АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2024, том 30, № 2 (99), с. 24-35

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 502.35; 504.052

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

© 2024 г. Г.С. Куст, Д.С. Шкляева, В.А. Лобковский, О.В. Андреева

Институт географии РАН

Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29, стр. 4. E-mail: kust@igras.ru

Поступила в редакцию 01.09.2023. После доработки 30.10.2023. Принята к публикации 01.12.2023.

Исследования Прикаспийского региона уже более 20 лет проводятся под эгидой Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранской конвенции). Она направлена на защиту от негативных воздействий не только акватории Каспийского моря, но и участков суши, расположенных непосредственно около него. В работе впервые на основе концепции нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) представлены результаты сравнительной оценки состояния земель для прибрежных областей пяти государств: Азербайджанской Республики, Исламской Республики Иран, Республики Казахстан, Российской Федерации и Туркменистана. Реализованный подход позволил выявить основные тренды динамики земель в рассматриваемом регионе, в том числе по отдельным странам и областям за разновременной период наблюдений. Результаты представлены в картографическом виде. Установлено, что для большинства регионов Прикаспия свойственно ухудшение текущей ситуации, связанное с активизацией деградационных процессов, описаны основные «горячие точки» опустынивания. В то же время динамика деградации земель в Прикаспии разнонаправлена по отдельным регионам и периодам наблюдений. Подбор разных периодов сравнения и базовых линий могут помочь проследить изменения в состоянии земель во времени и выявить пики его улучшения и ухудшения.

Ключевые слова: нейтральный баланс деградации земель, Прикаспийский регион, деградация земель, опустынивание.

DOI: 10.24412/1993-3916-2024-2-24-35

EDN: YDDPSD

В ноябре 2023 года исполняется 20 лет с момента подписания в г. Тегеране Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранской конвенции) пятью прикаспийскими государствами: Азербайджанской Республикой, Исламской Республикой Иран, Республикой Казахстан, Российской Федерацией и Туркменистаном. Тегеранская конвенция стала первым международным правовым инструментом, регулирующим взаимоотношения прикаспийских государств в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования региона Каспийского моря.

На сегодняшний день множество работ посвящено современному состоянию и проблемам Каспийского моря. Для Прикаспия характерны качественное и количественное истощение природных ресурсов, задействованных в хозяйственной деятельности, снижение ландшафтного и биологического разнообразия, внедрение инвазивных видов, деградация земель и опустынивание прибрежных районов (Zonn, 2005). Тегеранская конвенция направлена на защиту Каспийского моря от негативных воздействий, распространяет свое действие и на участки суши вблизи Каспийского моря (ст. 15, Рамочная конвенция …, 2003). Стратегическая программа действий конвенции устанавливает перечень определённых мероприятий, направленных на борьбу с опустыниванием и обезлесением в Каспийском регионе, которые среди прочих включают проведение мониторинга этих неблагоприятных явлений с помощью данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и геоинформационных (ГИС) технологий. Также подчеркивается необходимость создания стандартизированной методологии, призванной оценить экологическое состояние прибрежных территорий.

В качестве научной базы для такой методологии может выступать концепция нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ), активно продвигаемая в последние годы со стороны Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН). НБДЗ определяется как «состояние, когда количество здоровых и продуктивных земельных ресурсов, необходимых для поддержания жизненно важных экосистемных услуг, остаётся стабильным и увеличивается в определённых масштабах времени и пространства» (UNCCD, 2015). Отличительной чертой подхода НБДЗ является возможность сравнивать состояние земель в разных регионах земного шара на единой методологической основе. Концепция НБДЗ направлена на сохранение или увеличение количества и качества земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг и усиления продовольственной безопасности. Идея НБДЗ отражена в Повестке дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года в задаче ЦУР 15.3, а оценка достижения задачи и мониторинг её выполнения проводится с помощью глобального индикатора ЦУР 15.3.1 (Kust et al., 2018). Журнал «Аридные экосистемы» ранее неоднократно обращался к вопросам развития этой концепции (Куст и др., 2020; Zolotov et al., 2020; Bobushev, Sultanaliev, 2020; Ptichnikov, Martynyuk, 2020; Kuderina et al., 2020; Kust et al., 2022; Славко и др., 2023), и эта статья является в определенной степени продолжением данного направления.

Особенности методологии НБДЗ заключаются прежде всего в возможности ее рассмотрения не только как способа оценки достижимости ЦУР 15.3 «предотвращение, сокращение и обращение вспять деградации земель», но и как средства выявления основных тенденций в динамике состояния земель в отдельных странах и регионах (Деградация земель …, 2019; Лобковский и др., 2019; Jiang et al., 2022). Так, например, при оценке эффективности применяемых технологий землепользования индикаторы НБДЗ позволяют выявлять как деградированные земли, так и территории, на которых проводятся адаптационные мероприятия, направленные на улучшение состояния земель (Kust et al., 2017, 2022; Gonzalez-Roglich et al., 2019; Андреева и др., 2021).

Исследованию проблем деградации земель и опустынивания в Прикаспии посвящено множество работ (Rekacewicz, Dejouhanet, 2002; Rucevska, Rekacewicz, 2006; Abbasova, 2010; Золотокрылин, Титкова, 2011; Петров и др., 2016; Кулик и др., 2020). В то же время работы, рассматривающие проблему деградации земель Прикаспийского региона в целом именно с точки зрения оценки НБДЗ, до настоящего времени не проводились. В связи с этим целью данного исследования было на примере этого неоднородного в географическом отношении региона оценить возможности методологии НБДЗ для оценки распространения и динамики деградированных земель.

Объекты и методы

В качестве объекта исследований в данной работе выступает регион Прикаспия, к которому отнесены прилегающие к Каспийскому морю территории пяти стран: Российской Федерации (Республика Дагестан, Калмыкия, Астраханская и Волгоградская области), Республики Казахстан (Западно-Казахстанская, Атырауская и Мангистауская области), Туркменистана (Балканский велаят), Исламской республики Иран (провинции Гилян, Мазендеран и Голестан), Азербайджанской Республики (экономические районы Ленкорань-Астаринский, Бакинский, Губа-Хачмазский, Абшерон-Хызынский, Ширван-Сальянский).

Расчеты значений индикаторов НБДЗ для выбранных территорий проводились по методологии, рекомендованной КБО ООН с использованием онлайн платформы Trends.Earth (2023) – плагина на основе геоинформационной системы QuantumGIS. Заложенные в Trends.Earth алгоритмы позволяют анализировать как каждый из индикаторов НБДЗ отдельно (динамика наземного покрова, продуктивности земель, запасов почвенного органического углерода), так и динамику интегрального индикатора ЦУР 15.3.1 «Доля деградированных земель от общей площади территории». Более подробное описание этих алгоритмов содержится в т.ч. в ранее опубликованных работах в журнале «Аридные экосистемы» (Куст и др., 2020; Славко и др., 2023). В качестве источников данных используются глобальные базы данных: космическая съемка NDVI-AVHRR (с пространственным разрешением 8 км в пикселе) и MODIS (с пространственным разрешением 250 м) – для анализа динамики продуктивности земель (англ. «land productivity»); ESA CCI-LC (с пространственным разрешением 300 м) – для оценки динамики наземного покрова (англ. «land cover»); SoilGrids (ISRIC) – для оценки динамики запасов почвенного органического углерода (англ. «soil organic carbon stocks»; Trends.Earth, 2023). Также для анализа полученных результатов мы рекомендуем «индекс НБДЗ» (Андреева, Куст, 2020), который представляет собой разницу между долей «улучшенных» и долей «ухудшенных» земель на определенной территории и помогает отражать эффективность используемых моделей и практик землепользования (Andreeva et al., 2022).

Результаты и обсуждение

Общая оценка динамики НБДЗ. Для анализа деградации земель в исследуемом регионе мы использовали данные по всем основным индикаторам НБДЗ (по трем глобальным и одному интегральному) путем сравнения современного состояния земель (усредненные данные за 2016-2020 гг.) с базовым периодом (усредненные данные за 2001-2015 гг.). Выбор указанного относительно продолжительного базового периода в 15 лет связан с необходимостью усреднить климатические и погодные флуктуации, влияющие на состояние земель в регионе, для более уверенной оценки недавних изменений.

Интегральный результат представлен в виде пространственного распространения деградированных и улучшенных земель (по индикатору ЦУР 15.3.1), отражающего сравнительную динамику состояния земель Прикаспия (рис. 1). Результаты картографической оценки и площадного анализа НБДЗ представлены в таблице 1: минимальные доли деградированных земель отмечены в рассматриваемых провинциях Ирана (5.9% от площади всех земель), максимальные – в исследуемых областях Казахстана (до 52.7%).

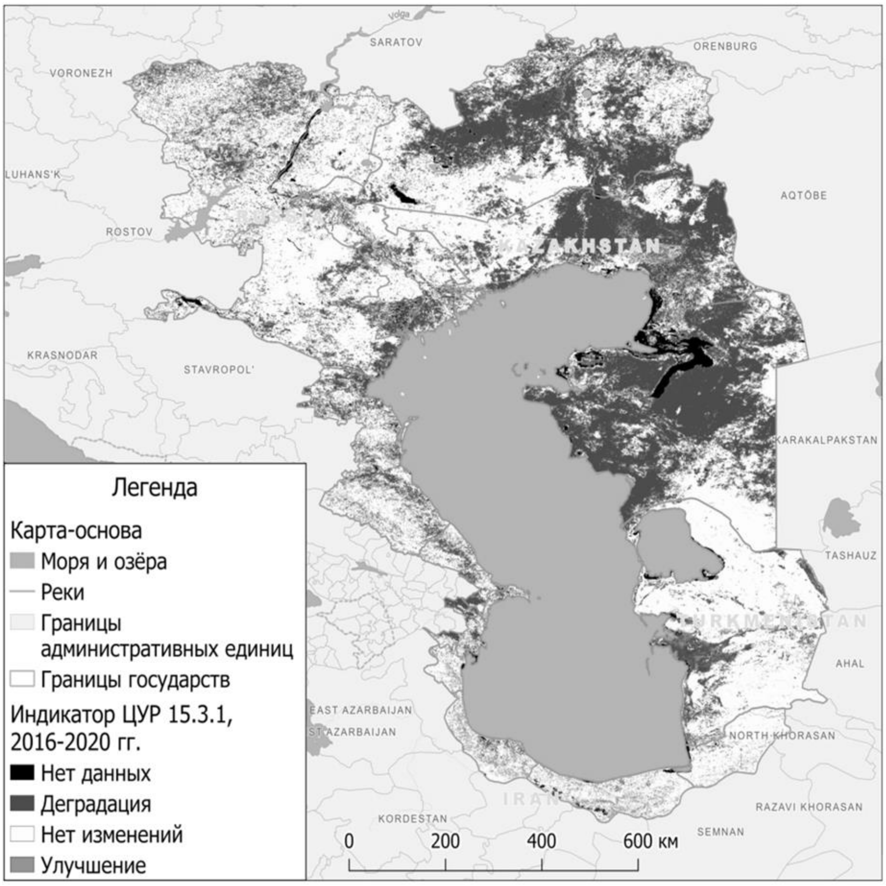

Рис. 1. Картосхема динамики состояния земель и пространственного распространения деградированных и улучшенных земель в Прикаспии в 2016-2020 гг. по сравнению с усредненными значениями за 2001-2015 гг.

Очаги деградированных земель распределены неравномерно в пределах рассматриваемых стран. На это указывает анализ параметров НБДЗ по административно-территориальным единицам стран Прикаспия (табл. 2).

Таблица 1. Состояние земель (динамика по усредненным данным за 2016-2020 гг. по отношению к базовым значениям за 2001-2015 гг.), % от площади анализируемых регионов стран Прикаспия.

Страны Прикаспия	Доля групп земель, %				Индекс НБДЗ, %
	Деградированные	Улучшенные	Стабильные	Нет данных	
Иран	5.9	13.6	79.2	1.3	7.7
Туркменистан	9.5	3.9	86.4	0.3	-5.6
Россия	23.7	1.9	73.8	0.6	-21.7
Азербайджан	33.2	4.9	61.2	0.8	-28.3
Казахстан	52.7	1.4	44.8	1.1	-51.3

Таблица 2. Расчет индикатора ЦУР 15.3.1 в пределах территориальных единиц стран Прикаспия (динамика по усредненным данным за 2016-2020 гг. по отношению к базовым значениям за 2001-2015 гг.).

Административно-территориальная единица	Доля групп земель, %	
	Деградированные	Улучшенные
Иран		
Провинция Мазендеран	5.3	17.2
Провинция Гилян	9.5	21.2
Провинция Голестан	4.2	4.3
Туркменистан		
Балканский велаят	9.5	3.9
Россия		
Республика Калмыкия	18.8	2.0
Волгоградская область	21.8	2.6
Астраханская область	27.0	0.8
Республика Дагестан	31.8	1.4
Азербайджан		
Ленкорань-Астаринский экономический район	8.1	12.8
Бакинский экономический район	32.2	5.4
Губа-Хачмазский экономический район	32.2	2.0
Абшерон-Хызынский экономический район	46.1	1.4
Ширван-Сальянский экономический район	50.9	2.4
Казахстан		
Западно-Казахстанская область	46.3	2.1
Атырауская область	49.8	0.9
Мангистауская область	60.8	1.1

Сопоставляя данные таблиц 1 и 2, отметим: если на страновом уровне ранжирование стран по значению показателя ЦУР 15.3.1 совпадает с их ранжированием по индексу НБДЗ, то при более детальном анализе по административно-территориальным единицам появляются некоторые отличия. Так, например, в провинциях Ирана Мазендеран и Голестан при относительной сопоставимости значений показателя ЦУР 15.3.1 (5.3% и 4.2% соответственно) доля улучшенных земель преобладает в провинции Мазендеран (17.2% и 4.3% соответственно). Это ведёт к более высокому значению индекса НБДЗ в провинции Мазендеран (рис. 2), указывая на более активные процессы восстановления и более положительную динамику состояния земель в целом. Таким образом, для получения более объективной оценки возможности достижения НБДЗ на рассматриваемой территории значения показателя ЦУР 15.3.1 целесообразно рассматривать в совокупности с результатами расчёта индекса НБДЗ.

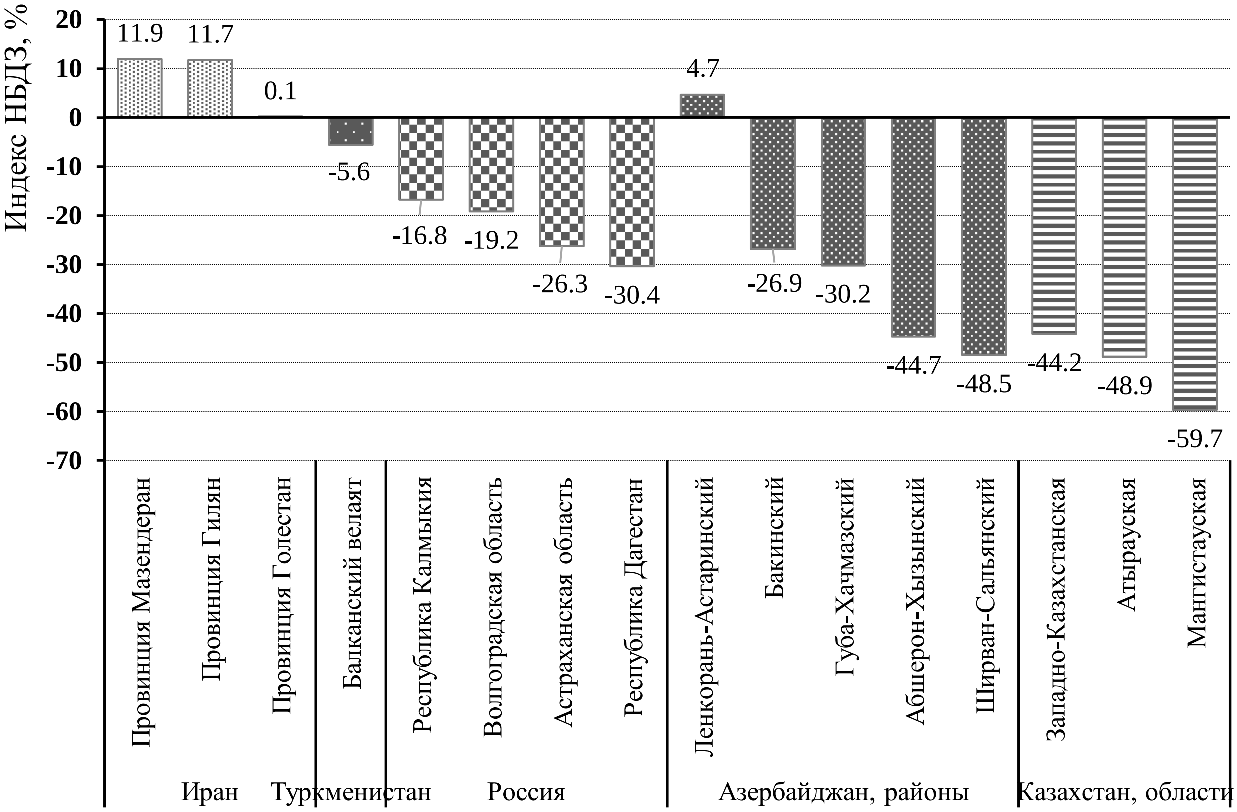

Рис. 2. Сравнительная оценка по индексу НБДЗ прилегающих к Каспию регионов Азербайджанской Республики, Исламской Республики Иран, Республики Казахстан, Российской Федерации и Туркменистана.

Максимальное значение индикатора ЦУР 15.3.1 на страновом уровне было выявлено в казахстанской, азербайджанской и российской частях Прикаспия.

Среди областей Казахстана наибольшая доля деградированных земель от общей площади территории приходится на Мангистаускую область и составляет 60.8%, а наименьшая приходится на Западно-Казахстанскую область и составляет 46.3%.

В Азербайджане наименьшая доля деградированных земель отмечается в Ленкорань-Астаринском экономическом районе, где она составляет 8.1%. Это самое низкое значение индикатора ЦУР 15.3.1 среди всех постсоветских административно-территориальных единиц стран Прикаспия. Наибольшая доля деградированных земель в Азербайджане выявлена в Ширван-Сальянском экономическом районе – 50.9%. Примечательно, что, несмотря на равенство значений индикатора ЦУР 15.3.1 в Бакинском и Губа-Хачмазском экономических районах, абсолютная величина индекса НБДЗ имеет наибольшее значение по модулю в Губа-Хачмазском экономическом районе, указывая на большую активность протекания деградационных процессов, связанную с развитием эрозионных процессов на склонах и вырубкой лесов.

В российской части Прикаспия наибольшие площади земель, подверженных деградационным процессам, выделяются в пределах Республики Дагестан и в Астраханской области. В пределах Республики Калмыкия активные современные процессы деградации распространены в меньшей степени. Доля деградированных земель в пределах Калмыкии составляет 18.8%, в то время как в Астраханской области и Дагестане она достигает 27.0% и 31.8% соответственно.

Ранжирование административно-территориальных единиц стран Прикаспия по значениям индекса НБДЗ представлено на рисунке 2. Анализируя график, можно заметить, что помимо провинций Ирана единственной административно-территориальной единицей, индекс НБДЗ которой имеет положительное значение, является Ленкорань-Астаринский экономический район в Азербайджане. Индекс НБДЗ Балканского велаята также имеет относительно высокое значение.

Доля деградированных земель здесь составляет 9.6% при относительно слабой динамичности земельного покрова в целом.

Представленные результаты позволяют условно разделить Прикаспий на три региона по активности протекания деградационных процессов. В наибольшей степени деградации земель подвержена территория Казахстана, а также предгорные районы Большого Кавказа и Кура-Араксинская низменность, что в основном соответствует Северному и Северо-Восточному Прикаспию (индекс НБДЗ – от -59.7% до -44.2%). Деградации земель в умеренной степени подвержены равнинные и низинные территории России, Восточный Кавказ и Апшеронский полуостров, что соответствует Северо-Западному и Западному Прикаспию (индекс НБДЗ – от -30.4% до -16.8%). Наиболее благоприятная динамика земель наблюдается на восточных склонах Талышских гор, в предгорных районах и на северных склонах Эльбурса (южное побережье Каспия), а также в Балканском велаяте, что соответствует Южному и Юго-Восточному Прикаспию (индекс НБДЗ – от -5.6% до 11.9%).

В каждой административно-территориальной единице Прикаспия есть объекты с явно выраженной локализацией активности протекания деградационных процессов, так называемые «горячие точки». На страновом уровне можно выделить следующие основные «горячие точки» деградации земель (рис. 1).

Российская Федерация. В Волгоградской области выявлены три «горячие точки» деградации земель, относящиеся к восточной части Донской гряды, к возвышенности Медведицкие яры и к северной части области. В Западном Прикаспии деградированные земли широко распространены в низовьях Волги в Астраханской области в районе бэровских бугров и в юго-восточной части региона Чёрные земли в пределах Республики Калмыкия. Для этой территории в основном характерна пастбищная дигрессия, в особенности вокруг населённых пунктов и колодцев, а также дефляция с частым возникновением пыльных бурь (Кулик и др., 2018). Кизлярские пастбища, территориально относящиеся к Терско-Кумской низменности и являющиеся центром отгонного животноводства Дагестана и приграничных регионов, также подвержены деградации. Для данной территории характерен перевыпас, а также приколодезное опустынивание и дефляция почв лёгкого гранулометрического состава (в почвенном покрове преобладают светло-каштановые почвы легкосуглинистого и супесчаного гранулометрического состава (Усманов и др., 2010)) в сочетании с засолением пониженных участков рельефа.

К югу от долины реки Сулак и далее к юго-востоку от Чиркейского водохранилища через город Буйнакск по предгорным и нижнегорно-лесным ландшафтам Восточного Кавказа вдоль береговой линии Каспийского моря тянется широкая полоса деградированных земель. Очаги деградации приурочены к долинам и междуречью рек Андийское Койсу и Аварское Койсу в их нижнем течении. Деградации подвержены также земли на склонах Андийского хребта, территория к северу от Чиркейского водохранилища, а также северо-восточные склоны Гимринского и Самурского хребтов в совокупности с предгорными районами.

Республика Казахстан. Активной деградации подвержены в последние годы земли практически на всей территории Мангистауской области за исключением её юго-восточной части. На западе и юго-западе можно проследить влияние мезорельефа на активность протекания деградационных процессов, т.к. стабильные по состоянию земли в пределах рассматриваемой области часто приурочены к локальным понижениям в рельефе (например, впадины Жазгурлы и Каунды). Атырауская область также практически полностью (за исключением её северных районов и западной части) подвержена деградационным процессам. На юге междуречья рек Волги и Урала в области заметна приуроченность деградированных земель к бэровским буграм. Эта территория соответствует ландшафтам приморских песчано-солончаковых пустынных равнин недавно осушившегося мелководья, которые используются в качестве зимних пастбищ. Большие площади деградированных земель отмечаются также в низовьях реки Урал, в т.ч. на бэровских буграх левобережья Урала. В Западно-Казахстанской области наиболее деградированные земли тяготеют к её северо-западной и юго-восточной частям.

Туркменистан. В Балканском велаяте Туркменистана наиболее обширная по площади «горячая точка» деградации земель располагается в районе полуострова Челекен, в северо-восточной части Западно-Туркменской впадины, где, как известно, находятся одни из старейших нефтяных месторождений Туркмении, такие как Небит-Даг и Кумдаг (Гумдаг), эксплуатация которых началась в 1931 г. и 1949 г. соответственно (Жильцов, Зонн, 2017). Деградация также наблюдается в нижних частях русла Узбоя и в нижнем течении (пересыхающей дельте) реки Атрек на границе Туркменистана и Ирана (Zonn et al., 2010).

Азербайджанская республика. Деградированные земли тянутся вдоль территории предгорных и слабохолмистых районов от реки Самур вплоть до Апшеронского полуострова и Кура-Араксинской низменности, а также характерны для южных низкогорных ландшафтов Восточного Кавказа, равнинных территорий Кура-Араксинской низменности в границах Ширванского заповедника и Национального парка и южной части Муганской равнины. В наземном покрове этих территорий преобладают пахотные земли, приуроченные к равнинным и пониженным территориям, а также лесопокрытые участки низкогорных ландшафтов.

Исламская республика Иран. Очаги деградации приурочены к предгорным районам, в особенности к Гилянской низменности (провинция Гилян), к крупным по площади городам, таким как Амол, Сари, Баболь, и к ряду менее крупных населённых пунктов (провинция Мазендеран), к правобережью реки Горган в её нижнем течении (провинция Голестан).

Влияние выбора базового периода на результаты оценки динамики НБДЗ. Важной частью методологии, влияющей на итоговые результаты анализа, является выбор базового периода для оценки НБДЗ и его длительности. Выше мы рассмотрели результаты, полученные для оценки на уровне отдельных стран «по умолчанию» на основе рекомендаций КБО ООН по использованию базового периода 2001-2015 гг. для сравнения (Orr et al., 2017). Такой общий подход позволяет на страновом уровне достаточно достоверно выявить основные тенденции и локализовать региональные «горячие точки» с активным проявлением деградационных процессов, а также сравнить проявления опустынивания в разных странах на единой методологической основе. Однако, как показали наши исследования (Деградация земель …, 2019; Лобковский и др., 2019; Kust et al., 2022), базовый период в зависимости от целей оценки может быть различным и варьировать от 3-5-летнего до 15-20-летнего. Такого рода более детальные оценки могут быть востребованы для более подробного анализа возможных причин деградации земель на региональном уровне и за более короткие промежутки времени. Полученные результаты могут быть использованы органами управления для более точной локализации «горячих точек» деградации земель, выявленных на страновом уровне. Результаты анализа при этом могут существенно отличаться. Рассмотрим это положение на конкретном примере.

С этой целью динамика НБДЗ оценивалась для восьми прилегающих к Каспийскому морю регионов России, Казахстана и Туркменистана за период с 2001 по 2018 гг. по сравнению с усредненными значениями за 2001-2005 гг. Целью такой оценки, в отличие от вышерассмотренной динамики, было установить более долговременные тенденции динамики деградации земель по сравнению с состоянием на начало XXI века. Визуальное сравнение полученных картосхем (рис. 3) с данными на рисунке 1 показывает в ряде случаев существенное расхождение, подтверждаемое результатами площадной оценки (табл. 3). Причинами этих расхождений, порой достигающих десятков процентов как по показателю ЦУР 15.3.1, так и по индексу НБДЗ, являются, как показывает наш анализ, значительные климатические флуктуации, влияющие в первую очередь на динамику вегетационного индекса NDVI, которая лежит в основе оценки изменений продуктивности в рамках расчетного модуля Trends.Earth (2023).

На рисунке 4 приведены графики изменения значений NDVI за 5-летний (2016-2020 гг.) и 20-летний (2001-2020 гг.) периоды, построенные выборочно для двух административно-территориальных единиц Прикаспия и полученные с помощью вычислительной платформы Google.Earth Engine (Gorelick et al., 2016) на основе данных NDVI MOD13Q1 спутника Terra (Didan, 2015). Графики были получены путём усреднения значений NDVI за каждый год 20-летнего периода. Понятно, что на основе одной только динамики NDVI и продуктивности нельзя сформировать полноценное представление о состоянии земель, однако это позволяет уловить основные тенденции (Gonzalez-Roglich et al., 2019). Объекты анализа были выбраны по принципу наименьшего и наибольшего значения индекса НБДЗ как параметра, наиболее объективно отражающего динамику состояния земель на рассматриваемой территории. Наибольшее значение индекса НБДЗ в анализируемый период времени наблюдается в пределах провинции Мазендеран в Иране, в то время как наименьшее значение индекс принимает в Мангистауской области Казахстана. На рисунках 4а и 4в приведены тренды NDVI за 20-летний период в провинции Мазендеран и Мангистауской области соответственно, на рисунках 4б и 4г – за 5-летний период для тех же объектов. На рисунках хорошо видно, что значения NDVI в провинции Мазендеран значительно выше (достигают 0.45) по сравнению со значениями, зафиксированными в пределах Мангистауской области (не выше 0.15) за 20-летний период. Тренды NDVI в пределах обеих административных единиц разнонаправлены как за весь 20-летний период наблюдений, так и за более короткий период 2016-2020 гг.

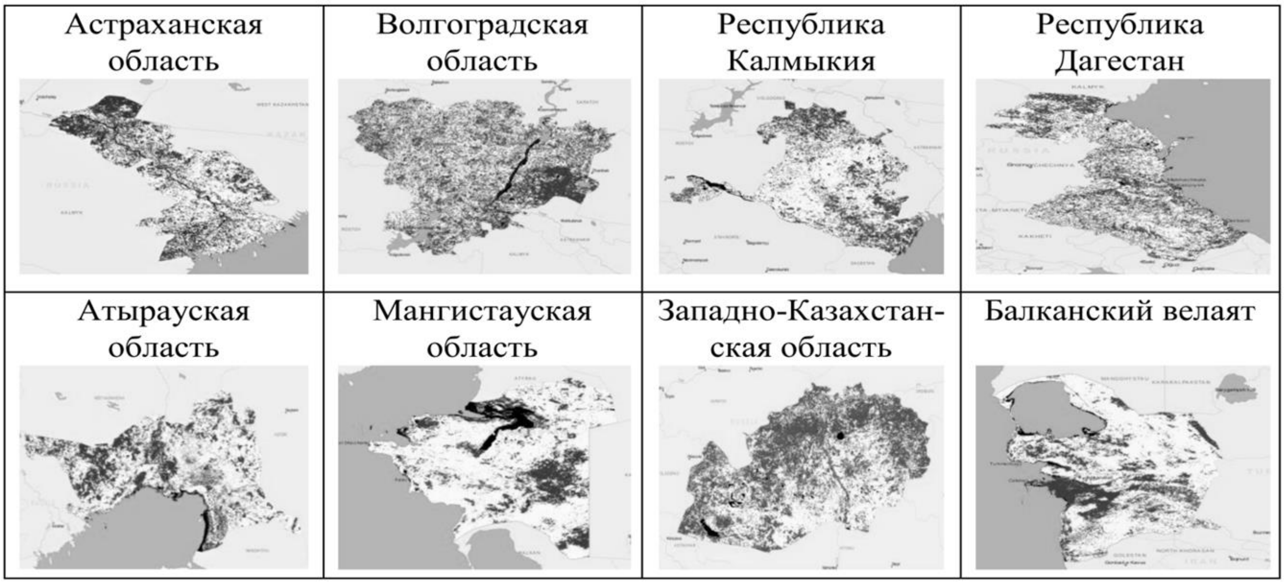

Рис. 3. Картосхемы «горячих точек» на территории прилегающих к Каспию регионов России, Казахстана и Туркменистана – «долговременная динамика» за 2001-2018 гг. по сравнению с «базовым» периодом 2001-2005 гг. (Kust et al., 2021). *Условные обозначения* на рисунке 1.

Таким образом, достижение НБДЗ нельзя рассматривать единовременно, в рамках фиксированных значений базовой линии и сравниваемых с ней периодов, поскольку состояние земель и их продуктивности чрезвычайно динамично, особенно в аридных ландшафтах, и каждый год меняется в зависимости от целого ряда природных и антропогенных факторов. Эти изменения происходят неравномерно по времени, а результат оценки в целом зависит от того, какой базовый период взят за основу. Этот факт хорошо подтверждает другой пример: анализ значений индикатора ЦУР 15.3.1 за разные промежутки времени, представленный на рисунке 5 для Западно-Казахстанской области. Для этого объекта характерна различная динамика негативных и положительных изменений, пик ухудшения ситуации приходится на 2006-2010 гг., а пик улучшения – на 2001-2005 гг.

Выводы

Полученные результаты показывают, что концепция нейтрального баланса деградации земель может быть использована для сравнительной оценки деградации земель в Прикаспийском регионе. Установлено, что для большинства регионов Прикаспия свойственно ухудшение текущей ситуации, связанное с активизацией деградационных процессов. Проводимые мероприятия, направленные на снижение рисков деградации земель, не приводят к ожидаемым результатам, хотя более глубокий анализ по отдельным годам показывает тенденцию улучшения в последние 6-8 лет, особенно наметившуюся в отдельных районах Ирана, Туркменистана и России. Использованный метод позволяет не только установить общие данные по областям, но также выявить «горячие точки» на исследуемой территории. В большинстве регионов отмечается явная локализация «пятен» опустынивания, приуроченная к определенным антропогенным воздействиям, из которых преобладают высокая пастбищная нагрузка, ветровая и водная эрозия почв, засоление при орошении, а также техногенное воздействие.

Таблица 3. Динамика деградации земель в пределах прилегающих к Каспию регионов России, Казахстана и Туркменистана за 2001-2018 гг. по отношению к базовому периоду 2001-2005 гг.

Административно-территориальная единица	**Площади групп земель, %**		**Индекс НБДЗ, %**
	Деградированные	**Улучшенные**	
Туркменистан			
Балканский велаят	21.0	2.8	-18.2
*отличие от предыдущей оценки (табл. 2)	***+11.5***	***-1.1***	***-12.6***
Россия			
Республика Калмыкия	15.5	18.5	3.0
*отличие от предыдущей оценки	***-3.3***	***+16.5***	***+19.8***
Республика Дагестан	17.1	23.0	5.9
*отличие от предыдущей оценки	***-14.7***	***+21.6***	***+36.3***
Астраханская область	23.5	12.2	-11.3
*отличие от предыдущей оценки	***-3.5***	+11.4	+15.0
Волгоградская область	42.2	4.9	-37.3
*отличие от предыдущей оценки	***+20.4***	***+2.3***	***-18.1***
Казахстан			
Мангистауская область	20.6	2.3	-18.3
*отличие от предыдущей оценки	***-40.2***	***+1.2***	***+41.4***
Атырауская область	26.2	6.0	-20.3
*отличие от предыдущей оценки	***-23.6***	***+5.1***	***+28.6***
Западно-Казахстанская область	47.7	2.2	-45.5
*отличие от предыдущей оценки	***+1.4***	***+0.1***	***-1.3***

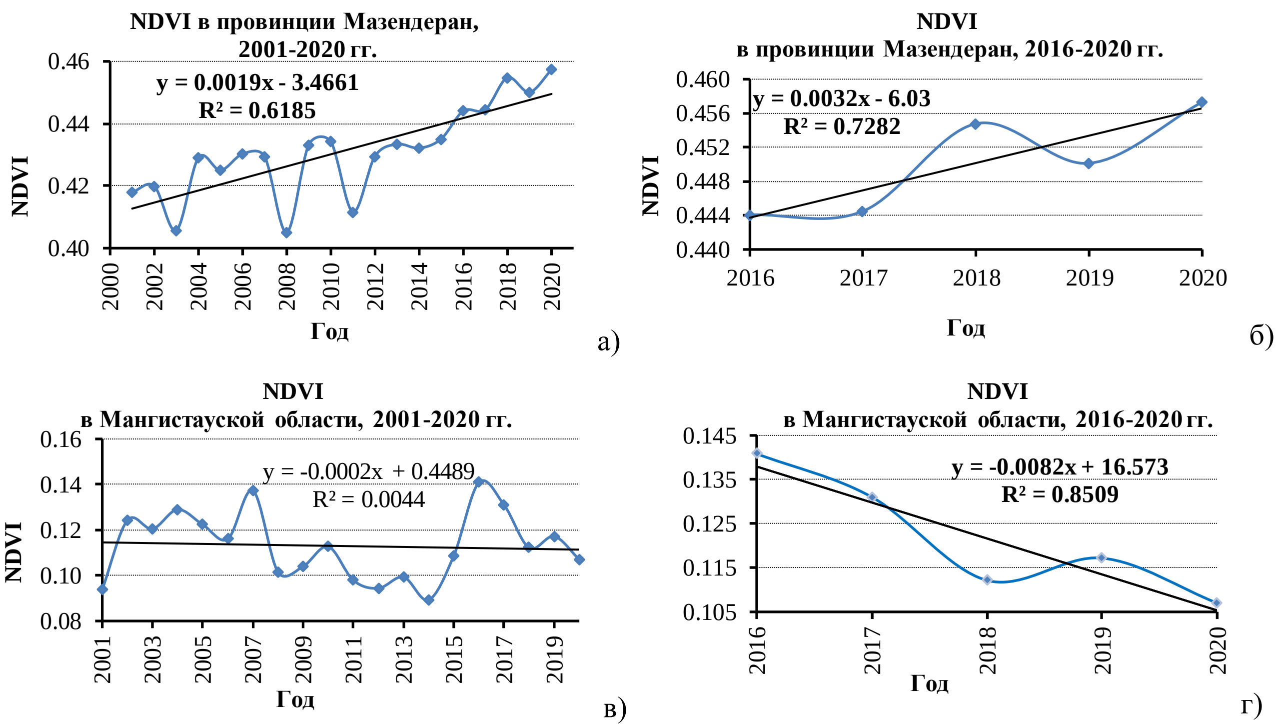

Рис. 4. Тренды NDVI по данным MODIS в провинции Мазендеран Ирана за 2001-2020 (а) и 2016-2020 гг. (б) и в Мангистауской области Казахстана за 2001-2020 (в) и 2016-2020 гг. (г).

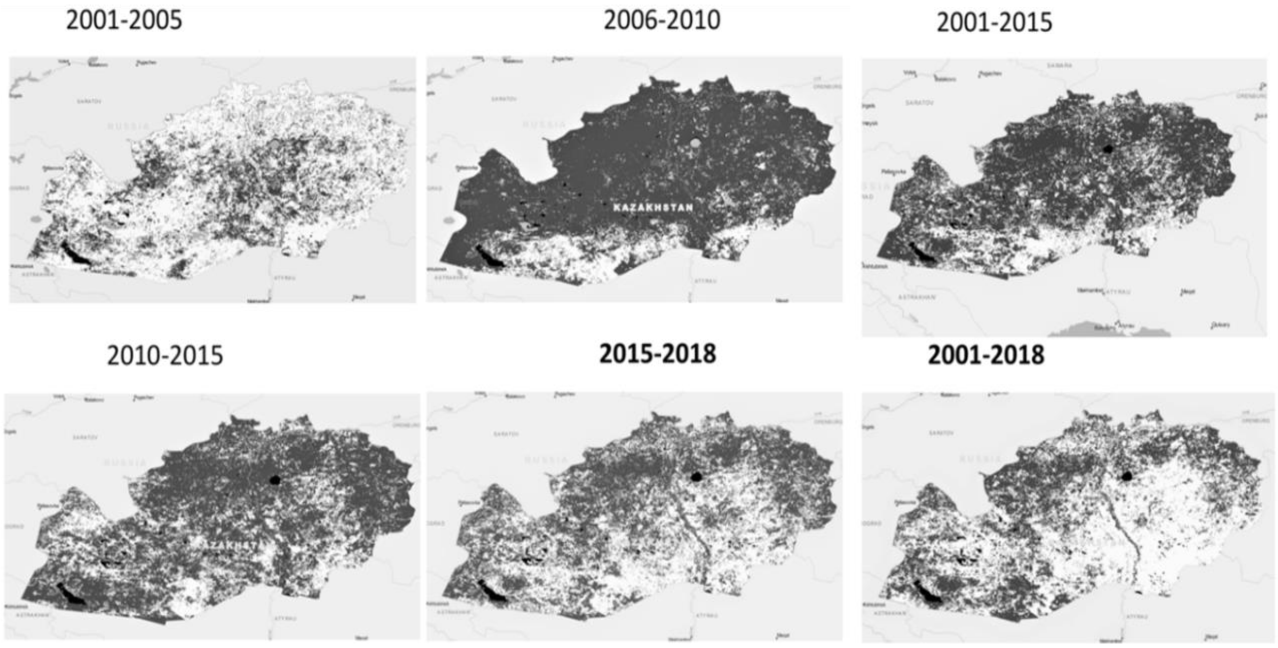

Рис. 5. Динамика деградации земель в Западно-Казахстанской области за различные временные периоды. Базовая линия представлена усредненными значениями за 2001-2018 гг. *Условные обозначения* на рисунке 1.

Динамика деградации земель в Прикаспии разнонаправлена по отдельным регионам и периодам наблюдений. Поэтому для выявления различий в состоянии земель и динамике индикатора ЦУР 15.3.1 и интерпретации результатов на уровне отдельных регионов важную роль играет выбор и продолжительность базового периода для сравнения и оценки изменений. Подбор разных периодов сравнения и базовых линий, а также применение «скользящей» оценки с различной величиной периодов сравнения могут помочь проследить изменение в состоянии земель во времени и выявить пики его улучшения и ухудшения.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственной темы ИГ РАН FMWS-2022-0001 «Пространственные и временные проблемы устойчивого землепользования в контексте глобальных изменений климата» (обработка пространственных данных и формулирование основных положений и заключения).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева О.В., Куст Г.С. 2020. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Известия Российской академии наук. Серия географическая. Т. 84. № 5. С. 737-749.

Андреева О.В., Лобковский В.А., Куст Г.С., Зонн И.С. 2021. Современное состояние концепции и разработка типологии моделей устойчивого землепользования // Аридные экосистемы. Т. 27. № 1 (86). С. 3-14. [*Andreeva O.V., Lobkovsky V.A., Kust G.S., Zonn I.S.* 2021. The Concept of Sustainable Land Management: Modern State, Models and Typology Development // Arid Ecosystems. Vol. 11. No. 1. P. 1-10.]

Деградация земель и опустынивание в России: новейшие подходы к анализу проблемы и поиску путей решения 2019 / Ред. Г.С. Куст. М.: Перо. 235 с.

Жильцов С.С., Зонн И.С. 2017. Каспийский регион: политика, экономика, сотрудничество: учебное пособие. М.: Аспект Пресс. 304 с.

Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б. 2011. Тенденция опустынивания Северо-Западного Прикаспия по MODIS-данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 8. № 2. С. 217-225.

Кулик К.Н., Петров В.И., Рулев А.С., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. 2018. К 30-летию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» // Аридные экосистемы. Т. 24. № 1 (74). С. 5-12. [*Kulik K.N., V Petrov.I., Rulev A.S., Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S.* 2018. On the 30th Anniversary of the “General Plan to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures” // Arid Ecosystems. Vol. 8. No. 1. P. 1-6.]

Кулик К.Н., Петров В.И., Юферев В.Г., Ткаченко Н.А., Шинкаренко С.С. 2020. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 16-24. [*Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G., Tkachenko N.A., Shinkarenko S.S.* 2020. Geoinformational Analysis of Desertification of the Northwestern Caspian // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 98-105.]

Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. 2020. Нейтральный Баланс Деградации Земель – современный подход к исследованию засушливых регионов на национальном уровне // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 3-9. [*Kust G.S., Andreeva O.V., Lobkovskiy V.A.* 2020. Land Degradation Neutrality: the Modern Approach to Research on Arid Regions at the National Level // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 87-92.]

Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В. 2019. Методические подходы к установлению базовой линии для мониторинга индикаторов нейтрального баланса деградации земель в России // Проблемы региональной экологии. № 4. С. 30-36.

Петров К.М., Бананова В.А., Лазарева В.Г., Унагаев А.С. 2016. Региональные особенности глобального процесса опустынивания в Северо-Западном Прикаспии // Биосфера. № 1. С. 49-62.

Рамочная конвенция по защите морской среды каспийского моря. 2003 [Электронный ресурс https://tehranconvention.org/ru/tc/text-convention (дата обращения 03.09.2023)].

Славко В.Д., Андреева О.В., Куст Г.С. 2023. Оценка динамики наземного покрова в целях установления нейтрального баланса деградации земель на локальном уровне (для опустыненных угодий сухостепного Заволжья) // Аридные экосистемы. Т. 29. № 1 (94). С. 59-69. [*Slavko V.D., Andreeva O.V., Kust G.S.* 2023. Assessment of the Dynamics of Land Cover at the Local Level to achieve Land Degradation Neutrality (for Desertified Lands of the Dry-Steppe Zavolzh'e) // Arid Ecosystems. Vol. 13. No. 1. P. 50-58.]

Усманов Р.З., Баламирзоев М.А., Котенко М.Е., Бабаева М.А., Осипова С.В. 2010. Проблемы борьбы с деградацией и опустыниванием Кизлярских пастбищ в связи с аридизацией климата и антропогенных воздействий на природные экосистемы // Юг России: экология, развитие. № 3. С. 117-122.

Abbasova T. 2010. Detection and Analysis of Changes in Desertification in the Caspian Sea Region. MSc. Thesis. Stockholm: Stockholm University. 67 p.

Andreeva O.V., Kust G.S., Lobkovsky V.A. 2022. Sustainable Land Management and Land Degradation Neutrality // Herald of the Russian Academy of Sciences. Vol. 92. P. 285-296.

Bobushev T.S., Sultanaliev K.E. 2020. Evaluation and Adaptation of the Land Degradation Neutrality Approach to Land Classification Resources in the Kyrgyz Republic // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 123-126. [*Бобушев Т.С., Султаналиев К.Э.* 2020. Оценка и адаптация подхода НБДЗ к классификации земельных ресурсов в Кыргызской Республике // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 43-47.]

Didan K. 2015. MOD13Q1 v006. MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid. NASA LP DAAC. University of Arizona, Huete A. – University of Technology Sydney and MODAPS SIPS – NASA.

Gonzalez-Roglich M., Zvoleff A., Noon M., Liniger H., Fleiner R., Harari N., Garcia C. 2019. Synergizing Global Tools to Monitor Progress towards Land Degradation Neutrality: Trends.Earth and the World Overview of Conservation Approaches and Technologies Sustainable Land Management Database // Environmental Science & Policy. Vol. 93. P. 34-42.

Gorelick N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D., Moore R. 2016. Google Earth Engine: Planetary-Scale Geospatial Analysis for Everyone // Remote Sensing of Environment. Vol. 202. P. 18-27.

Jiang L., Bao A., Jiapaer G., Liu R., Yuan Y., Yu T. 2022. Monitoring Land Degradation and Assessing Its Drivers to Support Sustainable Development Goal 15.3 in Central Asia // Science of The Total Environment. Vol. 807. P. 150868.

Kuderina T.M., Suslova S.B., Lunin V.N., Kudikov A.V. 2020. Atmospheric Moisture as a Factor of Land Degradation Neutrality in Forest–Steppe Landscapes // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 156-160. [*Кудерина Т.М., Суслова С.Б., Лунин В.Н., Кудиков А.В.* 2020. Атмосферное увлажнение как фактор нейтрального баланса деградации земель лесостепных ландшафтов // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 80-85.]

Kust G., Andreeva O., Cowie A. 2017. Land Degradation Neutrality: Concept Development, Practical Applications and Assessment // Journal of Environmental Management. Vol. 195. P. 16-24.

Kust G., Andreeva O., Lobkovskiy V., Telnova N. 2018. Uncertainties and Policy Challenges in Implementing Land Degradation Neutrality in Russia // Environmental Science & Policy. Vol. 89. P. 348-356.

Kust G.S., Andreeva O.V., Shklyaeva D.S., Lobkovskiy V.A. 2021. Towards the Possibilities of Achieving the Land Degradation Neutrality in the Countries of the Caspian Region (on the Example of Russia, Kazakhstan and Turkmenistan) // Scientific Conference on Climate Change in the Caspian Sea Region. P. 273-276

Kust G.S., Durikov M.H., Lobkovskiy V.A., Andreeva O.V., Nepesov M.D., Mamedov B.K., Nikolaev N.V. 2022. Scientific Basis for Setting Land Degradation Neutrality Targets in Turkmenistan // Arid Ecosystems. Vol. 28. No. 4 (93). P. 115-131. [*Куст Г.С., Дуриков М.Х., Лобковский В.А., Андреева О.В., Непесов М.Д., Мамедов Б.К., Николаев Н.В.* 2022. Научные основы для постановки задач достижения нейтрального баланса деградации земель в Туркменистане// Аридные экосистемы. Т. 28. № 4 (93). С. 115-131.]

Orr B.J., Cowie A.L., Castillo V.M.S., Chasek P., Crossman N.D., Erlewein A., Louwagie G., Maron M., Metternicht G.I., Minelli S., Tengberg A.E., Walter S., Welton S. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land

Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. Bonn, Germany: United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) [Электронный ресурс https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lh0zNy6wH2sJ:https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2019-06/LDN_CF_report_web-english.pdf&hl=en&gl=ca (дата обращения 14.06.2023)].

Ptichnikov A.V., Martynyuk A.A. 2020. Adaptation of International Indicators of Land Degradation Neutrality for the Assessment of Forest Ecosystems in Arid Conditions in Russia // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 127-134. [*Птичников А.В., Мартынюк А.А.* 2020. Об адаптации международных индикаторов оценки нейтрального баланса деградации земель для лесных экосистем в засушливых условиях России // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 48-56.]

Rekacewicz P., Dejouhanet L. 2002. Transboundary Diagnostic Analysis for the Caspian Sea. Vol. 2. Azerbaijan: The Caspian Environment Programme. P. 69-73.

Rucevska I., Rekacewicz P. 2006. Vital Caspian Graphics: Challenges beyond Caviar. UNEP/Earthprint. 72 p.

Trends.Earth. 2023. Conservation International [Электронный ресурс http://docs.trends.earth/en/latest/ (дата обращения 14.06.2023)].

UNCCD. 2015. 3/COP.12 Integration of the Sustainable Development Goals and Targets into the Implementation of the United Nations. Convention to Combat Desertification and the Intergovernmental Working Group Report on Land Degradation Neutrality. ICCD/COP(12)/20/Add.1 [Электронный ресурс https://www.unccd.int/sites/default/files/sessions/documents/ICCD_COP12_20_Add.1/20add1eng.pdf (дата обращения 14.06.2023)].

Zolotov D.V., Chernykh D.V., Biryukov R.Y., Pershin D.K., Malygina N.S., Gribkov A.V. 2020. Change of Land Use in Altai Krai: Problems and Prospects for the Achievement of Land Degradation Neutrality // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 106-113. [*Золотов Д.В., Черных Д.В., Бирюков Р.Ю., Першин Д.К., Малыгина Н.С., Грибков А.В.* 2020. Изменение землепользования в Алтайском крае: проблемы и перспективы достижения Нейтрального Баланса Деградации Земель // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 25-33.]

Zonn I.S. 2005. Environmental Issues of the Caspian // The Handbook of Environmental Chemistry. Vol. 5. The Caspian Sea Environment / Eds. A.G. Kostianoy, A.N. Kosarev. Berlin: Springer, Heidelberg. P. 223-242.

Zonn I.S., Kosarev A.N., Glantz M.H., Kostianoy A.G. 2010. The Caspian Sea Encyclopedia. Berlin: Springer. 525 p.