УДК 911.5

Реймов П.Р., Мамутов Н.К., Худайбергенов Я.Г., Статов В.А.

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, Нукус

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ АВАНДЕЛЬТ ДРЕНАЖНОГО СБРОСА ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Аннотация. *Исследование посвящено проблеме исследования экосистемных функций и эволюции аванделт коллекторно-дренажного сброса в Приаралье. Показано их геоэкологическое значение, представлены методы исследования нестабильных ландшафтов с помощью интерпретации данных дистанционного зондирования и геоботанической индикации. Показано формирование на этих участках специфических экосистем, эпигенетически близких слепым дельтам Прикаспийской низменности, охарактеризовано их нынешнее геоэкологическое состояние и тенденции развития. Космические исследования подтверждают важную роль аванделт коллекторно-дренажного сброса как экологического буфера между опустынивающейся дельтой и пустынной равниной осушенного дна. Данные экосистемы при выработке надлежащих мер рационального управления объемом и периодом сброса коллекторно-дренажных вод, а также геоинжиниринга могут служить, наряду с фитомелиорацией осушенного дна и регулируемой озерно-болотной системой северной части дельты, важной составляющей единого комплекса мер по снижению отрицательных экологических и экономических последствий исчезновения Аральского моря. Их многолетний мониторинг подтверждает макроэкологические гипотезы об их устойчивости, самовоспроизводимости и ландшафтной самоорганизации.*

Ключевые слова: *дно Аральского моря, коллекторно-дренажные воды, нестабильные экосистемы дельт.*

Reymov P.R., Mamutov N.K., Khudaybergenov Ya.G., Statov V.A.

Karakalpak State University, Nukus, Uzbekistan

DRAINAGE EFFLUENTS ESTUARIES IN THE SOUTHERN PART OF THE DESSICATED ARAL SEA: EXISTING STATUS AND ECOLOGICAL SIGNIFICANCE

Abstract. *The focus of the study is on the problem of ecosystem function and the development of collector-drainage outlets in the Aral Sea area. Their geo-ecological significance is shown, methods of unstable landscape research by means of remote sensing data interpretation and geobotanical indications are presented. The formation of specific ecosystems in these areas, epigenetically close to the blind deltas of the Caspian plain, is shown, their current geo-ecological state and development trends are characterised. Space research confirms the important role of collector-drainage estuaries as ecological buffers between the desertifying delta and the desert plain of the dry seabed. These ecosystems, if properly managed and geo-engineered, together with phytomelioration of the dry seabed and a regulated lake-marsh system in the northern part of the delta, can serve as an important component of a unified suite of measures to reduce the negative ecological and economic consequences of the disappearance of the Aral Sea. The long-term monitoring confirms macro-ecological hypotheses about the sustainability, resilience, self-renewal and landscape self-organisation of these ecosystems.*

Key words: *Aral Sea bottom, drainage waters, unstable deltaic ecosystems.*

Введение и постановка проблемы. Перестройка экосистем Приаралья, вызванная высыханием Аральского моря, приводит к существенным изменениям в характере и функционировании геосистем, существенному преобразованию

существующих компонент ландшафта, их опустыниванию, а также появлению новых типов ландшафтных единиц, характеризующихся собственной ландшафтной структурой и нехарактерными для прежней, стабильной экосистемы потоками энергии и вещества [7, 16, 19, 20, 22, 23]. К таким компонентам относятся авандельты дренажного сброса – относительно новый квазистабильный элемент геосистем осушенного дна, формируемых стоком засоленных коллекторно-дренажных вод, источниками которых являются левобережная и правобережная системы коллекторов, а также Южно-Каракалпакского магистрального коллектора. В настоящее время эти вторично-гидроморфные и полугидроморфные природно-антропогенные экосистемы, образуя широкую полосу вдоль осушенного дна, играют существенную роль в транспорте солей, борьбе с движущимися песками и поддержке видового разнообразия. Особенно возрастает их экологическая значимость как буферного экотона в связи с решением об организации заповедуемой территории на базе озера Джилтырбас и окружающих ветландов.

Геоморфологически образующаяся авандельта является динамически активной и сложной ландшафтной структурой, которая постоянно меняется под влиянием факторов, таких как нестабильный сток, воздействие эолова фактора (развевание и нанос песчаных шлейфов), вынос и осаждение речных отложений, образование и углубление новых потоков.

Изученность вопроса. Дельта Амударьи является объектом интенсивных ландшафтоведческих [8, 11-13], почвоведческих [3], геоморфологических [6] и других физико-географических исследований в последние полвека. Это вызвано ситуацией Аральского кризиса. Внимание исследователей привлекали такие явления, как опустынивание, трансформация водно-болотных систем, деградация природных комплексов, сукцессионные смены растительности и др. [7] На примере опустынивающихся дельт Амударьи В.С. Залетаевым были сформулированы принципы функционирования дестабилизированных ландшафтов [5], П.Р. Реймовым – явление геоэкологической интерференции [15], Н.М. Новиковой изучены закономерности трансформации гидроморфных экосистем [8], В.А. Поповым обнаружен ряд фундаментальных закономерностей при исследовании матриц вероятностей перехода от одного состояния ландшафта к другому [9]. Также был выполнен ряд важнейших геоботанических и геоэкологических исследований на осушенном дне [14, 17].

Цель и задачи работы. Несмотря на значительные достижения в ландшафтоведческих исследованиях дельты Амударьи, до настоящего времени авандельты дренажного сброса не изучались как самостоятельная экосистема и, несмотря на их ключевое пространственное положение между неорошаемой частью дельты и осушенным дном Аральского моря, они рассматривались большинством авторов как маргинальные и не имеющие самостоятельной структурно-функциональной значимости в геосистеме. Целью настоящего исследования является показать особенности ландшафтообразующих процессов в областях сброса коллекторно-дренажного стока на осушенное дно Аральского моря, формирование на этих участках специфических экосистем [19], эпигенетически близких слепым дельтам Прикаспийской низменности [1, 18], охарактеризовать их нынешнее геоэкологическое состояние и тенденции развития.

Материалы и методы. Приложение методов дистанционного зондирования к таким нестабильным объектам, как авандельты дренажного сброса, требует корректировки традиционных подходов в классификации космоснимков дельт рек аридных регионов, что вызвано, как особенностями функционирования данной природно-антропогенной локальной геосистемы, так и сложностью сбора подспутниковых данных. Для разрешения этой важной проблемы экологического проектирования мы предлагаем объединить геоэкологические модели трансформации ландшафтов с модельно-ориентированным распознаванием данных дистанционного

зондирования. Этот адаптированный к геосистеме подход был разработан ранее для неустойчивых ландшафтов опустыненной дельты Амударьи. Мы использовали космическую съемку высокого разрешения со спутников LANDSAT-7 и SETNTINEL, продукты цифровой модели рельефа на основе ALOS PALSAT и дополнительные ретроспективные данные о трансформации ландшафтов дельты Амударьи, включая результаты полевых исследований. Мы рассчитали индексы солености – BI, COSRI, улучшенный индекс застроенности и оголенности (EBBI) и модификацию нормализованного индекса разности увлажненности (MNDWI). Также мы использовали годовые последовательности NDVI, полученные с помощью MODIS, для дискриминации типа флоры [21, 24].

Результаты и обсуждение. В условиях пониженного и нестабильного стока такие локальные ветланды, локализующиеся на границе опустынивающегося обнаженного дна и остаточными гидроморфными экосистемами северной части дельты демонстрируют значительную экологическую устойчивость и воспроизводимость, формируя геосистемы, морфологически подобные геосистемам слепых дельт Прикаспия. В геоморфологической и ландшафтной структуре авандельт коллекторно-дренажного стока можно выделить несколько основных элементов:

А) один или несколько стоков, либо непосредственно соединенных с коллектором, либо являющимся стоком озерной системы (например, озеро Джилтырбас);

Б) локальные разветвления на слабонаклонной части осушенного дна, где протоки ветвятся и создают множество каналов и потоков. Разветвления также являются местами основного накопления отложений;

В1) разливы на осушенном дне, являющиеся ядром новообразованных гидроморфных и полугидроморфных ландшафтов;

В2) периферическая часть авандельт, где происходят конкурирующие процессы размывания и накопления отложений, формируя локальные бессточные отрицательные формы рельефа (см. рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент авандельты Джилтырбасской системы коллекторно-дренажного сброса

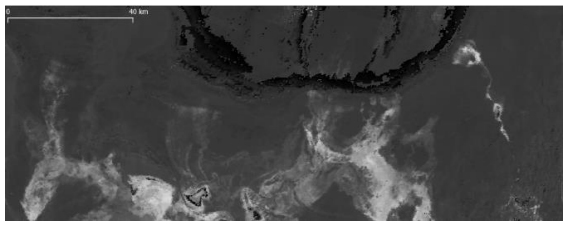
Примечание: цифровая модель рельефа ALOS PALSAT, горизонтальное разрешение 10,5 метров, падение уровня (в системе WGS84) от 26 до 14 метров, 2008 год. Хорошо просматриваются промоины в осадочных толщах и формирование геоморфологических особенностей, характерных для бессточных авандельт.

В целом, геоморфология аванделт коллекторно-дренажного стока очень сложна и подвержена постоянным изменениям.

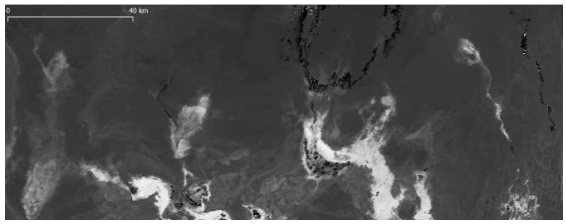
Кроме того, на развитие аванделт на слабонаклонной поверхности осушенного дна значительное влияние оказывают и техногенные изменения рельефа, например насыпи автодорог играют роль локальных дамб, ускоряя процесс формирования бессточных аванделт.

Анализ нескольких космоснимков последних десятилетий показывает относительно стабильное развитие данных экосистем с фазами возобновления и стабилизации локальных ветландов (см. рис. 2.)

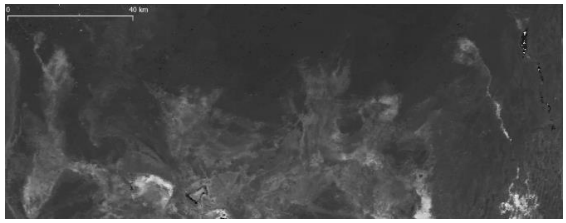
2000 г.



2010 г.



2015 г.



2018 г.

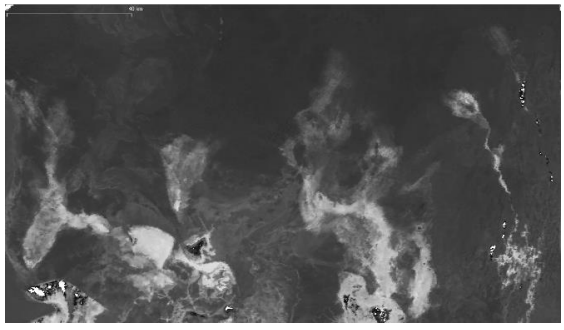


Рис. 2. Усредненный вегетационный индекс NDVI за вторую декаду июня для разных лет наблюдения, северная часть дельты Амударьи и южная часть осушенного дна

Примечание: светлые участки соответствуют максимальной плотности растительного покрытия. Заметны процесс формирования бессточных аванделт на слабонаклонной части осушенного дна (2000 → 2010) и способность новообразованной экосистемы к восстановлению после маловодья (2015 → 2018).

Растительность экосистем аванделт коллекторно-дренажного сброса представлена, главным образом, солеустойчивыми видами, образующими последовательные зоны распространения (катены) в зависимости от степени увлажненности и режима соленакопления в почвогрунтах осушенного дна.

Таблица 1

Характерные виды растительности катены вторично-гидроморфной экосистемы заливаемой части авандельты, В1 *(виды упорядочены по мере увеличения гликофильности)*

Солерос европейский *Salicornia europaea*
Тростник обыкновенный *Phragmites australis*
Сведа солончаковая *Suaeda salsa*
Лебеда татарская *Atriplex tatarica*
Климакоптера аральская *Climacoptera aralensis*
Гребенщик рыхлый *Tamarix laxa*
Солянкоколосник каспийский *Halostachys caspica*

Таблица 2

Характерные виды растительности катены вторично-полугидроморфной экосистемы частично увлажняемой периферии, В2 *(виды упорядочены по мере увеличения галоксерофитности)*

Солерос европейский *Salicornia europaea*
Сведа солончаковая *Suaeda salsa*
Лебеда маленькая *Atriplex micrantha*
Лебеда татарская *Atriplex tatarica*
Климакоптера аральская *Climacoptera aralensis*
Климакоптера мясистая *Climacoptera lanata*
Гребенщик щетинистоволосый *Tamarix hispida*
Гребенщик рыхлый *Tamarix laxa*
Солянкоколосник каспийский *Halostachys caspica*

Следует отметить, что, хотя в сравнении с живой дельтой флористический состав обеднен, что вызвано значительным засолением почвогрунтов и высокой засоленностью коллекторно-дренажных вод, все же присутствуют функциональные аналогии образований нестабильных синузий солеросов на новообразованных ландшафтах осушенного дна Аральского моря.

Л.А. Жуковой с соавторами предложена новая метрика толерантности к эдафическим условиям – потенциальная экологическую валентность как мера адаптации популяций конкретного вида к изменению единственного эдафического параметра, что позволяет оценивать экологическую позицию вида диапазоном значений одного эдафического фактора [4]. Потенциальная экологическая валентность (PEV) рассчитывается как отношение числа ступеней конкретной шкалы, занятой данным видом, к общей протяженности шкалы в ступенях. С этой точки зрения в качестве крайних значений можно выбрать различные локальные климаксовые экосистемы, например, экосистему Судочинских озер и ветландов, южную заболоченную часть Джилтырбасского водохранилища, с одной стороны, и маршевые солончаки осушенного дна, с другой. Также в пределах этой шкалы можно рассчитать и другой важный параметр, предложенный Л.А.Жуковой, – реализованную экологическую валентность (REV). их отношение $K_{эфф}$=REV/PEV * 100% – экологическая эффективность вида, соответствующая степени оптимального использования экологической ниши данной ценопопуляцией (на основе той или иной заданной экологической шкалы, для нашего случая аридных гидроморфных экосистем – шкалы Раменского [10]). Расчет показывает, что эта экологическая эффективность большинства видов не достигает максимальных значений (30-35 %), что может свидетельствовать о динамически неустойчивом характере соответствующих экосистем, постоянно находящихся в состоянии неустойчивого равновесия.

Применение развиваемого нами сравнительно-географического подхода показывает некоторое сходство современных дельтовых процессов в дельте реки Урал и авандельтах дренажного сброса, выражаемое, в частности, в образовании так называемых слепых авандельт, то есть бессточных затапливаемых областей. Это вызвано достаточно быстрым накоплением осадочного материала в крепях камыша с последующим формированием дугообразных положительных форм рельефа, защищаемых от развевания различной галофитной и фреатофитной растительностью. Также имеет место и процесс, аналогичный наблюдавшемуся в Прикаспии, с частичным размыванием морского осадочного материала потоками речных (в нашем случае – коллекторно-дренажных) вод с заглублением возникающих русел как одного из эпигенетических фактора образования слепых авандельт.

Рядом авторов предлагается программа инженерно-гидрологического переустройства границы осушенного дна и Северной, частично обводняемой части дельты, заключавшаяся в строительстве неглубоких водоемов, ограниченных системами дамб на слабонаклонной осушенной части, заполняемые дренажными водами коллекторов, а также периодически и в меньшем объеме – водами Амударьи в лимитах технического пропуска [2]. В печати такой проект получил название антипольдеров. Кроме экономической непродуктивности данного предложения, больших капитальных затрат и непропорциональных объемов гидростроительных работ, а также неизбежных расходов на поддержание требуемого технического состояния дамб, возражения вызывали и его экологические обоснования. В частности, для маловодных лет в случае недостаточного заполнения этой системы водохранилищ и их частичного пересыхания, их донная часть становилась бы источником солепылевыноса, не улучшая, а ухудшая экологическую обстановку. В противовес идее антипольдеров, протяженная полоса авандельт, создаваемая и поддерживаемая, в основном, естественными силами ландшафтогенеза, может эффективно смягчать микроклимат, служить средством поддержания растительного и энтомологического биоразнообразия, местом для остановки перелетных птиц, а также хозяйственного использования.

Выводы. Таким образом, экосистемы авандельт коллекторно-дренажного стока при выработке надлежащих мер рационального управления объемом и периодом сброса коллекторно-дренажных вод, а также геоинжиниринга могут служить, наряду с фитомелиорацией осушенного дна и регулируемой озерно-болотной системой северной части дельты, важным компонентом единого комплекса мер по снижению отрицательных экологических и экономических последствий исчезновения Аральского моря [13, 23]. Их мониторинг в течение двух десятилетий с использованием современных подходов интерпретации космоснимков подтверждает макроэкологические гипотезы о их устойчивости, самовоспроизводимости и ландшафтной самоорганизации.

Сравнительно-географический подход позволяет прогнозировать динамику процессов рельефообразования и динамику исследуемых экосистем в условиях пониженного и нестабильного стока. Кроме того, нами предлагается комбинированный подход к формирующемся фитоценозам авандельт, основанный на применении спектральных индексов, ландшафтно-генетических аналогий и шкал экоценотических потенциалов, по Л.А. Жуковой [4].

Благодарности. *Работа выполнена при поддержке проекта SATREPS-23, финансируемого японским агентством международного сотрудничества (JICA).*

Использованная литература:

1. Бадюкова Е. Происхождение “врезанных” или слепых дельт на волго-уральском междуречье в свете новых представлений об истории колебаний уровня Каспия // Геоморфология. 2020. № 3. С. 72-83.

2. Байманов К.И., Байманов Р.К., Узаков Т.Ж., Тажибаев Ш.Ж. О проблемах создания, проектироваия и эксплуатации локальных водоемов в дельте реки Амударьи // Вестник ККО АН

РУз. 2022. № 4. С. 16-24.

3. Жоллыбеков Б. Изменение почвенного покрова приморской дельты Амударьи при аридизации. Нукус: Билим, 1991. С. 22-36.

4. Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография. Под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.

5. Залетаев В.С. Экологически дестабилизированная среда. Москва: Наука. 1989. 147 с.

6. Курбаниязов А.К. Эволюция ландшафтов обсохшего дна Аральского моря: монография. Москва: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. 148 с.

7. Мамутов Н.К., Курбанова А.И., Утениязова У.Ж., Хайратдинова С.А. Динамика растительности озерных экосистем Южного Приаралья на примере Судочье // Central Asian Journal of Medical and Natural Science. 2023. No. 4 (1). С. 127-132.

8. Новикова Н.М. Эколого-географический аспект Аральского кризиса // Экосистема: экология и динамика. 2019. Том 3. №1. С. 5-66.

9. Попов В.А. Проблемы Арала и ландшафты дельты Амударьи. Ташкент: Фан, 1990. 112 с.

10. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. Москва: Сельхозгиз, 1938. 314 с.

11. Рафиков А.А., Эргашев Ш.Э., Хайдаров Э. Процессы опустынивания Южного Приаралья. Ташкент, 1997. – 220 с.

12. Рафиков А.А. Природные условия осушающегося южного побережья Аральского моря. Ташкент: Фан, 1982. 148 с.

13. Рафиков В.А. Состояние Аральского моря и Приаралья до 2020 года. Ташкент: Uzincomsent, 2008. С. 13-20.

14. Реймов П.Р., Мамутов Н.К., Статов В.А., Тлеумуратова Б.С., Худайбергенов Я.Г. Геоэкологические обоснования программы экомониторинга и охраны особо уязвимых формирующихся ландшафтов осушенной части Аральского моря // Нефтепромысловое дело. 2007. № 12. С. 83-84.

15. Реймов П.Р. Явление геоэкологической интерференции и его индикационная и природоохранная значимость // Вестник ККО АН РУз. 2005. № 3. С. 31-32.

16. Реймов П.Р., Мамутов Н.К., Худайбергенов Я.Г., Статов В.А. Солончаковые галофитные пустыни постдельтовых территорий и их индикационное значение // Рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья. Материалы республиканской научно-практической конференции. Нукус, 2013.

17. Реймов П.Р., Реймов М.П., Худайбергенов Я.Г., Мамутов Н.К. Современный этап дигрессии Аральского моря: переход к качественно новому состоянию региональной геосистем // Актуальные проблемы и путы решения развития отрасли ГИС технологии. Материалы международной научно-практической конференции. Самарканд, 2019. С. 94-99.

18. Худайбергенов Я.Г. Геоэкологические предпосылки сравнительных ландшафтоведческих исследований на примере Южного Приаралья и Северного Прикаспия // Проблемы и перспективы комплексных географических исследований в Аральском регионе и сопредельных территориях. Материалы международной научно-практической конференции. Нукус, 2018. С. 155-157.

19. Haukos D.A., Johnson L.A., Smith McMurry S.T. (2016), Effectiveness of vegetation buffers surrounding playa wetlands at contaminant and sediment amelioration, *Journal of Environmental Management*, 2016, vol. 181, pp. 552–562.

20. Khujanazarov T., Mamutov N., Toderich K., Baranowski E. (2023), Ecosystem land cover and vegetation trends under climate change in the low stream of the Amu Darya River watershed, *Journal of Arid Land Studies*, vol. 32 (3), pp. 98.

21. Konyuskova M.V. (2014), Digital soil mapping of solonetz regions in the Nothern Caspian lowland, Moscow, 154 p.

22. Reymov M.P., Statov V.A., Reymov P.R., Mamutov N.K., Abdireymov S.J., Khudaybergenov Ya.G., Matchanova Sh. & Orazbaev A. (2021), Evaluation of desertified delta plant communities using spectral indexes and landscape transformation models, *E3S Web of Conferences. EDP Sciences*, Vol. 227, p. 2006.

23. Reimov P.R., Fayzieva D. (2014), The Present State of the South Aral Sea Area, *The Aral Sea*. Berlin, Heidelberg, pp. 171-206.

24. Xue J., Su B. (2017), Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications, *Journal of sensors*, pp. 1-17.

References:

1. Badiukova E. (2020), The origin of "incised" or blind deltas in the Volga-Ural interfluves in the light of new ideas about the history of Caspian Sea level fluctuations, *Geomorphology*, No. 3, pp. 72-83. (In Russ.).

2. Baimanov K.I., Baimanov R.K., Uzakov T.J., Tazhibayev Sh.J. (2022), On the problems of creation, design and operation of local reservoirs in the Amudarya river delta, *Bulletin of KCO, Academy of Sciences of Uzbekistan*, No. 4, pp. 16-24. (In Russ.).

3. Jollybekov B. (1991), *Change of soil cover in the coastal delta of the Amudarya under aridization*, Nukus, pp. 22-36. (In Russ.).

4. Zhukova L.A., Dorogova Y.A., Turmukhametova N.V. (2010), *Ecological scales and methods of analysis of ecological diversity of plants: monograph*, Edited by Prof. L.A. Zhukova, Yoshkar-Ola, 368 p. (In Russ.).

5. Zaletaev V.S. (1989), *Ecologically destabilized environment*, Moscow, 147 p. (In Russ.).

6. Kurbaniyazov A.K. (2017), *Evolution of landscapes of the dried seabed of the Aral Sea*: a monograph, Moscow, 148 p. (In Russ.).

7. Mamutov N.K., Kurbanova A.I., Uteniyazova U.J., Khairatdinova S.A. (2023), Dynamics of vegetation of lake ecosystems of the Southern Priaralie by the example of Sudochie, *Central Asian Journal of Medical and Natural Science*, vol. 4 (1), pp. 127-132. (In Russ.).

8. Novikova N.M. (2019), Ecological and geographical aspect of the Aral crisis. *Ecosystem: Ecology and Dynamics*, vol. 3, No. 1, pp. 5-66. (In Russ.).

9. Popov V.A. (1990), *Problems of the Aral Sea and landscapes of the Amudarya delta*, Tashkent, 112 p. (In Russ.).

10. Ramensky L.G. (1938), *Introduction to complex soil-geobotanical study of lands*, Moscow, 314 p. (In Russ.).

11. Rafikov A.A., Ergashev S.E., Khaidarov E. (1997), *Processes of desertification of South Priaralie*, Tashkent, 220 p. (In Russ.).

12. Rafikov A.A. (1982), *Natural conditions of drying southern coast of the Aral Sea*, Tashkent, 148 p. (In Russ.).

13. Rafikov V.A. (2008), *State of the Aral Sea and Priaralie until 2020*, Tashkent, pp. 13-20. (In Russ.).

14. Reymov P.R., Mamutov N.K., Statov V.A., Tleumuratova B.S., Khudaibergenov Y.G., (2007), Geo-ecological substantiation of the programme of eco-monitoring and protection of particularly vulnerable emerging landscapes of the dried part of the Aral Sea, *Oilfields Business,* No.12. pp. 83-84. (In Russ.).

15. Reymov P.R. (2005), The phenomenon of geo-ecological interference and its indicative and environmental significance, *Bulletin of KCO of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,* No. 3, pp. 31-32. (In Russ.).

16. Reymov P.R., Mamutov N.K., Khudaibergenov Y.G., Statov V.A. (2013), Solonchak halophytic deserts of post-delta territories and their indicative value, *Rational use of natural resources of the Southern Priaralie, Materials of the Republican scientific and practical conference,* Nukus. (In Russ.).

17. Reymov P.R., Reymov M.P., Khudaibergenov Y.G., Mamutov N.K. (2019), Modern stage of the Aral Sea degradation: transition to a qualitatively new condition of regional geosystems, *Actual problems and solutions of GIS technology industry development*, *Materials of the international scientific-practical conference*, Samarkand, pp. 94-99. (In Russ.).

18. Khudaibergenov Y.G. (2018), Geo-ecological prerequisites of comparative landscape studies by the example of the Southern Priaralie and Northern Pre-Caspian, *Problems and prospects of complex geographical studies in the Aral Sea region and adjacent territories, Materials of the international scientific-practical conference*, Nukus, pp. 155-157. (In Russ.).

19. Haukos D.A., Johnson L.A., Smith McMurry S.T. (2016), Effectiveness of vegetation buffers surrounding playa wetlands at contaminant and sediment amelioration, *Journal of Environmental Management*, 2016, vol. 181, pp. 552–562.

20. Khujanazarov T., Mamutov N., Toderich K., Baranowski E. (2023), Ecosystem land cover and vegetation trends under climate change in the low stream of the Amu Darya River watershed,

Journal of Arid Land Studies, vol. 32 (3), pp. 98.

21. Konyuskova M.V. (2014), Digital soil mapping of solonetz regions in the Nothern Caspian lowland, Moscow, 154 p.

22. Reymov M.P., Statov V.A., Reymov P.R., Mamutov N.K., Abdireymov S.J., Khudaybergenov Ya.G., Matchanova Sh. & Orazbaev A. (2021), Evaluation of desertified delta plant communities using spectral indexes and landscape transformation models, *E3S Web of Conferences. EDP Sciences*, Vol. 227, p. 2006.

23. Reimov P.R., Fayzieva D. (2014), The Present State of the South Aral Sea Area, *The Aral Sea*. Berlin, Heidelberg, pp. 171-206.

24. Xue J., Su B. (2017), Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications, *Journal of sensors*, pp. 1-17.

Сведения об авторах:

Реймов Полат Расбергенович – Каракалпакский государственный университет им. Бердаха (Нукус, Узбекистан), доктор географических наук, доцент. E-mail: polat1@yandex.ru.

Мамутов Низаматдин Караматдинович – Каракалпакский государственный университет им. Бердаха (Нукус, Узбекистан), кандидат биологических наук, доцент. E-mail: nizamatdinmamutov@mail.ru.

Статов Виктор Анатольевич – Каракалпакский государственный университет им. Бердаха (Нукус, Узбекистан), кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник. E-mail: victorstatov@gmail.com.

Худайбергенов Якшимурад Гулимбаевич – Каракалпакский государственный университет им. Бердаха (Нукус, Узбекистан), доктор философии (PhD) по географическим наукам, старший преподаватель. E-mail: yakhshimurad82@gmail.com.

Information about the authors:

Reymov Polat – Karakalpak State University named after Berdakh (Nukus, Uzbekistan), Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor. E-mail: polat1@yandex.ru.

Mamutov Nizamatdin – Karakalpak State University named after Berdakh (Nukus, Uzbekistan), candidate of biological sciences, associate professor. E-mail: nizamatdinmamutov@mail.ru.

Statov Viktor – Karakalpak State University named after Berdakh (Nukus, Uzbekistan), Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher. E-mail: victorstatov@gmail.com.

Khudaybergenov Yakshimurad – Karakalpak State University named after Berdakh (Nukus, Uzbekistan), PhD in geographical sciences, senior lecturer. E-mail: yakhshimurad82@gmail.com.

Для цитирования:

Реймов П.Р., Мамутов Н.К., Худайбергенов Я.Г., Статов В.А. Современное состояние и экологическая значимость авандельт дренажного сброса южной части осушенного дна Аральского моря // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2023. № 1-2. С. 18-26.

For citation:

Reymov P.R., Mamutov N.K., Khudaybergenov Ya.G., Statov V.A. (2023), Drainage effluents estuaries in the southern part of the dessicated Aral sea: existing status and ecological significance, *Central Asian journal of the geographical researches*, No. 1-2, pp. 18-26. (In Russ.).