

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ К ТЕХНОГЕННУМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

*Дмитриева Марина Валерьевна*, аспирант

Астраханский государственный университет  
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1  
E-mail: kalaturamarina@list.ru

*Бармин Александр Николаевич*

доктор географических наук, профессор, декан

Астраханский государственный университет  
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1  
E-mail: abarmin@mail.ru

*Бузякова Инна Валерьевна*

кандидат географических наук, доцент

Астраханский государственный университет  
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1  
E-mail: buzyakova@rambler.ru

В данной статье дается развернутый анализ устойчивости геосистем Астраханской области, проведенный на основании изучения рельефа, биологической продуктивности, земель сельскохозяйственного назначения, а также климата исследуемой местности. Рассмотрены факторы, обеспечивающие устойчивость геосистем. К ним относятся физико-географические факторы: геологическое строение, геотектонический режим, рельеф, почвенный и растительный покров, водный баланс, густота речной сети, климатические условия; морфологические: вертикальная и горизонтальная расчлененность рельефа, интенсивность глубинной эрозии, деформация продольных профилей рек и другие. В ходе анализа состояния природных комплексов были определены факторы антропогенного воздействия (прямые и косвенные), обуславливающие возможные изменения как для компонентов природы, так и природных комплексов в целом. При оценке степени антропогенной трансформации ландшафтов были изучены вопросы их динамики и функционирования, экологической пластичности и устойчивости их компонентов к различным факторам воздействия, характерные для исследуемого региона. Обозначены два основополагающих принципа, обеспечивающих устойчивость геосистем: сохранение внутреннего разнообразия геосистемы и сохранение рационального баланса между изъятием ресурсов и их воспроизводством. Рассчитана экологическая устойчивость районов Астраханской области на основе таких показателей, как наклон поверхности (рельеф), растительный покров (продуктивность господствующих ассоциаций), бонитет почвенных комплексов, площадь пастбищ и сенокосов, многолетний модуль стока, среднее количество осадков, средняя годовая температура, безморозный период, влажность воздуха, средняя скорость ветра. По полученным результатам построена карта устойчивости различных административных районов к указанной антропогенной нагрузке.

**Ключевые слова:** экологическая устойчивость природных комплексов, геосистемы, деградация, антропогенное воздействие

ECOLOGICAL STABILITY OF ASTRAKHAN REGION  
TO THE TECNOGENIC INFLUENCE

*Dmitrieva Marina V.*

Post-graduate student  
Astrakhan State University  
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation  
E-mail: kalaturamarina@list.ru

*Barmin Aleksandr N.*

D.Sc. in Geography  
Professor  
Dean  
Astrakhan State University  
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation  
E-mail: abarmin@mail.ru

*Buzyakova Inna V.*

C.Sc. in Geography  
Associate Professor  
Astrakhan State University  
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation  
E-mail: buzyakova@rambler.ru

This article provides a detailed analysis of the stability of geosystems Astrakhan region, based on a study conducted by the relief of the biological productivity of agricultural land, as well as the study of climate areas. The factors that ensure sustainability of geosystems. These include such factors as the physical geography: geological structure, geotectonic regime, topography, soil and vegetation, water balance, river network density, climatic conditions, morphological: vertical and horizontal dissected relief, the intensity of deep erosion, deformation of longitudinal profiles of rivers and others. In the analysis of natural systems were the factors of human impact (direct and indirect), causing possible changes for the components of nature and natural systems in general. In assessing the degree of anthropogenic transformation of landscapes were studied questions of their dynamics and functioning of ecological plasticity and stability of their components to various influences, typical of the region under study. Identified two fundamental principles that sustain geosystems: maintaining internal diversity geosystems and saving a reasonable balance between the withdrawal of resources and their reproduction. Designed environmental sustainability areas of Astrakhan region on the basis of indicators such as the slope of the surface (topography), vegetation (productivity dominant association), bondability soil complexes, the area of pastures and hayfields, long module flow, average rainfall, average annual temperature, frost-free period, humidity, average wind speed. According to the results a map of the stability of various administrative areas of this anthropogenic pressure.

**Keywords:** ecological stability of natural systems, geosystems, degradation, anthropogenic impact

Устойчивость природных комплексов является одним из фундаментальных понятий геоэкологии. Экологическая устойчивость – это способность экологической системы сохранять свою структуру и функции в процессе воздействия внутренних и внешних факторов [1, 14, 17].

Критерий устойчивости имеет большое значения при определении различных изменений в условиях усиления антропогенного влияния на природные комплексы. Известно, что сложность природных комплексов коррелирует с устойчивостью. Отсюда следует, что сложные геосистемы более устойчивы к внешним воздействиям.

Известны два основополагающих принципа, соблюдение которых в наибольшей мере обеспечивает устойчивость геосистем:

1. Сохранение внутреннего разнообразия геосистемы. Чем разнообразнее внутреннее устройство, тем ландшафт устойчивее ко всем отклоняющим воздействиям, в том числе антропогенным. Человек, во многих случаях, стремясь к экономическому эффекту, разрушает первоначальное геосистемное, в том числе биологическое разнообразие. Он упрощает исторически сложившиеся естественные взаимосвязи, создает условия для размножения вредителей и возбудителей болезней, уменьшения биологической продуктивности и др.

2. Сохранение рационального баланса между изъятием ресурсов и их воспроизводством. Чтобы сохранить геосистему, нельзя изымать из нее больше того, что она создает. А чтобы обеспечить расширенное воспроизводство, следует брать даже меньше. Игнорирование этого принципа приводит к деградации геосистемы, в том числе к передобыче, перепромыслам, перевыловам. С другой стороны, нерациональны, например, и недопромыслы, поскольку они ведут к излишнему увеличению численности популяций и, в итоге, к включению естественных регуляторов необходимого баланса – голоду, болезням, мору [16].

Следует подчеркнуть, что устойчивость геосистем определяется комплексом физико-географических факторов. Оценка устойчивости ландшафтов к техногенным воздействиям возможна при установлении связи: воздействие – изменение – последствия. Такой анализ позволяет установить максимальную и минимальную величину воздействия, за пределами которой располагаются возможности устойчивого развития ландшафта или возникновения необратимых изменений [10].

В составе природных факторов наиболее существенными при оценке устойчивости являются геологическое строение, геотектонический режим, рельеф, почвенный и растительный покров, водный баланс, густота речной сети, климатические условия.

Указанные выше факторы способствуют активизации процессов самоочищения компонентов природной среды и определяют динамику ландшафтов, их устойчивость к совокупному воздействию антропогенных факторов. Таким образом, они формируют показатели устойчивости компонентов природы и ландшафтов в целом.

Для сохранения экологической устойчивости территории необходимо определенное соотношение состояний абиотических (неживых) и биотических (живых) компонентов. В экологической системе, охватывающей все объекты и явления природной и антропогенной среды и их взаимодействия, рельеф выполняет важные функции, распределяя тепло, влагу, обеспечивая определенный тип функционирования и состояния экосистем.

Таким образом, при оценке показателей устойчивости тех или иных ландшафтов необходимо учитывать такие морфологические показатели, как вертикальная и горизонтальная расчлененность рельефа, интенсивность глубинной эрозии, деформация продольных профилей рек и др. Следует под-

черкнуть то, что рельеф является одним из наиболее важных оценочных показателей, так как способствует перераспределению энергии и вещества в системе взаимодействия природных компонентов. Он представляет собой переходное звено в составе взаимообусловленных факторов, интенсивность изменения которого во многом зависит от изменчивости других (поверхностных) характеристик природных комплексов. Именно характером рельефа определяется степень дренированности, интенсивности эрозионных процессов и направления поверхностного стока. Для оценки потенциальной устойчивости ландшафта значимыми считаются такие характеристики рельефа, как глубина вертикального расчленения и крутизна склонов. Данные характеристики определяют направление потока вещества и способность ландшафта к самоочищению. Чем выше значения этих параметров, тем больше скорости поверхностного стока, тем значительнее способности природной среды к самоочищению. Это обуславливает и увеличение потенциальной устойчивости ландшафтов в условиях отсутствия процессов эрозионной деятельности.

Устойчивость ландшафтов зависит, в первую очередь, от общих свойств их компонентов и специфических особенностей техногенного воздействия, характера и интенсивности эксплуатации объектов. В числе природных факторов наиболее существенными при оценке устойчивости являются геологическое строение, рельеф, почвенный и растительный покров, водный баланс, густота речной сети, климатические условия (количество осадков и распределение их по времени года, годовой ход температуры, влажность воздуха, безморозный период).

Указанные выше факторы способствуют активизации процессов самоочищения компонентов природной среды и определяют восстановление ландшафтов, их устойчивость к совокупному воздействию антропогенных факторов. Таким образом, они формируют комплексный показатель устойчивости компонентов природы и ландшафтов в целом к указанному набору воздействий.

Анализ отечественных и зарубежных данных показывает, что устойчивый агроландшафт может быть сформирован в том случае, если соотношение его главных компонентов (пашни, луга и леса) устанавливается в пределах 30 % по каждой составляющей. Однако опыт агроландшафтной организации конкретных территорий свидетельствует о следующем:

во-первых, соотношение угодий в каждом конкретном случае индивидуально и зависит от рельефа, гидрографических, почвенных и других природных и антропогенных условий местности и достигается в процессе проектирования;

во-вторых, в условиях пустынной зоны это соотношение может быть сдвинуто в сторону увеличения площади пашни с компенсации этого сдвига за счет введения стабилизирующих культур и угодий (залежных участков, полосных посевов многолетних трав и т.д.) [2].

Для оценки влияния состава угодий на экологическую стабильность территории, устойчивость которой падает при повышении сельскохозяйственной освоенности земель, распашке и интенсивном «пользовании» угодий, проведении мелиорации и технических работ, необходимо вычислить коэффициенты экологической стабильности территории [4].

Для выполнения пространственного анализа, геоэкологических оценок и разработки геоэкологического обоснования рационализации природопользования на территории Астраханской области использовалась следующая тема-

тическая картографическая информация: природная – рельеф, почвы, гидрология, климатические условия, растительность; социально-экономическая – населенные пункты, сельскохозяйственные угодья, транспортные пути, объекты промышленности, обуславливающие основное антропогенное и техногенное воздействие на ландшафты. Данные статистики и результаты полевого дешифрирования послужили также исходной информацией для анализа геоэкологического состояния региона. Выполненный пространственный анализ природных и антропогенных характеристик изучаемых объектов и их взаимосвязей позволил получить показатели устойчивости природных систем к антропогенному воздействию, уровня комплексного антропогенного воздействия и оценить экологическую ситуацию в регионе [11].

Геосистемы Астраханской области неустойчивы к антропогенной нагрузке. Это объясняется изменчивостью и динамичностью ландшафтов полупустынь и пустынь, в результате техногенного воздействия и хозяйственной деятельности. Конечно, при этом необходимо обратить внимание на характер структурно-динамического состояния природных комплексов, тенденцию и динамику их изменения сложность морфологической структуры ландшафтов, степень освоенности территории [6, 9].

Полупустыни и пустыни устойчивее песчаных, солончаковых и других ландшафтов. Песчаные (эоловые) ландшафты хрупкие и неустойчивые, в следствие чего они под воздействием хозяйственной деятельности интенсивно подвергаются глубокой трансформации. Полупустынные ландшафты относительно устойчивы и менее подвержены техногенным нарушениям и влиянию хозяйственной деятельности населения [3].

Установлено, что устойчивость геосистем главным образом зависит от их структуры. Именно структура, как некий инвариант является индикатором масштаба посттехногенных изменений, а ее восстанавливаемость служит критерием устойчивости комплекса. Структура как относительно устойчивый способ связи между компонентами комплекса определяет в конечном итоге состояние этих компонентов [4].

Устойчивость ландшафтов определяется характером взаимосвязи, взаимообусловленности и взаимодействием компонентов, составляющих их структуру. Чем теснее эта связь в геосистемах, тем менее она устойчива к хозяйственной деятельности [13]. Устойчивость геосистем часто зависит от сложности структуры: чем сложнее структура, тем устойчивее ландшафт, и наоборот. Так, структура орошаемых и богарных геосистем считается более простой и характеризуется как неустойчивая. Это объясняется нестабильностью структуры ландшафтов вследствие нарушения естественной взаимосвязи между компонентами. На богарных угодьях в результате распашки земель исчезает растительность, являющаяся барьером против водной эрозии. Поливные природные комплексы в первые годы использования становятся объектом дефляции и засоления, формируется новый природный комплекс, из-за появления нового сочетания взаимосвязи и замены новой культурой данные геосистемы становятся менее устойчивыми [15].

Устойчивость ландшафтов во многих случаях зависит от их физико-химических условий, которые местами являются определяющими. Устойчивость к антропогенному воздействию обусловлена не только их интенсивностью, но и частотой, и продолжительностью. Если воздействие однократно и

кратковременно, то для восстановления изменяемого природного комплекса не потребуется длительного времени и через короткое время все прежние свойства вновь будут восстанавливаться. Данное понятие многофункциональное и зависит в основном от характера структурно-динамического состояния стабильности природных компонентов по отношению к внешним факторам, а также от степени самоочищаемости и самовосстанавливаемости [5].

Известный геоэколог А.В. Чигаркин (1974–1978) ввел понятие «потенциал устойчивости к антропогенезу», который характеризует степень стабильности ландшафта, его способность противостоять проявлениям неблагоприятных природно-антропогенных процессов [8]. Устойчивость геосистемы коррелируется степенью социально-экономической нагрузки ландшафта. Следовательно, под нагрузкой на ландшафт понимают меры антропогенно-техногенного воздействия на геосистемы, вызывающие изменения отдельных свойств природных компонентов, которые могут привести к нарушению выполнения ландшафтом заданных ему социально-экономических функций [2].

Таким образом, в ходе анализа состояния природных комплексов, необходимо установить факторы антропогенного воздействия (прямые и косвенные), обуславливающие возможные изменения как для компонентов природы, так и природных комплексов в целом.

При оценке степени антропогенной трансформации ландшафтов необходимо изучить вопросы их динамики и функционирования, экологической пластичности и устойчивости их компонентов к различным факторам воздействия. Для пустынной зоны исследуемого региона можно выделить несколько типов антропогенных факторов воздействия на природные комплексы [12].

При оценке устойчивости природной среды антропогенному воздействию (в основном агропромышленного комплекса) использованы следующие цепочки значимости компонентов природной среды, построенные на основе экспертных оценок: рельеф – почвы – растительный покров – поверхностные воды – климатические условия.

При экспертном выборе весовых коэффициентов относительная экологическая устойчивость (ЭУ) территории к техногенному воздействию рассчитывается по формуле:

$$\text{ЭУ} = 0,14 (N_{\text{рельеф}}) + 0,13 (N_{\text{почв}}) + 0,12 (N_{\text{раст.}}) + 0,11 (N_{\text{паст. и сенок.}}) + 0,1 (N_{\text{реч. сеть}}) + 0,1 (N_{\text{осад.}}) + 0,09 (N_{\text{ср. год. темп.}}) + 0,08 (N_{\text{влажн.}}) + 0,07 (N_{\text{ср. скорость ветра}}) + 0,06 (N_{\text{без мороз. период}}),$$

где  $N_{\text{рельеф}}$  – нормированная величина наклона поверхности,  $N_{\text{почв}}$  – нормированная величина бонитета почвенных комплексов,  $N_{\text{раст.}}$  – нормированная величина продуктивности господствующих ассоциаций,  $N_{\text{паст. и сенок.}}$  – нормированная величина площади пастбищ и сенокосов,  $N_{\text{реч. сеть}}$  – нормированная величина многолетнего модуля стока,  $N_{\text{осад.}}$  – нормированная величина среднего количества осадков,  $N_{\text{ср. год. темп.}}$  – нормированная величина средней годовой температуры,  $N_{\text{влажн.}}$  – нормированная величина влажности воздуха,  $N_{\text{ср. скорость ветра}}$  – нормированная величина средней скорости ветра,  $N_{\text{без мороз. период}}$  – нормированная величина безморозного периода. На основе этих показателей построена карта устойчивости различных административных районов к указанной антропогенной нагрузке (рис. 1).



Рис. 1. Экологическая устойчивость природных комплексов Астраханской области

Область допустимых значений рассчитанных безразмерных показателей устойчивости задается интервалом от 0 до 1. При этом 0 характеризует наиболее уязвимые территории, а 1 – территории, наиболее устойчивые к рассматриваемым воздействиям.

Выполненные для районов Астраханской области расчеты показали, что наиболее устойчивы к антропогенному воздействию территории Енотаевского и Приволжского районов. Неустойчивыми к техногенному воздействию территории располагаются на северо-востоке области – это Черноярский, Ахтубинский и Харабалинский районы, а также некоторые южные районы – Володарский и Камызякский. В целом по области допустимые значения безразмерных показателей устойчивости не однообразны.

Практика интенсивной сельскохозяйственной освоенности территории области с постоянным расширением посевных площадей, использованием

экологически неустойчивых и малопригодных к земледелию почв привела к катастрофическим последствиям. Необходима переориентация хозяйственной деятельности региона на разумное сокращение посевных площадей, восстановление пастбищ, возрождение традиционных форм землепользования и создание природно-заповедного фонда. Все это является составной частью концепции культурного ландшафта, альтернативной существующей организации территории, устройство и обустройство которой предстоит осуществить в самое ближайшее время.

#### Список литературы

1. Алексеев А. С. Устойчивое управление лесным хозяйством: научные основы и концепции / А. С. Алексеев и другие. – Санкт-Петербург : ГЛТА, 1998. – 222 с.
2. Ахмеденов К. М. Динамика и сбалансированность структуры землепользования степей Западно-Казахстанской области / К. М. Ахмеденов // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 3. – С. 35–40.
3. Бармин А. Н. Пространственный анализ почв / А. Н. Бармин, В. Н. Козырева, П. А. Зимовец // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4 (47). – С. 192–198.
4. Бармин А. Н. Структура и динамика землепользования в северной части Волго-Ахтубинской поймы / А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Е. Н. Григоренкова, И. Ш. Шахмедов, И. С. Шарова, В. И. Серебрякова, Я. Алмамедов // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 2. – С. 174–179.
5. Бармин А. Н. Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий / А. Н. Бармин // V Международная научно-практическая конференция. – Астрахань : Астраханский государственный университет, 2012. – 228 с.
6. Белякова Ю. В. Земельно-ресурсный потенциал сельскохозяйственного производства Астраханской области / Ю. В. Белякова, Е. С. Гусева, А. Н. Бармин // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 1. – С. 101–104.
7. Бузякова И. В. Геоэкологическая оценка дельты Волги, Волго-Ахтубинской поймы и Западного ильменно-бугрового ландшафтов Астраханской области для развития различных видов водного туризма / И. В. Бузякова // Геология, география и глобальная энергия. – 2008. – № 2. – С. 28–30.
8. Валиханова А. Тематический обзор: Опустынивание/деградация земель / А. Валиханова, А. Белый, Л. Павличенко, В. Ни, Ж. Достай, Е. Таланов, А. Чигаркин, Г. Куатбаева. – Астана : Искандер, 2005. – 88 с.
9. Гусева Е. С. Современная модель экологически устойчивого сельского хозяйства в условиях аридного климата // Е. С. Гусева, Ю. В. Белякова, А. Н. Бармин // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 3–5.
10. Дмитриева М. В. Мониторинг сельскохозяйственных земель в Астраханской области / М. В. Дмитриева, А. Н. Бармин, И. В. Бузякова // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 304–312.
11. Дмитриева М. В. Современное состояние земельных ресурсов и землеустроенности нижнего Поволжья / М. В. Дмитриева, А. Н. Бармин, И. В. Бузякова // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 3. – С. 130–138.
12. Дмитриева М. В. Существующие проблемы сельскохозяйственных земель и пути их решения / М. В. Дмитриева, А. Н. Бармин, И. В. Бузякова // Экология России: на пути к инновациям. – 2012. – № 6. – С. 9–11.
13. Дмитриева М. В. Экологическая устойчивость Астраханской области к техногенному воздействию / М. В. Дмитриева, А. Н. Бармин, И. В. Бузякова // Экология России: на пути к инновациям. – 2013. – № 8. – С. 12–14.
14. Дмитриев В. В. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем / В. В. Дмитриев, Г. Т. Фрумин. – Санкт-Петербург : Наука, 2004. – 294 с.
15. Иолин М. М. Оценка экологического состояния почвенного покрова Астраханской области при влиянии современного техногенеза / М. М. Иолин, А. Н. Бармин // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2012. – Т. 20, № 15 (134). – С. 161–167.
16. Кабдулова Г. А. Географические основы землеустройства Западно-Казахстанской области / Г. А. Кабдулова, К. М. Ахмеденов. – Уральск : Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 2008. – 206 с.
17. Одум Ю. Экология : в 2-х т.т. / Ю. Одум. – Москва : Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.



