

ОПЫТ ОЦЕНКИ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА (НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

^{1,2}О.А. Макаров, д.б.н., ¹Е.В. Цветнов, к.б.н., ¹О.Б. Цветнова, к.б.н., ¹Н.А. Марахова,
¹М.Р. Чекин, ²Е.Н. Кубарев, к.б.н., ¹Д.Р. Абдулханова
¹МГУ им. М.В. Ломоносова, e-mail: oa_makarov@mail.ru
²Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ им. М.В. Ломоносова,
e-mail: kubarevmsu@mail.ru

Представлена апробация различных вариантов методологии нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) для пахотных угодий одного из регионов Приволжского федерального округа – Пензенской области. На основании базовых установок, заложенных в платформу «Trends.Earth» и рекомендуемых КБО ООН для расчета нейтрального баланса деградации земель, установлено, что доля «улучшенных земель» в Пензенской области в 2001-2010 гг. составила 70,7%, «деградированных» – 10,2%, НБДЗ – 60,5%. Наибольшее влияние на компонент деградации земель оказал показатель их продуктивности. Добавление показателей изменения содержания органического вещества, обменного калия, подвижного фосфора и кислотности в пахотных почвах Пензенской области (применение так называемой «измененной методики») повысило долю деградированных земель до 67,5%. Кроме того, наряду с показателями агроистощения, в систему корректировок базовой методики НБДЗ предлагается внести изменения в матрицу перехода динамики наземного покрова таким образом, чтобы показатель зарастания сельскохозяйственных земель рассматривался как негативный фактор. Предложены различные мероприятия для улучшения качества использования пахотных земель Пензенской области, в том числе, – переход на адаптивно-ландшафтное земледелие (с созданием системы лесополос), подразумевающее сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв. С учетом предложенных корректировок методологию НБДЗ можно рекомендовать как интегрированную систему мониторинга деградационных процессов как Пензенской области, так и других регионов Приволжского федерального округа.

Ключевые слова: деградация почв и земель, агроистощение, продуктивность, пахотные земли, устойчивое развитие сельского хозяйства, Пензенская область.

EXPERIENCE IN ASSESSING THE NEUTRAL BALANCE OF LAND DEGRADATION OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT (EXAMPLE OF THE PENZA REGION)

^{1,2}Dr.Sci. O.A. Makarov, ¹Ph.D. E.V. Tsvetnov, ¹Ph.D. O.B. Tsvetnova, ¹N.A. Marakhova, ¹M.R. Chekin,
²Ph.D. E.N. Kubarev, ¹D.R. Abdulkhanova
¹Lomonosov Moscow State University, e-mail: oa_makarov@mail.ru
²Educational-Experimental Soil-Ecological Center of Lomonosov Moscow State University,
e-mail: kubarevmsu@mail.ru

The studies was to test various options for the methodology of the neutral balance of land degradation (NBLD) for arable land of one of the regions of the Volga Federal District – the Penza Region. Based on the basic installations laid down in the «Trends.Earth» platform and recommended by the UNCCD for calculating the neutral balance of land degradation, it was found that the share of «improved land» in the Penza region in 2001-2010 was 70.7%, «degraded» – 10.2%, NBLD – 60.5%. Land degradation has been most affected by its productivity. The addition of indicators of changes in the content of organic matter, exchange potassium, mobile phosphorus and acidity in arable soils of the Penza region (the use of the so-called «modified method») increased the share of degraded land to 67.5%. In addition, to agro-depletion indicators, the NBLD base methodology adjustment system is proposed to amend the land cover transition matrix in such a way that the agricultural land overgrowth indicator is considered a negative factor. Various measures have been proposed to improve the quality of use of arable land in the Penza region, including the transition to adaptive landscape agriculture (with the creation of a forest belt system), which implies the preservation and extended reproduction of soil fertility. Taking into account the proposed adjustments, the NBLD methodology can be recommended as an integrated system for monitoring

degradation processes of both the Penza region and other regions of the Volga Federal District.

Keywords: *soil and land degradation, agro-depletion, productivity, arable land, sustainable agricultural development, the Penza region.*

Создание системы управления устойчивым развитием сельского хозяйства невозможно без интегральной оценки динамики процессов деградации земель [1]. Для проведения подобной оценки все чаще в последнее время используется метод нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ), представление о котором впервые прозвучало на 10-й конференции сторон Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в 2011 г. [2]. НБДЗ был определен как состояние территории, в соответствии с которым объем и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг, а также для повышения продовольственной безопасности, остаются стабильными или увеличиваются в определенных временных и пространственных масштабах и экосистемах [2]. По сути, НБДЗ можно рассматривать как действенный механизм для обеспечения баланса между процессами деградации земель и их восстановления на различных (в том числе, – региональном) уровнях организации территории [3].

Одной из главных проблем применения методологии нейтрального баланса деградации земель выступает необходимость согласования глобальных баз данных, используемых в специальных расчетных модулях «Trends.Earth» [4], с национальными и региональными базами данных [5]. Особенно эта проблема актуальна для Российской Федерации, где не только территория всей страны, но и ее отдельных регионов (субъектов Федерации) имеют значительную площадь и характеризуются высоким разнообразием почв и проявлением деградационных процессов в них. К числу таких регионов относится Пензенская область (Приволжский федеральный округ), обладающая высокоплодородными почвами, активно используемыми в сельскохозяйственном производстве и подверженными деградации.

Цель исследований – апробация различных вариантов методологии нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) для пахотных земель Пензенской области.

Объекты и методы. Объектами исследований послужили пахотные земли Пензенской области РФ – региона с развитой промышленностью и сельским хозяйством. Агропромышленный комплекс представлен совокупностью отраслей экономики, обеспечивающих производство сельскохозяйственной продукции, ее переработку и выпуск продуктов питания, а также реализацию их потребителям.

По данным Пензастата [6], в 2019 г. в хозяйствах всех категорий получено 1744,6 тыс. т зерна, 1834,3 тыс. т свеклы сахарной, 389,7 тыс. т подсолнечника, 410,9 тыс. т картофеля, 134,7 тыс. т ово-

шей открытого и закрытого грунта. В 2018 г. в хозяйствах всех категорий произведено 322,3 тыс. т мяса (скот и птица на убой в живом весе) или 111,3% к уровню 2017 г.

Климат региона умеренно континентальный. Средняя температура января – -12°C, средняя температура июля +19°C, в среднем количество осадков – около 600 мм в год. Территория имеет равнинный, слегка всхолмленный рельеф, расчлененный густой сетью балок и оврагов, сложный и многообразный ландшафт, сравнительно развитую речную сеть, наблюдается большое разнообразие почв, при этом на долю черноземов приходится около 50,7% от общей площади региона. Наиболее распространены выщелоченные черноземы, в меньшей степени – оподзоленные и типичные. Значительные площади на севере и северо-востоке занимают серые лесные почвы [7].

На территории области широкое распространение имеют овражно-эрозионные и оползневые процессы, боковая речная эрозия, подтопление, заболачивание и, в меньшей степени, карстово-суффозионные процессы, дефляция и абразия. Пораженность площади региона различными деградационными процессами следующая: овражная эрозия – 8,28%, оползни – 0,59%, подтопление и заболачивание – 3,44%, карст и суффозия – 2,69%, дефляция – 2,71%, абразия (Пензенское водохранилище) – 92,86% и плоскостная эрозия – 4,35%. Для пахотных почв региона отмечается агроистощение [6].

В исследованиях была использована стандартная и адаптированная методика расчета НБДЗ.

Стандартная методика. Платформа «Trends.Earth» позволяет осуществлять облачные вычисления для обработки массивных спутниковых изображений и переводить в доступную пользователю информацию, оценивая тенденции в землепользовании с помощью одного «зонтичного» индикатора (доля деградированных земель) и трех субиндикаторов (продуктивность земель, наземный растительный покров, запасы почвенного органического углерода (ПОУ) в слое 0-30 см). Все указанные показатели применяют с заданными параметрами, рекомендованными КБО ООН (за период с 2001 по 2015 г.). Платформа «Trends.Earth» выводит полученную информацию в виде четырех карт (в растровом формате) с основными показателями и итоговых табличных данных, а также в целом по показателю цели устойчивого развития (ЦУР) 15.3.1 [4].

Адаптированная (измененная) методика. Глобальный субиндикатор запасов ПОУ был заменен на субиндикатор содержания органического вещества, установленного по результатам четвертого

(окончание в 1999 г.) и пятого (окончание в 2009 г.) туров обследования областной агрохимической службой. Кроме того, использовали данные Государственной агрохимической службы (ГЦАС «Пензенский») по содержанию подвижных форм калия и фосфора, а также и по кислотности почв за тот же период. Таким образом, при расчете итогового показателя НБДЗ учитывали динамику развития основных деградационных процессов в почвах региона (эрозию почв оценивали опосредованно через анализ дегумификации и агроистощения).

Кроме того, при проведении расчетов по стандартной методике используется так называемая «матрица перехода», установленная по умолчанию в модуле «Trends.Earth» для вычисления показателя динамики наземного покрова. Данная матрица интерпретирует переход из «сельскохозяйственных угодий» в «леса» (сюда относится и зарастание пашни) как положительное явление, так как количество экосистемных услуг, и, соответственно, общий природный капитал территории при такой трансформации возрастает. В адаптированной (измененной) методике зарастание сельскохозяйственных земель рассматривается как негативный процесс.

Результаты и их обсуждение. *Использование модуля «Trends.Earth» с базовыми настройками* применительно к Пензенской области позволило рассчитать нейтральный баланс деградации земель для региона в период 2000-2010 гг. (табл. 1). Рассматривали только пахотные угодья (прочие категории земель и виды угодий были исключены). За показатель НБДЗ принимали разницу между улучшенными и деградированными землями. По этой методике его величина составляет 60,5% от общей площади пашни Пензенской области (табл. 1). 70,7% от площади всех пахотных земель региона улучшили свое состояние за изучаемый период. Ведущую роль здесь сыграл показатель продуктивности, базирующийся на показателе NDVI. Показатель почвенного углерода оказывается малозначимым, что связано с недостаточным качеством глобальных данных, встроенных в платформу «Trends.Earth», в соответствии с которыми расчет динамики почвенного углерода ведется не по фактическому содержанию гумуса в почвах, а на основании усредненных данных для отдельных типов почв наземного покрова.

Основные площади деградированных земель расположены в юго-западной части области (Тамалинский, Белинский, Башмаковский муниципальные районы), где доминируют по площади различные подтипы черноземных почв.

Расчеты, проведенные по измененной (адаптированной) методике, показали резкое

увеличение площади пахотных земель с деградацией – до 67,5% от общей площади пашни региона (табл. 2). При этом основные массивы деградировавших в период 2000-2010 гг. пахотных земель находятся в центральной, юго-западной, юго-восточной и северо-западной частях области. Величина показателя НБДЗ становится отрицательной и составляет «-35,1%» от общей площади пахотных угодий Пензенской области. Существенная корректировка всей картины деградации пашни в регионе произошла по следующим причинам: по данным региональной агрохимической службы, в годы с VI по VI туры почвенного обследования, совпадающие с началом и окончанием расчетного периода для измененной методики НБДЗ, произошло ухудшение обеспеченности пахотных почв Пензенской области гумусом, фосфором, калием, а также увеличение их кислотности. Содержание подвижного фосфора за анализируемый период уменьшилось на 21,7% пашни Пензенской области (4 555,1 км²), обменного калия – на 38,4% (8 048,7 км²), гумуса – на 10,4% (2 188,6 км²), кислотность возросла на 14,7% (3 077,2 км²).

Следует отметить, что любое ухудшение анализируемых агрохимических показателей при использовании адаптированной методики диагностировалось как деградация земель, даже если их итоговые величины не выходили за пределы оптимума.

На основании базовых установок, заложенных в платформу «Trends.Earth» и рекомендуемых КБО ООН для расчета нейтрального баланса деградации земель,

1. Расчет нейтрального баланса деградации пахотных земель Пензенской области по базовой методике за период 2000-2010 гг.

Территория	Площадь пахотных земель	
	км ²	% от общей площади пахотных земель региона*
С отсутствием данных	36,86	0,2
С деградацией	2142,95	10,2
В стабильном состоянии	3965,98	18,9
С улучшением	14829,98	70,7
Итоговый показатель НБДЗ	12687,03	60,5

* общая площадь выделенной категории земель «пашня» – 20975,77 км² (100%).

2. Расчет нейтрального баланса деградации пахотных земель Пензенской области по измененной методике за период 2000-2010 гг.

Территория	Площадь пахотных земель	
	км ²	% от общей площади пахотных земель региона*
С отсутствием данных	8,16	0,04
С деградацией	14161,91	67,5
С улучшением	6796,90	32,4
Итоговый показатель НБДЗ	- 7365,01	- 35,1

* общая площадь выделенной категории земель «пашня» – 20966,97 км² (100%).

доля «улучшенных земель» в Пензенской области в 2001-2010 гг. составила 70,7%, «деградированных» – 10,2%, НБДЗ – 60,5%. Наибольшее влияние на компонент деградации земель оказал показатель их продуктивности. Показатель почвенного углерода был малозначимым, что связано с недостаточным качеством встроенных в платформу «Trends.Earth» глобальных данных, с использованием которых расчет динамики почвенного углерода ведется не по фактическому содержанию гумуса в почвах, а на основании усредненных данных для отдельных типов наземного покрова. Величина этого показателя требует корректировок с учетом национальных данных. Добавление показателей изменения содержания органического вещества, обменного калия, подвижного фосфора и кислотности в пахотных почвах Пензенской области, установленных в результате агрохимического обследования, повысило долю деградированных земель до 67,5%. Наряду с показателями агроистощения, дегумификации и подкисления в систему корректировок базовой методики НБДЗ для аграрных территорий предлагается внести изменения в матрицу перехода динамики наземного покрова таким образом, чтобы показатель зарастания сельскохозяйственных земель рассматривался как негативный фактор.

Таким образом, с учетом корректировок системы НБДЗ можно рекомендовать как интегри-

рованную систему мониторинга деградационных процессов не только в Пензенской области, но и в других регионах Приволжского федерального округа РФ, что позволит формировать там укрупненные стратегии устойчивого землепользования.

Кроме того, для системы использования пахотных земель Пензенской области можно предложить следующие мероприятия:

1) переход на адаптивно-ландшафтное земледелие (в том числе, создание системы лесополос), в своей основе представляющее собой комплекс мероприятий, направленных на сохранение и расширение воспроизводство плодородия почв [8, 9];

2) введение в практику экологически ориентированных форм хозяйствования (например, органическое и биологизированное земледелие), в том числе путем замещения на части территории традиционного, интенсивного сельского хозяйства;

3) принятие мер стимулирования устойчивого землепользования [10, 11], в качестве которых могут выступать как организация обучающих семинаров и тренингов на территории как Пензенской области [12], так и всего Приволжского федерального округа [13, 14] информирование населения и сельхозтоваропроизводителей, так и введение дополнительной налоговой нагрузки на тех собственников, у которых за отчетный период ухудшилось состояние земель.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 19-29-05021 мк и Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ им. М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

Литература

1. Строков А.С., Макаров О.А., Цветнов Е.В., Абдулханова Д.Р., Куделин В.Н., Марахова Н.А. Методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях деградации почв и изменения климата // Достижения науки и техники АПК, 2020, Т. 34, № 5. – С. 82-87.
2. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. Нейтральный баланс деградации земель – новейший подход для принятия решений в области землепользования и земельной политики // Проблемы постсоветского пространства, 2018, Т. 5, № 4. – С. 369-389.
3. Kust G.S. Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment // Journal of environmental management, 2017, Vol. 195, Part 1. – P. 16-24.
4. Trends.Earth [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://trends.earth/docs/en/> (дата обращения 20.11.2019).
5. Kust G.S., Andreeva O.V., Lobkovskiy V.A. et al. Uncertainties and policy challenges in implementing Land Degradation Neutrality in Russia // Environmental Science & Policy, 2018, Vol. 89. – P. 348-356.
6. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2019 году». – Пенза: Министерство лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области, 2020. – 129 с.
7. Кузина Е.Е., Кузин Е.Н. Почвоведение: учебное пособие. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 209 с.
8. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
9. Кирюшин В.И., Лукин С.В., Соловченко В.Д. и др. Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия: монография. – Белгород: Константа, 2019. – 272 с.
10. Tsvetnov E.V., Marakhova N.A., Makarov O.A., Stokov A.S., Abdulkhanova D.R. Experience in Approbation of Societal Land Value as a Basis for Ecological and Economic Assessment of Damage from Land Degradation // Eurasian Soil Science, 2019, Т. 52, № 10. – С. 1298-1305.
11. Просянников Е.В. Агрохимические аспекты устойчивого земледелия // Агрохимический вестник, 2019, № 5. – С. 13-17.
12. Надежкина Е.С. Оценка содержания тяжелых металлов в почвах Пензенской области // Агрохимический вестник, 2015, № 3. – С. 42-43.
13. Яшин И.М., Рамазанов С.Р. Сравнительная экологическая оценка черноземов Среднего Поволжья и Донской равнины // Агрохимический вестник, 2018, № 6. – С. 13-18.
14. Яшин И.М., Васенев И.И., Прохоров И.С., Рамазанов С.Р. Экологическое состояние и эволюция черноземов среднего Поволжья Саратовской области / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам IV международной научной конференции (13-15 октября 2015 г.). – Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2015. – С. 76-84.