

На правах рукописи



ЗАНОЗИН ВИКТОР ВАЛЕРЬЕВИЧ

**СТРУКТУРА И СОВРЕМЕННОЕ
АНТРОПОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ
ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА
ЛАНДШАФТА ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГА**

Специальность 25.00.23 - Физическая география и биогеография, география
почв и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Пермь – 2021

Работа выполнена на кафедре экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный университет»

Научный руководитель: **Бармин Александр Николаевич**, доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»

Официальные оппоненты: **Макаров Владимир Зиновьевич**, доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и ландшафтной экологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный национальный исследовательский университет им. Н.Г. Чернышевского» (г. Саратов)
Фролова Ирина Викторовна, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (г. Пермь)

Ведущая организация: Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН) (г. Оренбург)

Защита состоится 22 октября 2021 г. в 13:30 на заседании диссертационного совета Д 212.189.10 при ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15, корп. 1, Зал заседаний ученого совета; факс: (342) 239-63-54, e-mail: seg@psu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки ПГНИУ. Текст и автореферат диссертации размещен на сайте ПГНИУ: <http://www.psu.ru> и официальном сайте ВАК РФ.

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат географических наук, доцент  Балина Татьяна Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Последние комплексные физико-географические исследования дельты Волги проводились в середине прошлого столетия. В последующие десятилетия основное внимание научных работ концентрировалось на изучении природных компонентов и процессов, происходящих в данном регионе. В настоящее время остро ощущается дефицит работ, посвящённых особенностям хозяйственного освоения геосистем и их последствиям в центральном районе ландшафта дельты Волги, что делает актуальным проведение таких исследований. Стратегия социально-экономического развития Астраханской области на период до 2035 года определяет как одним из приоритетных направлений дальнейшее развитие агропромышленного комплекса в регионе (Стратегия..., 2020). Для этого будут использованы наиболее подходящие ландшафты, в том числе и дельта Волги. Это актуализирует проведение исследований естественных особенностей геосистем исследуемого района, в том числе их пространственного размещения, а также степени их антропогенных изменений. Появление новых методик цифрового анализа с использованием данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий в комплексе с традиционными методами получения географической информации придаёт дополнительную актуальность проведению в дельте Волги комплексных физико-географических исследований, базирующихся на теоретико-методологической основе и практической направленности ландшафтоведения. Это позволит глубже понять причинно-следственные связи происходящих природных процессов, на более высоком уровне подходить к решению вопросов прогнозного характера и в конечном итоге поможет создать физико-географический фреймворк для принятия эффективных решений вопросов экономической и экологической безопасности, устойчивого развития региона.

Объектом исследования является центральный район ландшафта дельты реки Волга.

Предмет исследования – особенности морфологической структуры центрального района ландшафта дельты реки Волга.

Основная цель работы – определение степени антропогенного преобразования природных территориальных комплексов ранга урочищ, входящих в состав центрального района ландшафта дельты реки Волга.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать существующие схемы природного районирования дельты Волги и уточнить границы центрального района ландшафта дельты реки Волга.
2. Выявить и картографировать основные группы урочищ центрального района ландшафта дельты Волги с последующим математико-картографическим моделированием ландшафтного разнообразия исследуемого региона.

3. Проанализировать существующие методики выявления степени антропогенной трансформации природных территориальных комплексов и диагностировать степень антропогенной преобразованности ПТК центрального района ландшафта дельты Волги с применением авторского алгоритма на основе ГИС-анализа.

4. Разработать рекомендации по рациональному использованию геосистем центрального района ландшафта дельты реки Волга.

Теоретико-методологической базой исследования явились научные разработки и труды отечественных и зарубежных учёных. Источниками информации по общей теории геосистем стали работы Исаченко А.Г., Милькова Ф.Н., Сочава В.Б.; по теории оценки ландшафтного разнообразия работы Марцинкевич Г.И., Викторова А.С., Хорошева А.В. и др. Учтён опыт региональных исследований Белевич Е.Ф., Волынкина И. Н., Бармина А.Н., Валова М.В. и др. При выполнении работы автор опирался на труды исследователей в области картографирования геосистем и использования ГИС Берлянта А.М., Ямашкина С.А, Ямашкина А.А., Колбовского Е.Ю., Старожилова В.Т. и др. Среди зарубежных исследователей были использованы работы Machado A., Walz U., Rüdissler J. et al. и других авторов в области оценки преобразованности геосистем.

Исходные материалы и методы. В период подготовки диссертационной работы использовались фондовые и архивные материалы, предоставленные Управлением Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Астраханской области, государственным предприятием Астраханской области «Проектно-производственное архитектурно-планировочное предприятие», ФГБУ "Астраханский государственный заповедник"; было использовано большое количество картографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с аппаратов Landsat 8; Sentinel-2A, 2B, Sentinel-1; PlanetScope, в том числе и с отечественных - Ресурс-П1.

В работе применялись методы комплексных физико-географических и геоэкологических исследований, включая полевые и дистанционные, математические методы моделирования и методы геоинформационного картографирования.

Личный вклад автора. Автором сформулирована цель и задачи работы, проведена обработка и анализ информации, полученной в ходе личных полевых исследований в период 2015-2020 гг.; проведена предварительная и тематическая обработка данных ДЗЗ; сбор, обработка и систематизация аналитических данных; с применением ГИС-технологий автором были составлены картосхемы, отражающие пространственное размещение коренных ПТК и степень их антропогенной трансформации.

Научная новизна проведённого исследования заключается в следующем:

1. Уточнены границы центрального района ландшафта дельты реки Волга.

2. Впервые приведена авторская картосхема пространственного размещения ПТК исследуемого региона и комплексно описаны природные территориальные комплексы центрального района ландшафта дельты Волги ранга урочище.

3. Впервые с применением математико-картографического моделирования было проанализировано ландшафтное разнообразие исследуемого региона с последующей разработкой оригинальных картосхем.

4. На основе авторской методики, разработанной с учётом интеграции отечественных и зарубежных подходов, определена степень антропогенной трансформации геосистем центрального района ландшафта дельты реки Волга.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследования углубляют и расширяют существующие положения о природном районировании ландшафта дельты Волги. Теоретические положения и методические разработки, полученные в результате диссертационного исследования, используются в учебном процессе на геолого-географическом факультете Астраханского государственного университета. Методика проведенного исследования была адаптирована для оценки степени антропогенной трансформации геосистем буферной охранной зоны Трехизбинского, Дамчикского и Обжоровского участков ФГБУ "Астраханский ордена Трудового Красного Знамени государственный природный биосферный заповедник".

Теоретические подходы и полученные результаты, излагаемые в диссертационной работе использованы при реализации гранта РФФИ № 20-37-70055 «Интеграция знаний в цифровых инфраструктурах пространственных данных для принятия управленческих решений в области устойчивого развития», Президентского гранта «Разработка репозитория глубоких нейросетевых моделей для анализа и прогнозирования развития пространственных процессов» (МК-199.2021.1.6), а также в подготовке исследования «Комплексная оценка потенциала развития Астраханской агломерации, Астраханская область» в рамках проекта по созданию мастер-плана Астраханской агломерации (Астрахань – Москва, 2021).

Апробация результатов исследования. Основные положения проведённых исследований были доложены на XXVII Всероссийской молодёжной конференции с участием исследователей из других стран «Строение литосферы и геодинамика» (Иркутск, 2017); II Всероссийском конгрессе молодых учёных-географов «Геопоиск» (Тверь, 2017); международной научно-практической конференции "От карты прошлого – к карте будущего" (Пермь – Кудымкар, 2017); XIII, XV и XVI Большом географическом фестивале (Санкт-Петербург, 2017, 2019, 2020); XIII Международной ландшафтной конференции, посвященной столетию со дня рождения Ф.Н. Милькова «Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов» (Воронеж, 2018); 7 Международной конференции в области картографии и ГИС (7th International Conference on Cartography & GIS, Болгария, 2018); Международной научной конференции «Третьи ландшафтно-

экологические чтения, посвящённые 100-летию со дня рождения Г.Е. Гришанкова» (Симферополь, 2018); VI Международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли» (Красноярск, 2019). Международной конференции ИнтерКарто/ИнтерГИС (2018, 2020).

Публикации. По теме диссертационного исследования автором опубликовано 36 научных работ, в том числе 9 статей в изданиях из перечня ВАК РФ, 5 в журналах, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science, а также 1 монография.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 203 страницы машинописного текста состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 222 источника, в том числе 43 на английском языке. В тексте диссертационной работы содержится 19 таблиц и 61 рисунок.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. В пределах уточнённых границ центрального района ландшафта дельты Волги выделяется четыре группы ПТК ранга «урочище», из которых наибольшими по площади являются разноуровневые култучноравнинные и русловые урочища.

Вопросами неоднородности и районирования дельты Волги научное сообщество занимается более века. Опираясь на ранее выполненные работы, в частности исследование Николаева В.А. (Николаев, 1962), исследуемая часть ландшафта дельты Волги в настоящей работе получила название центрального района с последующим уточнением его границ (рис. 1). Общая площадь выделенного района составила 3899,44 км².

Наибольшее распространение в данном районе ландшафта дельты получили так называемые култучноравнинные урочища, сформировавшиеся на основе мелководных морских заливов – култуков. Положение данных ПТК относительно меженного уровня воды в водотоках позволяет разделить их на урочища высокого, среднего и низкого уровней, что находит своё отражение в морфологии геосистем. Чаще всего данные ПТК встречаются по южной и юго-восточной периферии центрального района ландшафта дельты Волги. У данных ПТК можно проследить гравистый рельеф,



Рис. 1. Границы центрального района (желтый цвет) ландшафта дельты Волги (выделены автором)

что выражено наличием вытянутых повышений высотой до 1,5 – 2 метров, нередко располагающихся параллельно друг другу и плавно переходящие в окружающие равнинные участки. Анализ данных показывает (рис. 2), что данная группа ПТК занимает около 40% от площади всех природных комплексов исследуемого региона. Наибольшее распространение получили плоские култучноравнинные урочища среднего и низкого уровня. Эти же урочища лидируют в рассматриваемой группе природных комплексов. На долю гривистых култучноравнинных урочищ приходится немногим более 4% от всей площади центрального района ландшафта дельты Волги.

Помимо группы култучноравнинных урочищ, широкое распространение в центральном районе ландшафта дельты Волги получила группа русловых урочищ (рис. 3). Они сформировались многочисленными водотоками волжской дельты и для них также характерна уровенная дифференциация. Природные комплексы данной группы в целом равномерно распределены в центральном районе ландшафта дельты.

В группу урочищ бэровских бугров входят собственно бугры Бэра, окружающие их шлейфы и урочища межбугровых понижений. Анализ пространственного размещения ПТК данной группы показывает три наиболее крупных места их концентрации. Первое располагается на западе исследуемого района ландшафта дельты Волги, между рукавами Бахтемир и Волга. Кроме этого,

наибольшая концентрация группы бугровых урочищ отмечается к югу и юго-востоку от г. Астрахани, а также к юго-востоку и югу от поселка Володарский. Анализ исследований (рис. 4) показывает, что на данную группу урочищ приходится около 11 % площади исследуемого района ландшафта дельты Волги. Из них 7 % приходится на бугры Бэра и окружающие их шлейфы, которые занимают примерно одинаковые площади. Как показали выполненные исследования, на долю межбугровых урочищ приходится около 4% от всей площади центрального района ландшафта дельты Волги.

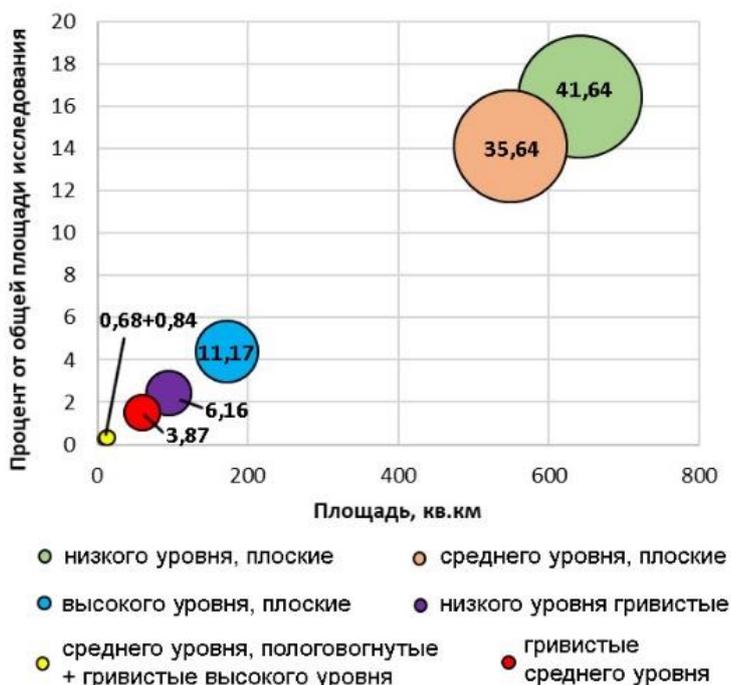


Рис. 2. Площадные показатели култучноравнинных урочищ в центральном районе ландшафта дельты Волги. Цифры внутри или рядом с кругом обозначают процент от общей площади исследуемой группы урочищ

Наименьшее распространение среди ПТК центрального района ландшафта дельты р. Волги получили гривистые урочища, сформировавшиеся на основе морских островов, занимающие чуть более 1 % исследуемой площади. Основная их часть сосредоточена в западной половине исследуемого региона и имеет достаточно чёткую локализацию.

Полученные в ходе проведённых исследований сведения об особенностях морфологической структуры послужили основой для выполнения ландшафтной картосхемы центрального района ландшафта дельты реки Волга (рис. 5, легенда к схеме представлена в таблице 1).

Для оценки сложных сочетаний и взаимосвязей между природно-территориальными комплексами исследуемого района дельты Волги были рассчитаны показатели ландшафтного разнообразия (ЛР).

В ходе подготовительных работ по оценке ЛР центрального района ландшафта дельты реки Волги общей площадью 3899,44 км² было выделено:

а) пять групп урочищ, каждая из которых отличается своим генезисом: русловые; култушные; бугровые; урочища, сформировавшиеся на основе морских островов; урочища гидрологические (ильмени);

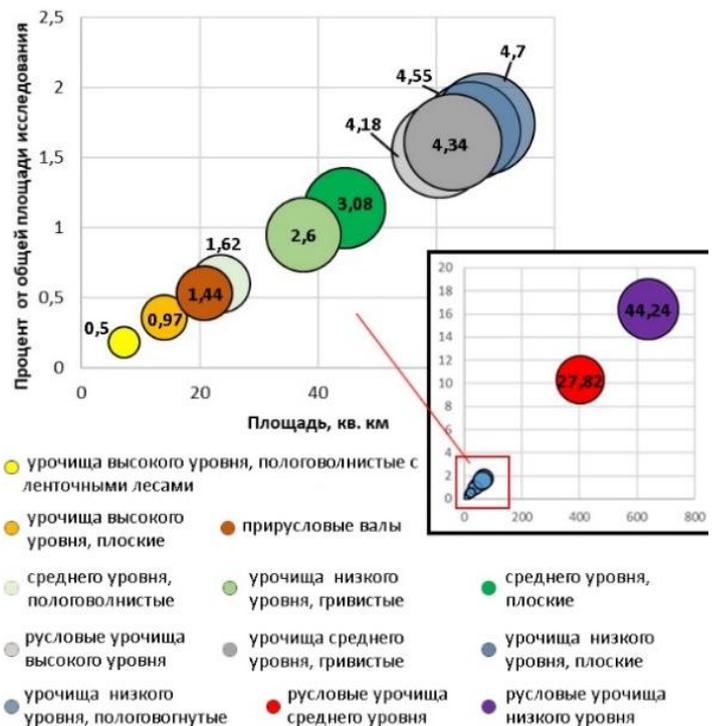


Рис. 3. Площадные показатели русловых урочищ в центральном районе ландшафта дельты Волги. Цифры внутри или рядом с кругом обозначают процент от общей площади исследуемой группы урочищ

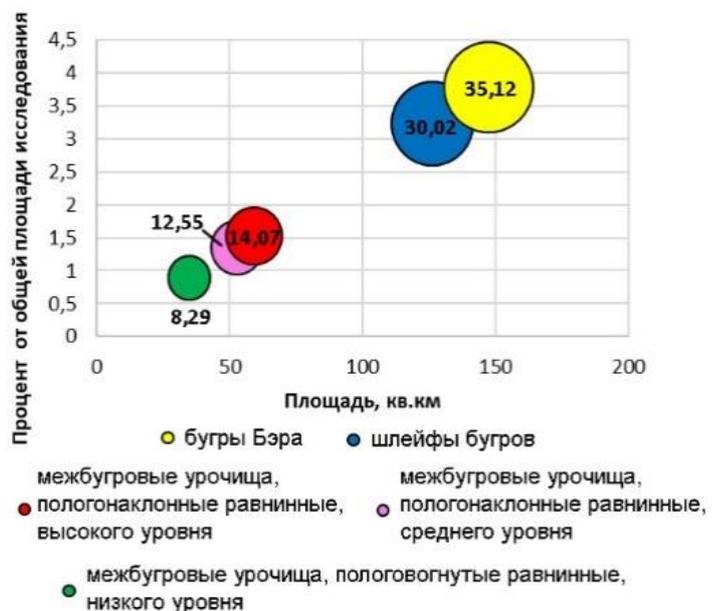


Рис. 4. Площадные показатели бугровых урочищ в центральном районе ландшафта дельты Волги. Цифры внутри или рядом с кругом обозначают процент от общей площади исследуемой группы урочищ

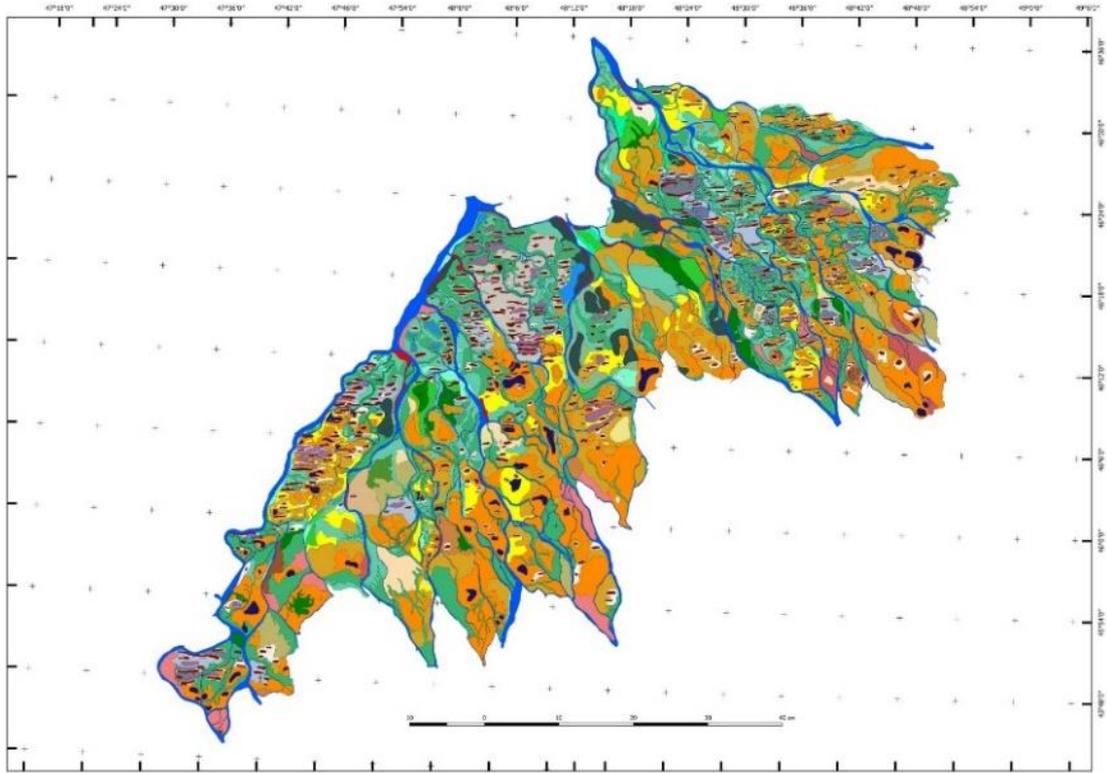


Рис. 5. Картограмма коренных урочищ центрального района ландшафта дельты реки Волга (М 1:100 000, уменьшенная версия; составлена автором)

Таблица 1. Условные обозначения к картограмме коренных урочищ центрального района ландшафта дельты реки Волга (сокращённая версия)

№	Описание
<i>Группа русловых урочищ</i>	
1	Русловые урочища высокого уровня, плоские
2	Русловые урочища среднего уровня, плоские
3	Русловые урочища низкого уровня, плоские
4	Мелкогривистые русловые урочища низкого уровня
5	Мелкогривистые русловые урочища среднего уровня
6	Мелкогривистые русловые урочища высокого уровня,
7	Русловые урочища низкого уровня, пологовогнутые
8	Русловые урочища среднего уровня, пологоволнистые
9	Русловые урочища высокого уровня, пологоволнистые
10	Русловые урочища среднего уровня, гривистые
11	Русловые урочища низкого уровня, гривистые
<i>Группа култучных урочищ</i>	
12	Култучноравнинные урочища низкого уровня, плоские
13	Култучноравнинные урочища среднего уровня, плоские
14	Култучноравнинные урочища высокого уровня, плоские
15	Култучноравнинные урочища низкого уровня гривистые
16	Култучноравнинные урочища гривистые среднего уровня
17	Култучноравнинные урочища гривистые высокого уровня
18	Култучноравнинные урочища среднего уровня, пологовогнутые

Продолжение таблицы 1.

<i>Группа бугровых урочищ</i>					
19		Межбугровые урочища, пологовогнутые равнинные, низкого уровня,			
20		Межбугровые урочища, пологонаклонные равнинные, среднего уровня			
21		Межбугровые урочища, пологонаклонные равнинные, высокого уровня			
22		Бэровские бугры			
23		Шлейфы бугров			
<i>Группа урочищ, сформированных на основе морских островов</i>					
24		Гривистые урочища низкого уровня, сформировавшиеся на основе морских островов			
25		Гривистые урочища среднего уровня, сформировавшиеся на основе морских островов			
26		Гривистые и крупногривистые урочища высокого уровня, сформировавшиеся на основе морских островов			
<i>Прочие урочища</i>					
27		Прирусловые валы	28		Реки и водотоки
29		Ильмень межбугровой русловой	30		Ильмень межбугровой
31		Ильмень русловой	32		Ильмень култучный

б) установлено, что общее количество видов ПТК в пределах исследуемого региона составляет 31, из них: 11 видов ПТК, входящих в группу русловых урочищ; 7 видов ПТК, входящих в группу култучных урочищ; 5 видов ПТК, входящих в группу бугровых урочищ; 3 вида ПТК, входящих в группу урочищ, сформированных на основе морских островов; 5 видов ПТК, входящих в группу гидрологических урочищ (без учёта рек и водотоков);

в) количество ландшафтных выделов (ландшафтных контуров) в пределах исследуемого региона составила 2712, из них: 858 ландшафтных выделов группы русловых урочищ; 597 ландшафтных выделов группы култучных урочищ; 1044 ландшафтных выделов группы бугровых урочищ; 12 ландшафтных выделов группы урочищ, сформированных на основе морских островов; 201 ландшафтных выделов группы гидрологических урочищ.

Далее, используя информацию о простых ландшафтных показателях исследуемой территории, был рассчитан ряд сложных показателей. Для этого была использована регулярная сетка из шестиугольников – гексагонов (рис. 6).

Расчёт ЛР по шести индексам показал, что в исследуемом районе дельты Волги отмечается 5 участков, характеризующиеся высокими показателями ЛР. Это участки к югу от г. Астрахани, к юго-востоку от населённого пункта Володарский, у населённого пункта Новые Булгары, севернее населённого пункта Образцово-Травино и к востоку и юго-востоку от населённого пункта Кривой Бузан.

Физическая интерпретация полученных результатов находится в прямой зависимости от вошедшего количества ПТК в ячейку регулярной сетки, их видового разнообразия и размера (площади).

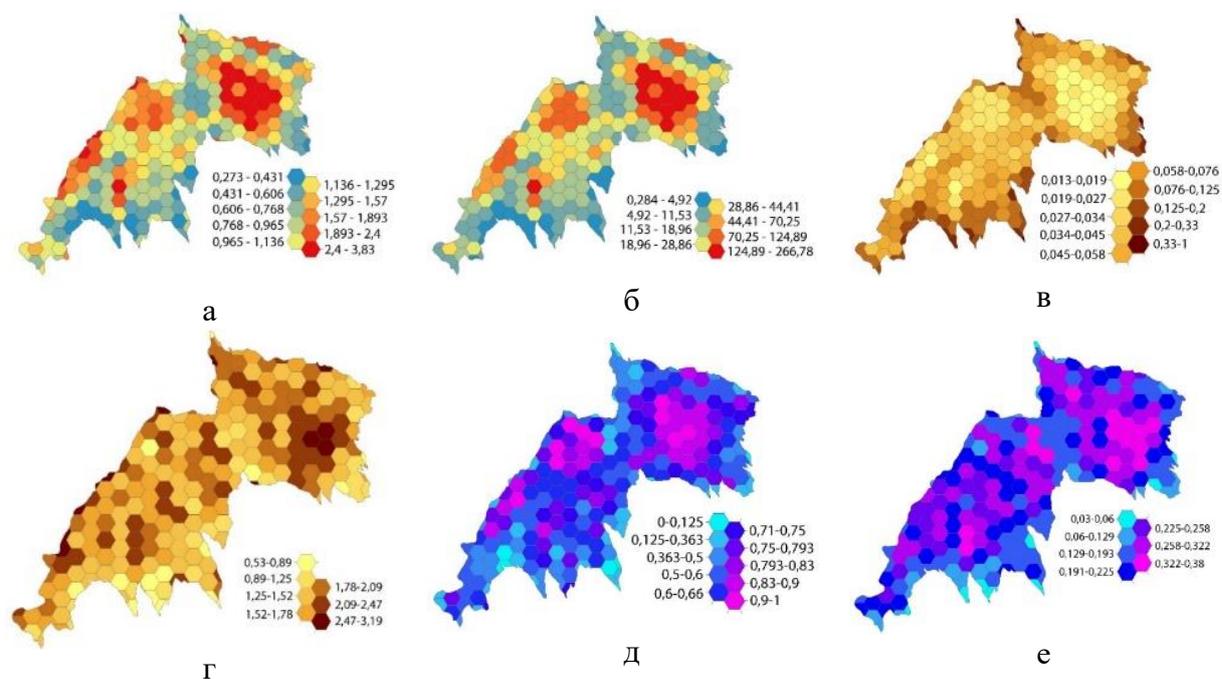


Рис. 6. Схемы ландшафтного разнообразия центрального района ландшафта дельты реки Волга (составлены автором): а – ландшафтная дробность, б – ландшафтная сложность, в – ландшафтная раздробленность, г – ландшафтное разнообразие по индексу Менхиника, д – ландшафтная мозаичность, е – ландшафтное относительное богатство

2. Основными факторами антропогенного преобразования урочищ центрального района ландшафта дельты Волги являются: карьеры, искусственные водные объекты, сельская и городская застройка. Ведущим фактором выступает сельскохозяйственное использование ПТК, что подтверждает ретроспективный анализ этапов хозяйственного освоения исследуемого региона.

На основе анализа литературных и фондовых материалов, результатов выполненных маршрутных исследований было выделено четыре основных этапа хозяйственного освоения центрального района ландшафта дельты реки Волга (таблица 2). Они отличаются между собой направленностью, объёмом и глубиной воздействия человека на природу, степенью трансформации исходных ПТК, а также усложнением структуры формирующихся антропогенных модификаций. Выявление основных факторов антропогенного преобразования геосистем для настоящего времени осуществлялось по данным ДЗЗ и выполнялось в следующем порядке: выделение по космическому снимку границ различных типов хозяйственного воздействия; идентификация видов хозяйственного использования в пределах границ естественных геосистем (в данном случае урочищ). Основными факторами антропогенного преобразования стали сенокосы, пастбища; сельскохозяйственные угодья (залежные земли, возделываемые земли, рисовые чеки); карьеры; искусственные водные объекты (пруды); промышленные постройки; кладбища; застройка сельская и прилегающие территории; застройка городская и прилегающие территории.

Таблица 2. Основные этапы хозяйственного освоения центрального района ландшафта дельты Волги

№ этапа	Продолжительность	Осваиваемые ПТК	Виды хозяйственного освоения ПТК
Первый этап	От древнейших времен до середины XVI века н.э.	Бэровские бугры, реже русловые и культурноравнинные урочища высокого и среднего уровня, водотоки, ильмени	Возведение жилых и хозяйственных построек на поверхности бугров, очаговое земледелие, оседлое скотоводство, добыча рыбы.
Второй этап	От середины XVI до середины XIX века	Бэровские бугры, шлейфы бугров, межбугровые понижения, русловые урочища высокого уровня, прирусловые валы, ильмени межбугровые.	Добыча рыбы, орошаемое земледелие, формирование городских и сельских поселений.
Третий этап	От середины XIX века до 70-х годов XX в.	Русловые и культурноравнинные урочища высокого, среднего и низкого уровней, русловые ильмени, бугровые урочища.	Орошаемое земледелие, добыча рыбы, разведение крупного и мелкого рогатого скота.
Четвертый этап	От 70-х годов XX века до настоящего времени	Все виды урочищ, отмечаемых в пределах центрального района ландшафта дельты Волги.	Городская, промышленная и сельская застройки, транспортная инфраструктура, мелиорация, орошаемое земледелие, разведение крупного и мелкого рогатого скота, добыча рыбы.

Полученные результаты исследования позволили определить пространственное распределение типов использования ПТК (рис. 7), основными из которых являются сенокосы, пастбища, залежные земли, с отсутствующим или редким покрытием кустарниковой естественно-рудеральной растительности; залежные земли, с умеренным покрытием кустарниковой естественно-рудеральной растительности; залежные земли, с высоким покрытием древесно-кустарниковой естественно-рудеральной растительности, в том числе с лоховыми лесами.

3. Виды и характер хозяйственного использования ПТК, а также степень их преобразованности находятся в прямой зависимости от ландшафтного разнообразия и пространственно-морфологической структуры ПТК: участки со сложной морфологической структурой ПТК, и, соответственно, высоким уровнем ландшафтного разнообразия, в меньшей степени подвергаются большинству видов хозяйственного воздействия.

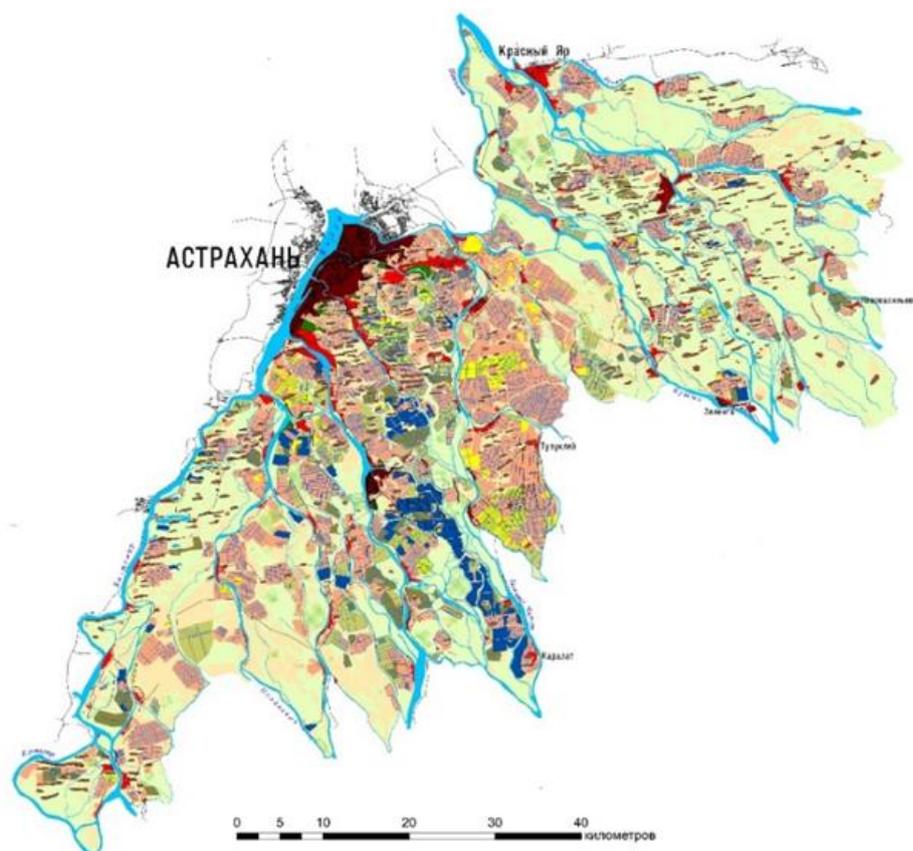


Рис. 7. Пространственное распределение типов использования ПТК в центральном районе ландшафта дельты Волги (составлено автором)

Совмещённый анализ ландшафтной карты, показателей ЛР и пространственно-площадных показателей типов хозяйственного использования ПТК позволил установить взаимосвязь между морфологической структурой центрального района ландшафта дельты р. Волги и особенностями хозяйственного освоения урочищ. Основные антропогенные нагрузки отмечаются там, где показатели ЛР наименьшие. Участки со сложной морфологической структурой ПТК, и, соответственно, высоким уровнем ландшафтного разнообразия, практически не подвергались большинству видов хозяйственного воздействия, за исключением использования ПТК под пастбища (рис. 8). Исключение составляет участок с повышенными показателями ЛР у г. Астрахань, что объясняется историческим развитием территории.



Рис. 8. Территория со сложной морфологической структурой и отсутствием признаков использования земли (выделено красным) вблизи рукава Бахтемир, напротив с. Икрыное. а – фрагмент RGB композита «естественные цвета» по данным Sentinel-2A со слоем векторных данных; б – фрагмент ландшафтной карты

4. Уровень антропогенной трансформации урочищ определяется соотношением суммы площадей их модифицированных участков с учётом числовых коэффициентов степени антропогенной преобразованности с площадью естественной (первичной) геосистемы, в границах которой осуществляется тот или иной вид хозяйственной деятельности.

После выявления основных факторов антропогенного воздействия на ПТК был проведён анализ площадей типов хозяйственного использования видов урочищ. В начале рассматривалась доля групп урочищ и их видов в пределах того или типа хозяйственного использования ПТК (рис. 9а).

Затем были выявлены особенности распределения типов хозяйственного использования природных комплексов в группах урочищ исследуемого района (рис. 9б). В первом случае результаты анализа могут использоваться в различных видах проектно-планировочных работ, во втором – при разработке рекомендаций по охране и рациональному использованию ПТК.

Оценка антропогенной преобразованности природных территориальных комплексов начиналась с отбора оценочных показателей, т.е. определения тех факторов антропогенного влияния, которые оказывают непосредственное

воздействие на ПТК. Затем, с учётом имеющихся разработок по оценке антропогенной трансформации ПТК, которые были рассмотрены ранее, была составлена формула определения степени антропогенной преобразованности геосистем – $L_{antropo}$ – имеющая следующий вид:

$$L_{antropo} = \frac{SA_1 * k_1 + SA_2 * k_2 + \dots + SA_n * k_n}{S_{NTC}},$$

где SA – площадь модифицированного участка геосистемы, k – числовой коэффициент степени антропогенной преобразованности геосистемы, S_{NTC} – площадь естественной (первичной) геосистемы.

Полученная по формуле $L_{antropo}$ балльная (количественная) система оценки антропогенной преобразованности геосистем была раскрыта качественно: каждая ступень оценки получила подробное описание (таблица 3). На основе данного подхода была составлена картосхема антропогенного преобразования ПТК центрального района ландшафта дельта реки Волга (рис. 10).

Её анализ показывает, что полностью естественных ПТК в данном регионе не осталось. Квазипервичные природные территориальные комплексы в небольшом количестве расположены в южной части центрального района ландшафта дельты на небольших речных островах. Урочища со второй категорией преобразования естественной основы составляют более 24% исследуемого района ландшафта дельты Волги, третьей – 45%, четвертой – 17%. Оставшиеся 11% заняты урочищами трёх категорий, в которых уровень

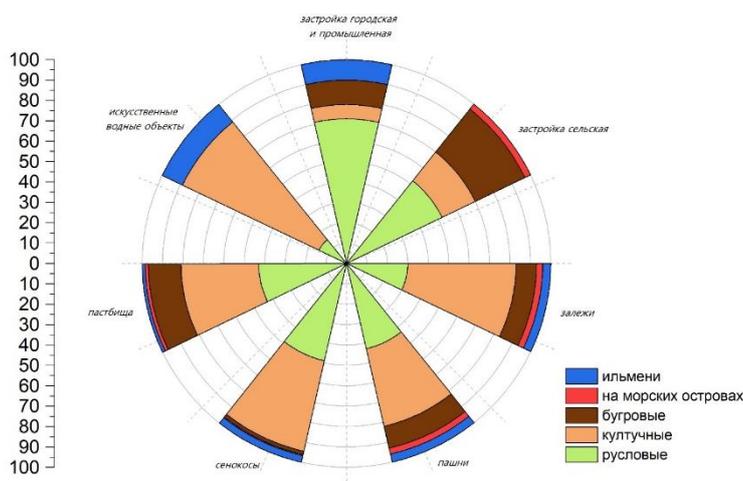


Рис. 9а. Соотношение групп урочищ центрального района ландшафта дельты Волги в типах хозяйственного использования ПТК (%)

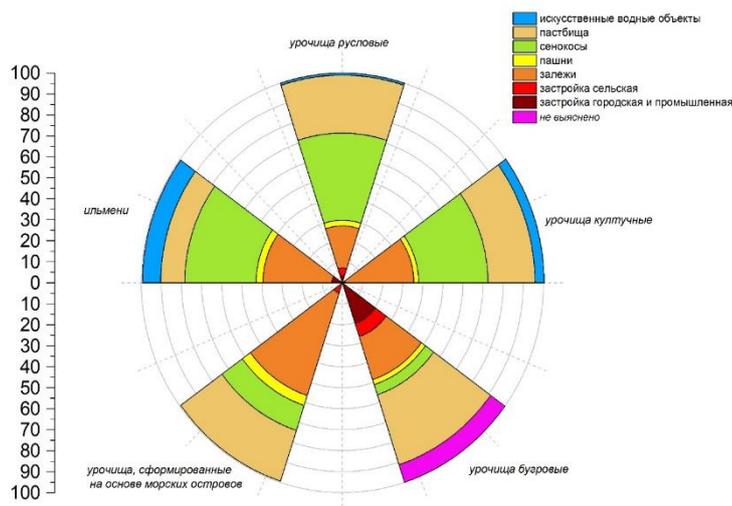


Рис. 9б. Соотношение типов хозяйственного использования ПТК в группах урочищ центрального района ландшафта дельты Волги (%)

трансформации естественной основы колеблется от выше среднего и высокого до максимального.

5. Планировочные решения и стратегия развития центрального района ландшафта дельты Волги определяются правилами ландшафтного планирования, формирования и организации ландшафтно-экологического каркаса.

Для разработок планировочных решений, стратегий развития исследуемой территории и дальнейшего ведения здесь различных видов хозяйственной деятельности были разработаны предложения по рациональному использованию геосистем исследуемого региона. Предлагаемые рекомендации основываются на правилах ландшафтного планирования (Хорошев и др., 2019), а также на ряде других исследований (Мильков, 1988; Исаченко, 1991; Николаев и др., 2012).

Правило долгосрочности: оптимальное регулирование водного стока. Большинство урочищ данного региона сформировалась в сложных условиях взаимодействия реки и моря. Их дальнейшее развитие было во многом сопряжено с естественным режимом Волги. Оптимальное функционирование исследуемого района ландшафта дельты Волги и его хозяйственное использование требует соответствующих уровней и продолжительности весенних половодий объёмом до 110-120 км³ во втором квартале.

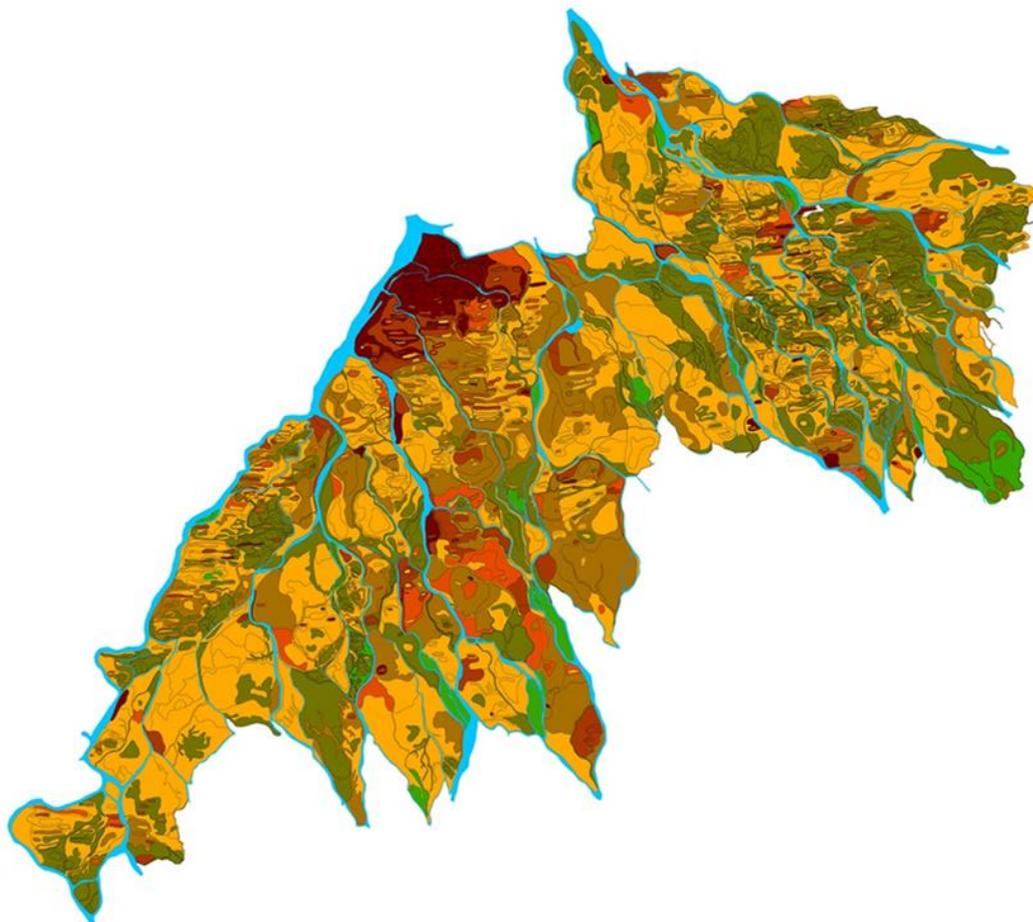


Рис. 10. Картограмма антропогенного преобразования ПТК центрального района ландшафта дельты реки Волга (составлено автором)

Таблица 3. Легенда к картосхеме антропогенной преобразованности ПТК центрального района ландшафта дельты реки Волга

	Описание	Балл
	Естественные ПТК. Влияние человека исключено. Наблюдаются только естественные (природные) процессы. Почвенно-растительный покров не нарушен. Общая оценка преобразованности – нулевая.	0
	Квазипервичные ПТК. Влияние человека на минимальном уровне и может рассматриваться на примере воздушного переноса антропогенных элементов (перенос антропогенных аэрозолей). Преобладание природных процессов. Общая оценка преобразованности – очень низкая.	1
	ПТК с малым антропогенным воздействием. Преимущественно природные процессы; влияние человека заключается в возможном использовании территорий преимущественно под сенокосы; выпасы скота с изменением почвенно-растительного покрова. Общая оценка преобразованности: от низкой до ниже средней.	2
	Общая оценка преобразований ПТК от ниже средней до средней. Природные территориальные комплексы с разными видами воздействия со стороны человека. Большим по размеру урочищам присуще сельскохозяйственное использование. Присутствие дренажных систем. Выпас скота. Наличие грунтовых дорог. Изменение почвенно-растительного покрова существует, но не критично; аналогичные изменения характерны для рельефа.	3
	Природные территориальные комплексы подвергаются разным типам воздействия со стороны человека: сельское хозяйство, дорожная сеть, мелкие постройки и т.п. Почвенно-растительный покров существенно изменен. Рельеф также подвержен существенному преобразованию. Общая оценка преобразованности: от средней до выше средней.	4
	Значительные изменения природных территориальных комплексов. Отмечается нарушение элементов мезорельефа. Основные типы антропогенного воздействия: дороги, мелкие и крупные постройки, кладбища, карьеры, производственные объекты. Растительный покров нарушен значительно. Наблюдается засоление почв и нарушение почвенного профиля. Общая оценка преобразованности: от выше средней до высокой.	5
	Очень серьезные изменения ПТК. Фиксируется полное вертикальное преобразование урочищ. Геосистемы испытывают постоянное антропогенное воздействие. Присуща застройка территорий, полностью занимающая площадь геосистем. Общая оценка антропогенной преобразованности – очень высокая.	6
	ПТК с полностью трансформированной структурой. Урочища с городской и промышленной застройкой. Растительный покров уничтожен. Общая оценка антропогенной преобразованности – максимальная.	7

Правило природно-хозяйственной адаптивности и необходимого разнообразия природно-хозяйственных геосистем. Проведенные исследования позволили выявить, что сельскохозяйственные угодья, получившие наибольшее распространение в центральном районе ландшафта дельты, в большинстве случаев «встроены» в границы того или иного ПТК. Данное положение, пусть и не полностью, продолжает выполняться до настоящего времени и должно поддерживаться. Например, прослеживается тенденция использования в первую очередь культурно-равнинных урочищ как наиболее оптимальных для ведения

сельского хозяйства. Данные ПТК отличаются соответствующими площадными показателями, подходящим рельефом и оптимальными почвами. Опираясь на принцип природно- хозяйственной адаптивности, предлагается полностью исключить из дальнейшего хозяйственного использования урочища, сформировавшиеся на основе морских островов. Этому во многом способствует песчано-супесчаный характер их литогенной основы, не удерживающий почвенную влагу, а также низкое содержание гумуса в почве. Правило необходимого разнообразия природно-хозяйственных геосистем в условиях центрального района ландшафта дельты реки Волга должно реализовываться с учетом сохранения участков с высоким уровнем ландшафтного разнообразия, разные варианты которого были определены в ходе проведенного исследования.

Правило минимизации воздействий на мало нарушенные элементы ландшафта. Адаптация данного правила предполагает, что при планировании хозяйственной деятельности основные нагрузки должны сосредотачиваться в уже нарушенных морфологических единицах ландшафта, а ПТК, измененные в наименьшей степени, должны быть сохранены. Начальным этапом в решении данного вопроса является выявление главных причин нарушения как объектов хозяйственного использования, так и вмещающих их ПТК. Одной из причин вывода сельскохозяйственных земель исследуемого района ландшафта дельты Волги из оборота является их засоление после обвалования территорий. Наиболее эффективным методом решения проблемы с засолением в дельте Волги можно считать сооружение дренажно-оросительных систем или восстановление существующих с последующей промывкой почвогрунтов. Следуя правилу минимизации воздействий на малонарушенные элементы ландшафта в случае неизбежности нарушений требуется размещение хозяйственных объектов в краевой части элемента, с минимальной фрагментацией и сохранением максимально возможной ненарушенной доли (Хорошев, 2019), что прослеживается при расположении сельскохозяйственных угодий в пределах култучных урочищ низкого уровня.

Правило уникальности. Оно подразумевает применение щадящего режима землепользования в наиболее уникальных геосистемах, к которым в центральном районе ландшафта дельты Волги были отнесены бэровские бугры с окружающими их шлейфами, а также слабо измененные человеком урочища из группы русловых, реже култучных, наибольшее количество которых отмечается на участках с высокой степенью ландшафтного разнообразия.

Одним из путей рационального использования геосистем центрального района ландшафта дельты Волги является формирования здесь ландшафтно-экологического каркаса. По результатам выполненного исследования была составлена пространственно-статистическая картосхема положения урочищ, рекомендованных для включения в ландшафтно-экологический каркас исследуемого региона, при выполнении которой был применен модифицированный стиль «точек Вурмана» (рисунок 11). Данный способ позволил соединить в себе возможность отобразить несколько показателей сразу

(рисунок 12), а результаты такого пространственно-статистического анализа коррелируют как с анализом ландшафтного разнообразия центрального района ландшафта дельты реки Волга, так и с результатами оценки антропогенного преобразования урочищ рассматриваемого региона.

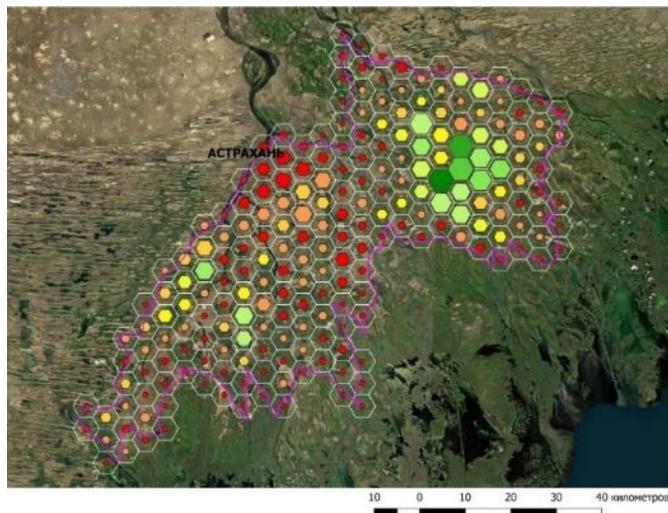


Рис. 11. Картосхема пространственно-статистического положения урочищ, рекомендованных для включения в ландшафтно-экологический каркас центрального района ландшафта дельты реки Волга (составлена автором)

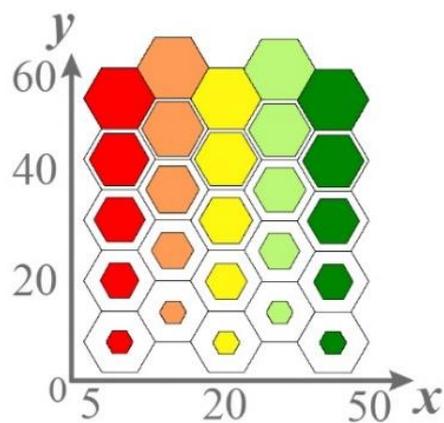


Рис. 12. Легенда¹ к картосхеме пространственно-статистического положения урочищ, рекомендованных для включения в ландшафтно-экологический каркас центрального района ландшафта дельты реки Волга

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В пределах исследуемого региона общей площадью 3899,44 км² было выделено четыре основные группы урочищ, каждая из которых отличается своим генезисом. Среди них выделяются: русловые, култучные, бугровые, и урочища, сформировавшиеся на основе морских островов. Общее количество видов ПТК ранга урочище в пределах исследуемого региона составляет 31. Зафиксированное количество ландшафтных контуров (границ) урочищ в пределах исследуемого региона составило 2712. Наибольшие площади занимают группы култучноравнинных и русловых урочищ.

2. Пространственно-статистический анализ ландшафтного разнообразия показал, что в центральном районе ландшафта дельты реки Волга можно выделить 5 характерных ареалов с высокой концентрацией не только количества геосистем, но и их видов.

3. В процессе изменения естественной основы исследуемого района дельты Волги выделяется несколько этапов: от древнейших времён до середины XVI века н.э.; от середины XVI до середины XIX века; от середины XIX века до 70-х

¹ Размер внутренних гексагонов зависит от общего количества ландшафтных выделов (полигонов), находящихся в рассматриваемых гексагонах с фиксированной площадью. Количество выделов отображается по оси y. Цвет внутренних гексагонов зависит от количества ландшафтных выделов (полигонов), находящихся в рассматриваемых гексагонах с фиксированной площадью и рекомендованных к включению в ландшафтно-экологический каркас центрального района ландшафта дельты реки Волга. Количество таких выделов отображается по оси x. Легенда составлена автором.

годов XX в.; от 70-х годов XX века до настоящего времени. Они отличаются между собой направленностью, объёмом и глубиной воздействия человека на природу, степенью трансформации исходных ПТК, а также усложнением структуры формирующихся антропогенных модификаций. Однако в каждом этапе прослеживается преобладание сельскохозяйственного использования ПТК.

4. Среди основных факторов антропогенного преобразования урочищ центрального района ландшафта дельты Волги были выделены карьеры, искусственные водные объекты, сельская и городская застройка. Ведущим фактором выступает сельскохозяйственное использование территорий. Залежи и возделываемые земли занимают 26,7% центрального района ландшафта дельты Волги. Соотношение залежей и пахотных земель в пределах исследуемого региона существенно варьирует у разных видов урочищ. Расчёт площади урочищ под сенокосные угодья показал, что они занимают 1234,35 км², что составляет 31,68% от всей площади центрального района ландшафта дельты реки Волги. Под земли пастбищ попадает 23,7% площади исследуемого района ландшафта дельты реки Волги.

5. Для исследуемого региона было рассчитано восемь категорий антропогенного преобразования геосистем. Оценка антропогенной трансформации геосистем ранга урочище проводилась путем соотношения суммы площадей её модифицированных участков с учётом числовых коэффициентов степени антропогенной преобразованности с площадью естественной (первичной) геосистемы, в границах которой осуществляется тот или иной вид хозяйственной деятельности.

6. Специфика антропогенной трансформации геосистем центрального района ландшафта дельты Волги изначально обусловлена особенностями её морфологической структуры и ландшафтного разнообразия, что привело к формированию особого режима использования геосистем человеком и определило особенности их преобразования. Было установлено, что существует взаимосвязь между типами хозяйственного использования ПТК и морфологической структуры центрального района ландшафта дельты р. Волга. Выявлено, что участки со сложной морфологической структурой ПТК, и, соответственно, высоким уровнем ландшафтного разнообразия, практически не подвергались большинству видов хозяйственного воздействия, за исключением тех территорий, где геосистемы используются под пастбища, а также городскую застройку (г. Астрахань).

7. Полученные результаты по оценке антропогенной трансформации ПТК, а также учёт имеющихся разработок в области ландшафтного планирования, антропогенного и прикладного ландшафтоведения дают возможность разработки рекомендаций по рациональному использованию геосистем исследуемого региона; малонарушенные геосистемы региона должны быть включены в ландшафтно-экологический каркас исследуемой части дельты Волги.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА

Монография

1. **Занозин, В.В.** ГИС-анализ ландшафтной структуры и антропогенной преобразованности дельты Волги. / В.В. Занозин, А.Н. Бармин, М.В. Валов – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2020, 200 с.

В изданиях, включённых в базы Scopus, WoS:

2. **Zanozin, V.V.** The geoinformation approach in the election of natural territorial complexes of the Volga river delta / V.V. Zanozin, A.N. Barmin, V.V. Zanozin // Proceedings of the international conference “Intercarto. Intergis”. – 2018. – 24(2). – PP. 329–339. (In Russian). DOI:10.24057/2414-9179-2018-2-24-329-339.

3. **Zanozin, V.V.** GIS-technologies and space spectral measurement in landscape mapping of the Volga river delta / V.V. Zanozin, A.N. Barmin, V.V. Zanozin // 7th International Conference on Cartography and GIS Proceedings. – 2018. – Vol. 1. – PP. 909-914.

4. **Zanozin, V.V.** Analysis of optical- and radio-wave bands data in built-up environment studies / V.V. Zanozin, A.N. Barmin // Geodesy and cartography (Geodezia i Kartografia). – 2019. – 952(10). – PP. 34-46. (In Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2019-952-10-34-46.

5. Yamashkin, S.A., Improving the Efficiency of Deep Learning Methods in Remote Sensing Data Analysis: Geosystem Approach / S. A. Yamashkin, A. A. Yamashkin, **V. V. Zanozin**, M. M. Radovanovic, A. N. Barmin, // IEEE Access, vol. 8, pp. 179516-179529, 2020, Doi: 10.1109/ACCESS.2020.3028030.

6. **Zanozin, V.V.** Methods and algorithms for assessing landscape diversity in morphological terms on the example of the central part of the Volga River Delta / V. V. Zanozin, A. N. Barmin, S. A. Yamashkin, A. A. Yamashkin // InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. –Moscow: Moscow University Press, – 2020. – V. 26. – Part 4. – PP. 114–130. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-114-130 (In Russian).

Публикации в журналах из перечня ВАК:

7. **Занозин, В.В.** Ретроспективный анализ структурно-функциональных особенностей естественных природно-территориальных комплексов дельты Волги / В.В. Занозин, В.В. Занозин, А.Н. Бармин // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 2 (65). – С. 104 – 110.

8. **Занозин, В.В.** Использование ГИС-технологий в ландшафтном картировании Дельты Волги / В.В. Занозин, В.В. Занозин, А.Н. Бармин // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 4 (67). – С. 96 – 101.

9. **Занозин, В.В.** Особенности спектрометрирования природных территориальных комплексов / В.В. Занозин, В.В. Занозин, А.Н. Бармин // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 4 (67). – С. 149 – 155.

10. **Занозин, В.В.** Особенности районирования дельтовых ландшафтов / В.В. Занозин, А.Н. Бармин // Геология, география и глобальная энергия. – 2018. – № 3 (70). – С. 134 – 142.

11. **Занозин, В.В.** Из истории природного районирования дельты Волги / В.В. Занозин, А.Н. Бармин, Е.А. Колчин, Н.С. Шуваев // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – №1 (49). – С. 120-131.

13. **Занозин, В.В.** Култучноравнинные урочища центральной части ландшафта дельты р. Волги: генезис, морфология и пространственное размещение / В.В. Занозин, А.Н. Бармин // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – №3 (51). – С. 62-71.

14. **Занозин, В.В.** Исследования степени антропогенной преобразованности природных территориальных комплексов / В.В. Занозин, А.Н. Бармин, М.В. Валов // Геология, география и глобальная энергия. – 2019. – № 4 (75). – С. 168-183.

15. **Занозин В.В.,** Бармин А.Н. Особенности морфологической структуры центральной части ландшафта дельты р. Волги / В.В. Занозин, А.Н. Бармин // Региональные геосистемы. – 2020. – Том 44. – № 1. – С. 16-29.

16. **Занозин, В.В.** Анализ современного использования природно-территориальных комплексов ландшафта дельты реки Волга в сельскохозяйственных целях / В.В. Занозин, А.Н. Бармин // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2020. – Т. 64. – № 2. – С. 186-195.

20 работ опубликованы в других изданиях и материалах конференций

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ГРАНИЦЫ И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ЛАНДШАФТА ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГА

- 1.1. Ретроспективный анализ выделения границ центрального района ландшафта дельты реки Волга
- 1.2. Современное представление границ центрального района ландшафта дельты реки Волга
- 1.3. Геолого-геоморфологическая характеристика
- 1.4. Климатические особенности
- 1.5. Водные объекты
- 1.6. Почвенный покров
- 1.7. Общие сведения о растительности

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 2.1. Анализ фондовых данных и полевые комплексные исследования в целях выявления коренных (восстановленных) ПТК
- 2.2. Сводка используемых данных дистанционного зондирования Земли для выявления особенностей первичных (восстановленных) ПТК и их антропогенной трансформации
 - 2.2.1. Обработка данных дистанционного зондирования Земли
- 2.3. Особенности моделирования ПТК в целях создания ландшафтных картосхем

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ЛАНДШАФТА ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

- 3.1. Генезис, морфология и пространственное размещение основных групп урочищ центрального района ландшафта дельты Волги
 - 3.1.1. Группа култучноравнинных урочищ
 - 3.1.2. Группа русловых урочищ
 - 3.1.3. Группа бугровых урочищ
 - 3.1.4. Группа урочищ, сформировавшихся на основе морских островов
- 3.2. Оценка ландшафтного разнообразия центрального района ландшафта дельты реки Волга в морфологическом аспекте

ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ЛАНДШАФТА ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

- 4.1. Обзор подходов к содержанию понятия «антропогенный ландшафт»
- 4.2. Анализ методик оценки антропогенной преобразованности природных территориальных комплексов
 - 4.2.1. Опыт русскоязычных исследователей
 - 4.2.2. Опыт зарубежных исследователей
- 4.3. Историко-географические особенности хозяйственного освоения центрального района ландшафта дельты реки Волга
- 4.4. Анализ пространственно-площадного распределения факторов антропогенного преобразования урочищ центрального района ландшафта дельты Волги
- 4.5. Особенности определения антропогенного преобразования ПТК центрального района ландшафта дельты Волги

ГЛАВА 5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЕОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ЛАНДШАФТА ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГА

- 5.1. Правило долгосрочности: оптимальное регулирование водного стока
- 5.2. Правило природно-хозяйственной адаптивности и необходимого разнообразия природно-хозяйственных геосистем
- 5.3. Применение правила минимизации воздействий на мало нарушенные элементы ландшафта в условиях центрального района ландшафта дельты Волги
- 5.4. Правило уникальности
- 5.5. Картосхемы ландшафтно-экологического каркаса

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ