Томского междуречья оказался равным **0,6**. Если по этому коэффициенту формально оценить ситуацию на междуречье, то может сложиться впечатление о том, что до сих пор естественная защищенность рассматриваемой территории может оцениваться как удовлетворительная. В то же время близость рассчитанного коэффициента $K_{\text{ЕЗ}}^{\text{ОТМ}}$ к критической величине 0,5, полученного с учетом введения экспертных оценок, должна свидетельствовать о напряженном эколого-хозяйственном состоянии территории. Следовательно, уже необхо-

дима разработка и принятие первоочередных природоохранных мер по регулированию ситуации.

Более того, в настоящее время территория междуречья рассматривается как перспективная для дальнейшего развития города. Активно ведется малоэтажное строительство жилых домов и коттеджных поселков. Администрацией города рассматривается план застройки, который включает в себя строительство дороги, объектов инженерной и социальной инфраструктуры [20]. В связи с увеличением количества автотранспорта у жителей города Томска увеличивается и доступность территории для рекреационных целей, следовательно, данный вид нагрузки тоже будет только возрастать. Потребление питьевой воды остается на высоком уровне. Воронка депрессии растет на 9–12 м в год [21], и, соответственно, можно предположить, что площадь трансформированных земель из-за воздействия водозабора будет увеличиваться.

Таким образом, можно сделать вывод, что антропогенная нагрузка в районе исследования будет достаточно динамично расти, и без принятия спе-

циальных мер эколого-хозяйственный баланс территории изменится в негативном направлении.

Заключение

Проведенная оценка эколого-хозяйственного баланса Обь-Томского междуречья показала: состояние территории в настоящий момент в целом можно определить как умеренно преобразованное. В то же время результаты исследования указывают на рост экологической нестабильности, поскольку явно проявляется тенденция усиления негативных явлений – идет приращение земель, значительно подверженных антропогенному воздействию.

Очевидно, что при дальнейшем экстенсивном и неконтролируемом использовании природных ресурсов эколого-хозяйственный баланс будет ухудшаться, а естественная способность территории к саморегуляции может быть серьезно нарушена. В связи с этим необходима срочная разработка мер по снижению степени основных видов антропогенного воздействия и сохранению экологического баланса Обь-Томского междуречья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чибилёв А.А. Введение в геоэкологию (эколого-географические аспекты природопользования). – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 122 с.
2. Географические проблемы стратегии устойчивого развития природной среды и общества / сост.: Л.В. Салтыковская, И.Б. Савваитова. – М.: РАН, 1996. – 326 с.
3. Barrow C.J. Sustainable development: concept, value and practice // Third World Planning Review. – 1995. – № 17 (4). – Р. 369–386.
4. Goodland R.I.A., Daly H.E., Kellenberg I. Imperatives for environmental sustainability // Population and Global Security: proceedings of the Foundation for Environmental Conservation. – Geneva, 1994. – Р. 85–89.
5. Коптюг В.А. Избранные труды. Информатика. Экология. Устойчивое развитие. – М.: Наука, 2006. – Т. 4. – С. 504.
6. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. – Москва, Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
7. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
8. Минников И.В., Куропат С.А. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. «География и геоэкология». – 2013. – № 1. – С. 129–136.
9. Бодрова В.Н. Расчет и оценка эколого-хозяйственного баланса Волгоградской области в геоинформационной системе // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 2 (март–апрель). – С. 43–50.
10. Меркулов П.И., Меркулова С.В., Варфоломеев А.Ф. Геоэкологические аспекты исследования структуры землепользования на территории Республики Мордовия // Вестник Мордовского университета. – 2008. – № 1. – С. 123–130.
11. Уленгов Р.А., Уразметов И.А. Некоторые подходы к геоэкологической оценке региональных геосистем Республики Татарстан // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 140–147.
12. Миронова И.В. Эколого-хозяйственный баланс земель агроландшафтов Орловской области // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 2 (март–апрель). – С. 65–70.
13. Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района // География и природные ресурсы. – 1987. – № 4. – С. 49–54.
14. Лесохозяйственный регламент Тимирязевского лесничества Томской области. – 2014. URL: http://www.tomskles.ru/Dokumenty/Lesohozaystvennyye_reglamenty/Reglamenty/ (дата обращения: 11.06.2015).
15. Состояние природной среды в зоне действия Томского водозабора / А.Г. Дюкарев, Н.Н. Пологова, В.В. Базанов, В.В. Лыготин, В.А. Свечников, Н.А. Чернова, Е.В. Горбов // Измерения, моделирование и информационные системы как средства снижения загрязнений на городском и региональном уровне: труды Международной конференции «ENVIROMIS». – Томск, 2002. – Т. 2. – С. 244–251.
16. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, Ю.Ю. Галямов, Б.И. Юргин, В.В. Золотарева. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета: Изд-во «Печатная мануфактура». – 2002. – 143 с.
17. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Водный режим почв в зоне влияния Томского водозабора // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – Вып. 324. – С. 363–372.
18. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Состояние природной среды в зоне действия Томского водозабора // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 1. – С. 123–134.
19. Global forest watch: interactive maps. URL: <http://www.global-forestwatch.org/> (дата обращения: 10.04.2015).
20. Схема территориального планирования Томского муниципального района Томской области. Положение о территориальном планировании. URL: <http://tomsk.gov.ru/ru/spravka-o-regione/goroda-i-rayony/tomskiy-rayon> (дата обращения: 15.03.2015).
21. Отчет МП «Водоканал» за 2009 год. – Томск, 2009. – 34 с.

Поступила 28.10.2015 г.

UDC 504: 504.05:574.4

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND ECONOMICAL BALANCE OF THE TERRITORY OF OB-TOM INTERFLUVE CONSIDERING ANTHROPOGENIC LOAD

Ekaterina M. Panchenko,

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 10/3, Akademicheskoy Avenue, Tomsk, 634055, Russia. E-mail: pakatya@sibmail.com

Anatoliy G. Dyukarev,

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 10/3, Akademicheskoy Avenue, Tomsk, 634055, Russia. E-mail: DAG@imces.ru

The relevance of the discussed issue is caused by the need to assess the territory between the rivers Ob and Tom for developing measures of the effective territory use to preserve the natural complex and non-confrontational economic and recreational activities.

The main aim of the study is to assess ecological and economic balance of the territory of Ob-Tom interfluvium.

The methods used in the study: the method of assessment of environmental and economic balance, taking into account the anthropogenic load. For the research of the state of an object of a regional scale, a choice as a basis of the analysis seems to be the most adequate. As the land use objectively reflects a current state of industrial, agricultural and recreational impact.

The results. The authors offered a classification for Ob-Tom interfluvium based on preliminary, expert estimates and the analysis of a current state of different types of land use in the studied territory. A number of specific types of anthropogenic influence were added to the categories which are traditionally used (for example, operation of underground sources of water supply). A comprehensive estimation of ecological and economic balance of the territory of Ob-Tom interfluvium was carried out in terms of the main categories of land use, taking into account various degrees of anthropogenic load. The authors analyzed the major negative factors of impact on different sites of the territory, calculated the coefficients of relative and absolute intensity of the territory. The authors also defined the coefficient of natural shielding of the territory and analyzed future tendencies of ecological and economic state changes. The calculations show that the condition of the territory of research at the moment in general can be defined as moderately transformed, but the tendency of strengthening of the negative phenomena is obviously shown – the number of lands under anthropogenic influence is growing.

Key words:

Ecological and economic balance, anthropogenic load, ecological estimation, indexes of relative and total tension, index of natural protectability, Ob and Tom interfluvium.

REFERENCES

1. Chibilev A.A. *Vvedenie v geoekologiyu (ekologo-geograficheskie aspekty prirodnopolzovaniya)* [Introduction in geoecology (ecological and geographical aspects of nature management)]. Yekaterinburg, UrO RAS Publ., 1998. 122 p.
2. *Geograficheskie problemy strategii ustoychivogo razvitiya prirodnoy sredy i obshchestva* [Geographic problems of strategy of stable development of natural environment and society]. Moscow, RAS Publ., 1996. 326 p.
3. Barrow C.J. Sustainable development: concept, value and practice. *Third World Planning Review*, 1995, no. 17 (4), pp. 369–386.
4. Goodland R.I.A., Daly H.E., Kellenberg I. Imperatives for environmental sustainability. *Proceedings of the Foundation for Environmental Conservation. Population and Global Security*. Geneva, 1994. pp. 85–89.
5. Koptuyug V.A. *Izbrannye trudy. Informatika. Ekologiya. Ustoychivoe razvitiye* [Selected articles. Informatics. Ecology. Sustainable growth]. Moscow, Nauka Publ., 2006, vol. 4. 504 p.
6. Kochurov B.I. *Ekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitiye* [Ecological diagnostics and balanced development]. Moscow, Smolensk, Madzhenta Publ., 2003. 384 p.
7. Kochurov B.I. *Geoekologiya: ekodiagnostika i ekologo-khozyaystvennyy balans territorii* [Geo-ecology: ecological diagnostic and ecological and economic balance of the territory]. Smolensk, SGU Publ., 1999. 154 p.
8. Minnikov I.V., Kurolap S.A. Otsenka ekologo-khozyaystvennogo balansa territorii Voronezhskoy oblasti [Assessment of ecological and economic balance in the Voronezh oblast]. *Proceedings of Voronezh State University. Geography and Geoecology*, 2013, no. 1, pp. 129–136.
9. Bodrova V.N. Raschet i otsenka ekologo-khozyaystvennogo balansa Volgogradskoy oblasti v geoinformatsionnoy sisteme [Estimation and assessment of ecological and economic balance of the Volgograd region]. *Regional Environmental Issues*, 2013, no. 2 (March-April), pp. 43–50.
10. Merkulov P.I., Merkulova S.V., Varfolomeev A.F. Geoekologicheskie aspekty issledovaniya struktury zemlepolzovaniya na territorii Respubliki Mordoviya [Geo-ecological aspects of land use structure research on territory of the Republic of Mordovia]. *Mordovia University Bulletin*, 2008, no. 1, pp. 123–130.
11. Ulengov R.A., Urazmetov I.A. Nekotorye podkhody k geoekologicheskoy otsenke regionalnykh geosistem Respubliki Tatarstan [Some approaches to geo-ecological estimation of regional geosystems of the Republic of Tatarstan]. *Modern problems of science and education*, 2013, no. 1, pp. 140–147.
12. Mironova I.V. Ekologo-khozyaystvennyy balans zemel agro-landshaftov Orlovskoy oblasti [Ecological and economic balance of agricultural landscapes of the Orel district]. *Regional Environmental Issues*, 2012, no. 2 (March-April), pp. 65–70.
13. Kochurov B.I., Ivanov Yu.G. Otsenka ekologo-khozyaystvennogo sostoyaniya territorii administrativnogo rayona [Estimation of ecological and economic state of administrative district territory]. *Geography and natural resources*, 1987, no. 4, pp. 49–54.
14. *Lesokhozyaystvennyy reglament Timiryazevskogo lesnichestva Tomskoy oblasti* [Forestry regulations of Timiryazev forestry of Tomsk region]. Available at: http://www.tomskles.ru/Dokumenty/Lesokhozyaystvennyye_reglamenty/Reglamenty/ (accessed 11 June 2015).
15. Dyukarev A.G., Pologova N.N., Bazanov V.V., Lgotin V.V., Svechnikov V.A., Chernova N.A., Gorbov E.V. Sostoyaniye prirodnoy sredy v zone deystviya Tomskogo vodozabora [Environmental

- conditions in Tomsk diversion facility impact zone]. *Trudy Mezhdunarodnoy konferentsii «ENVIROMIS». Izmereniya, modelirovanie i informatsionnye sistemy kak sredstva snizheniya zagryazneniy na gorodskom i regionalnom urovne* [Proc. of Int. Conf. ENVIROMIS. Environmental observations, modeling and information systems as tool for urban/regional pollution migration]. Tomsk, 2002, vol. 2. pp. 244–251.
16. Popov V.K., Korobkin V.A., Rogov G.M., Lukashevich O.D., Galyamov Yu.Yu., Yurgin B.I., Zolotareva V.V. *Formirovanie i ekspluatatsiya podzemnykh vod Ob-Tomskogo mezhdurechya* [The formation and operation of groundwater Ob-Tom interfluves]. Tomsk, Publishing house of Tomsk State University of Architecture and Building, «Printing manufactory» Publ. house, 2002. 143 p.
17. Dyukarev A.G., Pologova N.N. Vodnyy rezhim pochv v zone vliyaniya Tomskogo vodozabora [Soil water regime in zone of the Tomsk water intake]. *Tomsk State University Journal*, 2009, vol. 324, pp. 363–372.
18. Dyukarev A.G., Pologova N.N. Sostoyanie prirodnoy sredy v zone deystviya Tomskogo vodozabora [State of natural environment in the zone of the Tomsk water intake]. *Contemporary Problems of Ecology*, 2011, no. 1, pp. 123–134.
19. *Global forest watch: interactive maps*. Available at: <http://www.globalforestwatch.org/> (accessed 10 April 2015).
20. *Skhema territorialnogo planirovaniya Tomskogo munitsipalnogo rayona Tomskoy oblasti. Polozhenie o territorialnom planirovanii* [The scheme of territorial planning of Tomsk municipal district of the Tomsk region. Regulations on spatial planning]. Available at: <http://tomsk.gov.ru/ru/spravka-o-regione/goroda-i-rayony/tomskiy-rayon> (accessed 15 March 2015).
21. *Otchet MP «Vodokanal» za 2009 god* [Report of the MP «Vodokanal» for the year 2009]. Tomsk, 2009. 34 p.

Received: 28 October 2015.