

## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЛАНДШАФТЫ РАЙОНОВ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О. В. Долгова, А. О. Сухова, И. В. Хорохорина

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Россия*

**Ключевые слова:** антропогенная нагрузка; природные ландшафты; Тамбовская область; экологическая оценка; эколого-хозяйственный баланс.

**Аннотация:** На основании метода эколого-хозяйственного баланса оценена антропогенная нагрузка на ландшафты муниципальных образований и Тамбовской области в целом. Для оценки использовались коэффициенты абсолютной, относительной нагрузки на территории и естественной защищенности. Установлено неравномерное распределение антропогенной нагрузки в области и выделено три зоны: с высокой нагрузкой со стороны сельскохозяйственных территорий на юго-западе области, низкой нагрузкой на северо-востоке и переходной зоной между этими территориями. Предложены мероприятия по уменьшению воздействия искусственных экосистем и восстановлению природного потенциала территорий за счет восстановления естественных ландшафтов.

### Введение

Тамбовская область располагается на равнинной территории в центральной части Окско-Донской низменности. Мягкие климатические условия, незначительные перепады высот и черноземные почвы с высоким содержанием гумуса (4 – 12 %), занимающие 87 % территории области, способствовали развитию сельского хозяйства. До заселения людьми 50 % площади области занимала лесостепь. Интенсивная антропогенная деятельность, как результат последующего освоения, территории привела к вырубке лесов, распашке степей и последующему использованию земель для выращивания сельскохозяйственных культур, что снизило ландшафтное разнообразие, упростило структуры на уровне урочищ и типов мест-

---

Долгова Ольга Валерьевна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: o.v.dolgova@mail.ru; Сухова Анна Олеговна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; Хорохорина Ирина Владимировна – доктор технических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, Тамбов, Россия

ности. Хозяйственная деятельность человека привела к разрушению экосистем, преобразованию ландшафтов, природные территории заменялись антропогенными, что нарушило экологический баланс и способствовало потере природного биоразнообразия.

На территориях с разрушенными природными ландшафтами расположились антропогенные сельскохозяйственные территории, главным образом пашни. Тамбовская область занимает 3,446,2 млн га, из которых на сельскохозяйственные угодья приходится 2,728 млн га [1], что составляет 79,16 % от всей территории области. В последние десятилетия наметилась тенденция к формированию относительно устойчивых ландшафтных комплексов, близких по своему облику к естественным, на территориях, где антропогенная нагрузка была снята или значительно снизилась. На территории области организовано пять групп крупных природоохранных территорий.

### **Материалы и методы**

Ресурсосберегающее природопользование в Российской Федерации опирается на концепцию эколого-хозяйственного баланса (ЭХБ) территорий, подразумевающую соблюдение баланса между антропогенными и природными ландшафтами. Эколого-хозяйственный баланс – сбалансированное соотношение различных видов антропогенной деятельности и интересов различных групп населения на территории с учетом потенциальных возможностей экосистем, обеспечивающих устойчивое развитие природы и общества, воспроизводство природных ресурсов [2].

Метод оценки экологического баланса территорий разработан и апробирован для территорий Московского региона Б. И. Кочуровым и Ю. Г. Ивановым. С помощью данного метода на основе ландшафтно-экологической структуры территории можно провести региональную экологическую диагностику и определить направления по совершенствованию структуры землепользования. Оценка проводится на основании степени антропогенной нагрузки (АН) на земельный фонд. Территориям, максимально преобразованным человеком, таким как дороги, города, земли промышленности и другие – присваивается высшая степень антропогенной нагрузки (максимальный балл нагрузки). С уменьшением воздействия человека на экосистемы уменьшается степень АН. Наименьшее значение (1 балл) присваивается территориям, сохранившим природные экосистемы и изъятых из хозяйственной деятельности человека.

В зависимости от категории земель им присваивается балл антропогенной нагрузки. Максимальный балл (6) устанавливается максимально преобразованным неоландшафтам, степень антропогенной нагрузки – высшая. По мере уменьшения влияния человека, снижается и балл. Наименьший балл (1) присваивается природным ландшафтам, не подверженным воздействию человека, и тем, где влияние минимально (особо охраняемым природным территориям или неиспользуемым землям). Классификация представлена в табл. 1.

Тамбовская область относится к сельскохозяйственным регионам, в структуре земельного фонда преобладают пашни, сенокосы, пастбища.

Таблица 1

**Классификация земель по степени антропогенной нагрузки  
на земельный фонд [2]**

Степень АН	Балл	Категории земель
Высшая	6 (АН6)	Земли промышленности, транспорта, городов, поселков, инфраструктуры; нарушенные земли
Очень высокая	5 (АН5)	Орошаемые и осушаемые земли
Высокая	4 (АН4)	Пахотные земли; пастбища; ареалы интенсивных вырубок
Средняя	3 (АН3)	Многолетние насаждения (земли, не входящие в лесной фонд); рекреационные земли; земли водного фонда.
Низкая	2 (АН2)	Сенокосы; земли лесного фонда
Очень низкая	1 (АН1)	Особо охраняемые природные территории (ООПТ); неиспользуемые земли (земли запаса; залежь, болота)

Леса расположены вдоль рек Ворона, Цна, Иловай и занимают менее 11 % территории области, болота занимают незначительные территории. Структура землепользования в Тамбовской области представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Структура земельного фонда Тамбовской области [3]**

Категория земель	Площадь, тыс. га	Степень АН
Сельскохозяйственные угодья, в том числе:	2724,3	–
пашня	2127,5	АН4
залежь	9,6	АН1
многолетние насаждения	32,4	АН3
сенокосы	166	АН2
пастбища	388,8	АН4
Лесные земли	371,7	АН2
Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд	97,9	АН3
Земли под водой	42,8	АН2
Земли застройки	55,1	АН6
Земли под дорогами	60,8	АН6
Болота	43,9	АН1
Нарушенные земли	1,7	АН6
Прочие земли (ТБО, овраги, полигоны и т.д.)	38,1	АН6
В стадии мелиоративного строительства	9,9	АН5
Особо охраняемые территории	10,1	АН1
Земли запаса	2,8	АН1
Площадь области	3446,2	–

Антропогенная нагрузка на окружающую среду высчитывается по следующим формулам [4]:

$$K_a = AN_6 / AN_1; \quad (1)$$

$$K_o = (AN_4 + \dots + 5 + \dots + 6) / (AN_1 + \dots + 2 + \dots + 3), \quad (2)$$

где  $K_a$ ,  $K_o$  – коэффициенты соответственно абсолютной и относительной антропогенной нагрузки.

Коэффициент  $K_a$  характеризует соотношение двух пограничных состояний ландшафтов на рассматриваемой территории: полностью преобразованных человеком (АН1, земли городов, промышленности, дорог и т.п.) и не подвергающихся антропогенному воздействию, сохранивших потенциал восстановления ландшафтов (АН6: ООТП, земли запаса). Если площадь категорий земель АН6 более чем в 5 раз превышает площадь АН1 ( $K_a$  более 5), то на данной территории достаточно напряженная ситуация, низкая способность к восстановлению природных ландшафтов и биоразнообразия, требуют принятия мер по увеличению площади ООТП.

Распределение коэффициента  $K_a$  по муниципальным образованиям Тамбовской области представлены на рис. 1. Число муниципальных образований с абсолютной напряженностью включает 8 из 23 районов области, наиболее напряженная ситуация сложилась на юго-западе и востоке области,

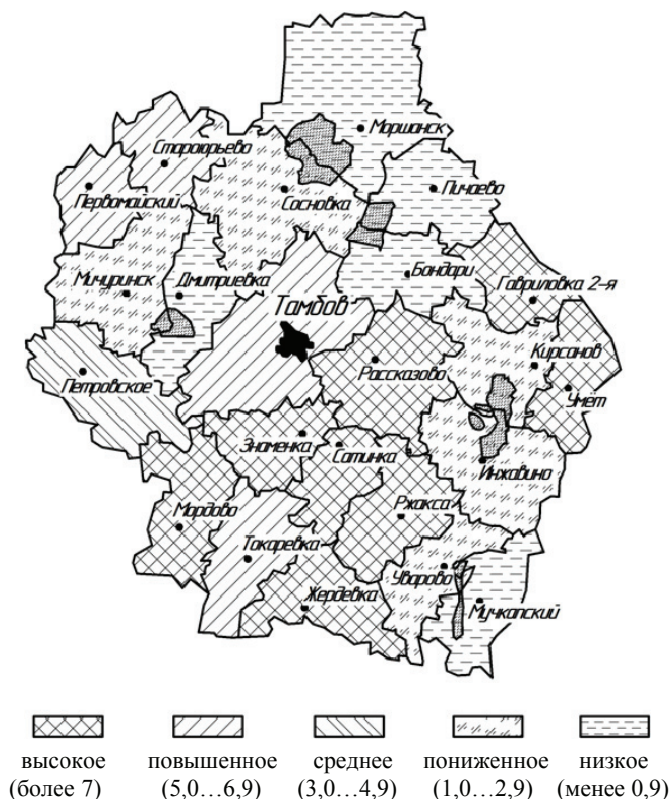


Рис. 1. Эколого-хозяйственное состояние районов Тамбовской области по коэффициенту абсолютной напряженности  $K_a$

в типичных сельскохозяйственных районах. Благоприятная экологическая ситуация ( $K_a$  менее 2,9) характерна для районов на севере и юго-востоке области. Подобное распределение значений коэффициента абсолютной напряженности по районам области объясняется крайне неравномерным расположением ООТП. Единственный заповедник «Воронинский» площадью 10,3 га расположен в Кирсановском и Инжавинском районах, четыре биологических заказника Моршанский, Нижневоронинский (Мучкапский, Уваровский районы), Польновский (Мичуринский, Никифоровский районы), Хмелино-Кершинский (Бондарский и Пичаевский районы) в Моршанском, Мучкапском, Никифоровском, Пичаевском районах. Особо охраняемые территория на Тамбовщине по состоянию на 1 января 2023 года занимают площадь 138,15 га, что составляет 4,02 % площади области и включают в себя один заповедник, 4 биологических заказника и 103 памятника природы.

Коэффициент относительной напряженности территории  $K_o$  показывает сбалансированность эколого-хозяйственного состояния территории по структуре земельного фонда и природно-экологическому потенциалу, так как оценивается вся территория муниципального образования. Низкие значения коэффициентов указывают на снижение экологической напряженности. Значение коэффициента относительной напряженности территории, равное единице или меньше, говорит о сохранении баланса между природными и антропогенными экосистемами и о высоком потенциале восстановления территории.

Распределение по районам Тамбовской области по значению коэффициента  $K_o$  представлено на рис. 2, где также обозначены области произрастания лесов и размещения ООТП.

Низкое значение коэффициента относительной напряженности установлено для трех районов юго-востока области: Моршанского, Пичаевского и Бондарского. На территории перечисленных муниципальных образований большую территорию занимают леса и ООТП, что обеспечивает уменьшение относительной напряженности до пониженных или средних значений.

Высокая экологическая относительная напряженность ( $K_o$  более 10) наблюдается в 10 районах области, в Мордовском и Сампурском районах значение коэффициента  $K_o$  более 20. Наибольшее число районов с высокой относительной экологической напряженностью расположено на юге и юго-западе области. Это типичные сельскохозяйственные территории, для них характерна высокая доля пашни (70 – 80 %) от общей территории. Земли лесного фонда занимают не более 5 % территории, а зачастую и около 1 %.

Естественная защищенность ландшафтов исследуемой области определяется на основе экологического фонда  $P_{э.ф}$  – территорий со средо- и ресурсостабилизирующими функциями, как сумма площадей ландшафтов с низкой антропогенной нагрузкой (АН1, ..., АН4) в соответствии с табл. 1. Рассчитывается следующим образом: площадь земель с минимальной антропогенной нагрузкой  $S(АН1)$  учитывается полностью, площади земель с условной оценкой степени антропогенной нагрузки

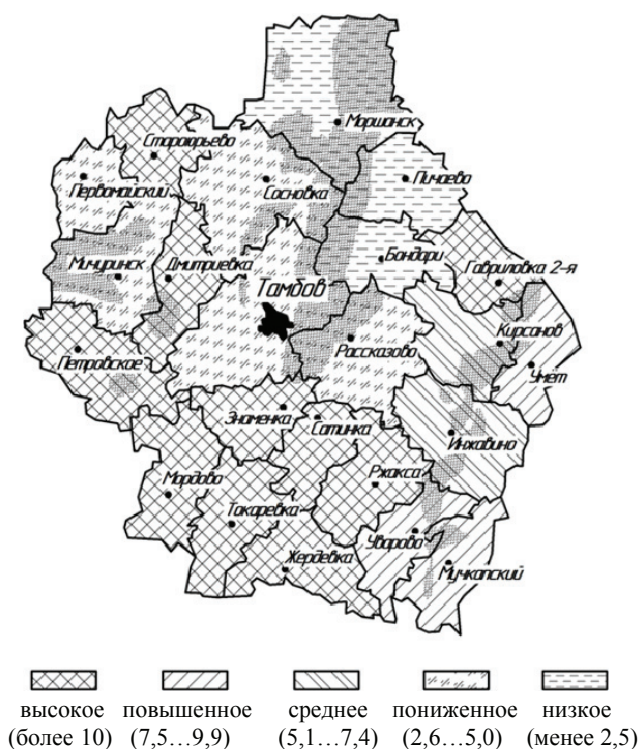


Рис. 2. Эколого-хозяйственного состояния районов Тамбовской области по коэффициенту относительной напряженности  $K_0$

в 2 – 4 балла (см. табл. 2) будут составлять  $0,8S(АН2)$ ,  $0,6S(АН3)$ ,  $0,4S(АН4)$ . Земли с максимальной антропогенной нагрузкой АН5 и АН6 в расчете не учитываются [5]

$$P_{\text{э.ф}} = S(АН1) + 0,8S(АН2) + 0,6S(АН3) + 0,4S(АН4). \quad (3)$$

Отношение площади территории со средо- и ресурсостабилизирующими функциями  $P_{\text{э.ф}}$  к площади исследуемой территории  $P_0$  характеризует коэффициент естественной защищенности территории

$$K_{\text{е.з}} = \frac{P_{\text{э.ф}}}{P_0}. \quad (4)$$

Значение  $K_{\text{е.з}}$  более 0,5 характеризует территорию как имеющую высокую естественную защищенность и устойчивость ландшафтов.

На рисунке 3 представлено распределение районов Тамбовской области по значению коэффициента естественной защищенности. Высокая естественная защищенность характерна для районов северной половины области, где до заселения человеком господствовала северная лесостепь и остатки лесов сохранились на сегодняшний день. Территории востока и юго-востока области имеют среднее значение  $K_{\text{е.з}}$ . Юго-запад относится к области с пониженной естественной защищенностью. Территории с низкой естественной защищенностью ( $K_{\text{е.з}}$  менее 0,35) в Тамбовской области отсутствуют.



Рис. 3. Естественная защищенность районов Тамбовской области по комплексному уровню

### Результаты и обсуждение

По результатам расчета эколого-хозяйственного баланса районов области выделяются три кластера нагрузки: юго-западный, северо-восточный и переходные территории между ними, полоса протянувшаяся с северо-запада на юго-восток. Ландшафты территорий северо-востока области разнообразны: леса перемежаются с пашнями, лугами, водными угодьями, болотами, вследствие этого экологический потенциал восстановления природных ландшафтов высокий, а абсолютная и относительная экологическая нагрузки низкая или средняя. В переходной зоне заметно уменьшается количество лесов, увеличивается количество пашни, ООТП присутствуют, но их вклад в экологический баланс районов не компенсирует влияния антропогенных ландшафтов. На юго-западе области площади лесных, водных ландшафтов незначительны по отношению к территории района.

Тамбовская область в целом показывает сбалансированность хозяйственного развития, значения коэффициентов антропогенной нагрузки на ландшафты распределились следующим образом: абсолютная антропогенная нагрузка  $K_a = 1,37$  (низкое значение), относительная антропогенная нагрузка  $K_o = 4,8$  (пониженное значение), коэффициента естественной защищенности  $K_{e.з} = 0,5$  (высокая защищенность). По результатам можно сделать вывод, что в целом антропогенная нагрузка на природные территории Тамбовской области оценивается как незначительная.

Для Тамбовской области характерны схожие экологические проблемы с областями, граничащими с ней. В сравнении по эколого-хозяйственному балансу  $K_{e.з}$  с Воронежской [6], Пензенской [7] и Саратовской [8] областями, ландшафтная структура Тамбовской области более благоприятна. На Саратовскую область большее негативное влияние оказывает потепление климата в части деградации почв. Около 15 % территории Воронежской области оценивается как территория с низкой естественной экологической защищенностью. В Пензенской области более выражена деградация черноземов, как следствие их нерационального использования.

### Выводы

Наибольшая антропогенная нагрузка на ландшафты фиксируется в 8 районах области, расположенных на юго-западе региона. Это аграрные территории с высокой долей сельскохозяйственных угодий (около 90 %), где преобладают антропогенные ландшафты, а природные практически отсутствуют. Значение коэффициента относительной антропогенной нагрузки в этом районе превышает 10 единиц и характеризует практическое отсутствие потенциала восстановления биоразнообразия территорий. Для уменьшения антропогенной нагрузки требуется принимать меры для восстановления средообразующих ландшафтов (лесов, лугов, в том числе в составе ООТП), при этом данные территории должны занимать не менее 5 % площади юго-запада области. Для восстановления природных ландшафтов целесообразно воспользоваться экологическим потенциалом лесных территорий Воронежской области, граничащей с юго-западными районами Тамбовщины, распространив лесные массивы, произрастающие вдоль рек Савала и Битюг.

### Список литературы

1. Юмашев, Н. П. Почвы Тамбовской области / Н. П. Юмашев, И. А. Трунов. – Мичуринск – Научград РФ : Изд-во Мичурин. гос. агр. ун-та, 2006. – 216 с.
2. Кочуров, Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие / Б. И. Кочуров. – Смоленск : Маджента, 2003. – 384 с.
3. О состоянии и использовании земель в Тамбовской области в 2019 году: доклад. – Текст : электрон. 2020. – 90 с. – URL : [https://rosreestr.gov.ru/upload/to/tambovskaya-oblast/statistika\\_i\\_analitika/](https://rosreestr.gov.ru/upload/to/tambovskaya-oblast/statistika_i_analitika/) (дата обращения: 11.10.2023).
4. Кочуров, Б. М. Территориальный баланс состояния природы и хозяйства (на примере Усть-Коксинского района Горного Алтая) / Б. И. Кочуров, Ю. Г. Иванов // География и природные ресурсы. – 1991. – № 3. – С. 4 – 17.
5. Еремин, Э. А. Антропогенная ландшафтная оптимизация эколого-хозяйственного баланса территории: на примере Краснодарского края : дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.24 / Э. А. Еремин. – Краснодар, 2005. – 210 с.
6. Минников, И. В. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Воронежской области / И. В. Минников, С. А. Куролап // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2013. – № 1. – С. 129 – 137.
7. Оценка антропогенной нагрузки земельного фонда Пензенской области на основе расчета эколого-хозяйственного баланса ее территории / Е. В. Ефремова, О. А. Ткачук, С. В. Богомазов, [и др.] // Геология, география и глобальная энергия. – 2022. – № 1 (84). – С. 79 – 84.
8. Гусев, В. А. Проблемы современного землепользования на примере полупустынной зоны Саратовского Заволжья / В. А. Гусев, Н. В. Пичугина // Известия Саратовского университета. Новая серия: Науки о Земле. – 2009. – Т. 9, № 1. – С. 20 – 23.

## References

1. Yumashev N.P., Trunov I.A. *Pochvy Tambovskoy oblasti* [Soils of the Tambov region], Michurinsk – Naukograd RF: Izdatel'stvo Michurin. gos. agr. universiteta, 2006, 216 p. (In Russ.)
2. Kochurov B.I. *Ekodiagnostika i sbalansirovannoye razvitiye* [Ecodiagnosics and balanced development], Smolensk: Madzhenta, 2003, 384 p. (In Russ.)
3. available at: [https://rosreestr.gov.ru/upload/to/tambovskaya-oblast/statistika\\_i\\_analitika/](https://rosreestr.gov.ru/upload/to/tambovskaya-oblast/statistika_i_analitika/) (accessed 11 October 2023).
4. Kochurov B.M., Ivanov Yu.G. [Territorial balance of the state of nature and economy (on the example of the Ust-Koksinsky region of the Altai Mountains)], *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and natural resources], 1991, no. 3, pp. 4-17. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Yeremin E.A. *PhD of Candidate's thesis (Geography)*, Krasnodar, 2005, 210 p. (In Russ.)
6. Minnikov I.V., Kurolap S.A. [Assessment of the ecological and economic balance of the territory of the Voronezh region], *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Vestnik VSU. Series: geography. Geoecology], 2013, no. 1, pp. 129-137. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Yefremova Ye.V., Tkachuk O.A., Bogomazov S.V., Lyandenburskaya A.V., Levin A.A., Dyakina A.V. [Assessment of the anthropogenic load of the land fund of the Penza region based on calculation of the ecological and economic balance of its territory], *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, geography and global energy], 2022, no. 1 (84), pp. 79-84. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Gusev V.A., Pichugina N.V. [Problems of modern land use on the example of the semi-desert zone of the Saratov Trans-Volga region], *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya: Nauki o Zemle* [News of Saratov University. New series: Geosciences], 2009, vol. 9, no.1, pp. 20-23. (In Russ., abstract in Eng.)

---

## Assessment of Anthropogenic Load on Landscapes of Areas of the Tambov Region

O. V. Dolgova, A. O. Sukhova, I. V. Khorokhorina

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** anthropogenic load; natural landscapes; Tambov Region; environmental assessment; ecological-economic balance.

**Abstract:** Based on the method of ecological-economic balance, the anthropogenic load on the landscapes of municipalities and the Tambov region as a whole was assessed. For the assessment, the coefficients of absolute and relative load on the territory and natural protection were used. An uneven distribution of anthropogenic load in the region was established and three zones were identified: with high load from agricultural areas in the southwest of the region, low load in the northeast and a transition zone between these territories. Measures are proposed to reduce the impact of artificial ecosystems and restore the natural potential of territories through the restoration of natural landscapes.

---

© O. V. Долгова, А. О. Сухова, И. В. Хорохорина, 2023