

Занозин В.В.¹, Бармин А.Н.², Занозин В.В.³

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

АННОТАЦИЯ

Ландшафтное картирование регионов продолжает оставаться важнейшей задачей современной географии. В последние десятилетия это направление широко использует в своих целях геоинформационные технологии. Проведение подобных исследований в центральной части ландшафта дельты Волги обусловлено рядом причин. Сюда относятся сложность ландшафтной структуры региона, отсутствие современных картографических данных. В работе приводится краткая физико-географическая (ландшафтная) характеристика исследуемого региона. Рассмотрен вопрос об отсутствии в настоящее время возможности автоматического выявления границ естественных природных территориальных комплексов (ПТК). Представлено более двадцати основных единиц ландшафтного картографирования территории – видов урочищ, дано краткое описание некоторым из них. Отдельно изложены предпосылки для проектирования и развития ресурса с каталогом спектральных графиков ПТК центральной части дельты Волги. Спектрометрирование как отдельных элементов и компонентов, так и ПТК в целом становится одним из новых направлений исследования природы. Применение спектральных каталогов эталонных ПТК центральной части дельты Волги перспективно для решения научных и прикладных задач.

Одной из актуальных задач географии является ретроспективный анализ структурно-функциональных особенностей естественных («восстановленных») ландшафтов. Но несмотря на достигнутые успехи в области мелкомасштабного ландшафтного картографирования, остается нерешенной проблема наличия средне- и крупномасштабных картографических данных на регионы России. Сложившаяся ситуация не дает возможным проводить ретроспективный анализ структурно-функциональных особенностей естественных («восстановленных») ландшафтов, исследовать динамику и трансформацию геосистем под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. Отсутствие средне- и крупномасштабных ландшафтных карт на территорию центральной части дельты Волги делает работу актуальной.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ландшафт, ландшафтное картографирование, дельта Волги, ГИС, спектрометрирование естественных природных территориальных комплексов.

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет» (АГУ), ул. Татищева, 20а, Астрахань, Россия, *e-mail*: victorzan44@gmail.com

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет» (АГУ), ул. Татищева, 20а, Астрахань, Россия, *e-mail*: abarmin60@mail.ru

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет» (АГУ), ул. Татищева, 20а, Астрахань, Россия, *e-mail*: vvzanozin-67@mail.ru

Victor V. Zanozin¹, Alexander N. Barmin², Valery V. Zanozin³

THE GEOINFORMATION APPROACH IN THE ELECTION OF NATURAL TERRITORIAL COMPLEXES OF THE VOLGA RIVER DELTA

ABSTRACT

Regions landscape mapping continues to be the most important task of modern geography. In recent decades, this direction extensive use GIS technologies. Conducting similar studies in the central part of the landscape of the Volga Delta due to a number of reasons. There are complexity of the landscape structure of the region, the lack of modern mapping data. The paper presents a brief physical and geographical (landscape) characteristics of the studied region. The question about the lack automatically detect process the boundaries of the natural territorial complexes (NTCs) is examined. More than twenty basic units of landscape mapping of territory – types of tracts are presented, the brief description of some of them is given. The prerequisites for the design and development of the resource with a catalog of spectral graphs of NTCs of the Central part of the Volga Delta is considered. Spectrometry of both individual nature elements and nature components, and natural territorial complexes as a whole becomes one of new directions of research of the nature. Application of spectral catalogs of reference NTCs of the Central part of the Volga Delta is promising both for solving scientific and applied problems.

One of the topical problem of geography is retrospective analysis of structural and functional features of natural ("restored") landscapes. But despite the progress made in the field of small – scale landscape mapping, the problem of availability of medium-and large-scale mapping data for the regions of Russia remains unresolved. The current situation makes it impossible to carry out a retrospective analysis of the structural and functional characteristics of natural ("restored") landscapes, to study the dynamics and transformation of geosystems under the influence of both natural and anthropogenic factors. The absence of medium – and large-scale landscape maps on the territory of the Central part of the Volga Delta makes the work relevant.

KEYWORDS: landscape, landscape mapping, Volga river Delta, GIS, spectrometry of natural territorial complexes.

ВВЕДЕНИЕ

Принимая во внимание геологическую историю развития Прикаспийской низменности в плейстоцене и формирование ее ландшафтов в связи с климатическими условиями, в Прикаспийской низменности выделяют полупустынную и пустынную зоны.

На основании общности макрогеоструктуры, климатических условий и сформированных ландшафтов Астраханская область, как часть Прикаспийской низменности, входит в Прикаспийско-Туранскую равнинную страну.

Полупустынная и пустынная зона, Волга-Ахтубинская пойма и дельта из-за сходства геологического строения, геоморфологии, литологии и сформированных ландшафтов

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State University", 20a Tatischev str., Astrakhan 414056, Russia, *e-mail*: victorzan44@gmail.com

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State University", 20a Tatischev str., Astrakhan 414056, Russia, *e-mail*: abarmin60@mail.ru

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State University", 20a Tatischev str., Astrakhan 414056, Russia, *e-mail*: vvzanozin-67@mail.ru

составляют единую Прикаспийскую ландшафтную провинцию. С учетом геоморфологии, климата, фито- и зооценозов Прикаспийская провинция разделяется Волго-Ахтубинской поймой и дельтой на Волго-Уральскую и Терско-Волжскую подпровинцию.

Физико-географические районы выделяются по геоморфологическим особенностям строения территории, литологическому составу грунтов, на которых сформирован почвенно-растительный покров, залеганию грунтовых и наличию поверхностных вод, климатическим особенностям. В зависимости от литологического состава слагающих пород, степени их засоления, разрушительной и созидательной работы ветра в районах можно выделить подрайоны, в которых формируется сходная морфологическая структура ландшафта [Волюнкин, 1969].

В пределах Астраханской области выделяются восемь физико-географических районов, или ландшафтов. В полупустынной зоне сформировались Волго-Сарпинский и Баскунчакский ландшафты. Пустынная зона представлена Волжско-Уральским, Волжско-Приергенинским, Западным и Восточным ильменно-бугровыми ландшафтами. К внутризональным относятся Волго-Ахтубинская пойма и дельта р. Волги. В каждом ландшафте выделяется несколько подрайонов или местностей с характерным для них набором урочищ. Что касается подрайонов, то в Баскунчакском районе можно выделить северный, южный и прибаскунчакский подрайоны. На три подрайона также разделена и Волго-Ахтубинская пойма: северная, центральная и южная. Волжско-Сарпинский и Волжско-Приергенинский делятся на два подрайона: северный и южный. Волго-Уральский ландшафт подразделяется на Харабалинско-Приахтубинский и Аксарайский подрайоны; западный ильменно-бугровой – на придельтовый и прикаспийский подрайоны [Занозин, 2006].

Сложность ландшафтной структуры дельты Волги во многом связана со сложными геологическим строением и геоморфологическим устройством района, что сделало достаточно проблемным вопрос его районирования, которому посвящено много работ [Мейснер, 1915; Валединский, Аполлов, 1928; Берг, 1951; Белевич, 1963].

Одно из последних районирований устья Волги представлено в Атласе дельты Волги. По морфологическим особенностям в дельте Волги от ее вершины к морскому краю его авторы четко выделяют три района: привершинный, центральный и приморский. Северная граница центрального (бугрового) района вновь проведена по линии Астрахань – Красный Яр. Он простирается на юг примерно до линии Оля – Каралат – Зеленга – Большой Могой – Котьяевка. Эта граница совпадает с местом бывшего свала глубин у морского края дельты, приуроченного к границе распространения первых пиков новокаспийской трансгрессии (около –25 м БС) [Атлас дельты Волги..., 2015].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ландшафтные карты долгое время считались в научном сообществе результатом исследований. Теперь же стало очевидным и доказанным, что ландшафтная карта должна не столько венчать исследование, сколько быть отправной точкой для дальнейших изысканий [Ямашкин, 2004]. Электронные ландшафтные карты должны обеспечивать обобщение комплексной информации, выработку емких научных концепций, обоснование принятия управленческих решений [Ямашкин, 2017].

Создание современной электронной ландшафтной карты подразделяется на несколько этапов, на каждом из которых в геоинформационной технологии реализуются определенные функции [Коновалова и др., 2005]. Для этого необходимо:

– составить характеристику основного объекта исследования и картирования по имеющимся литературным и фондовым материалам;

- на основе имеющихся литературных, картографических, фондовых источников и данных ДЗЗ составить первичную карту контуров природных территориальных комплексов (ПТК) ранга урочищ;
- провести полевые исследования ключевых участков;
- разработать классификацию изображаемых географических комплексов;
- выбрать метод картографирования и способ отображения географических комплексов;
- картировать рассмотренные ПТК в среде ГИС-программ;
- рассмотреть возможности дальнейшего исследования; выявить возможность практического применения полученных результатов.

На первом этапе исследований был спроектирован каталог данных исследуемой территории. В данном случае основой стали литературные источники, фондовые картографические материалы, доступные топографические карты в электронном виде, данные радарной топографической съемки (SRTM), данные планово-высотной основы и космические снимки.

На втором этапе проводится подготовка необходимых материалов для проведения экспедиционных работ и собственно полевые исследования. Так, были предварительно выделены границы геосистем ранга урочище. На основе web-геопортальных технологий по визуальному анализу структуры ландшафтного рисунка намечались ключевые участки и составлялся маршрут исследования.

Маршрутные исследования на территории центральной части ландшафта дельты Волги начались весной 2015 г. и продолжаются по настоящее время. В процессе полевых исследований проводятся ландшафтные описания ключевых участков, выполняется тщательная фотосъемка ПТК. Отдельно стоит отметить, что полевые исследования сочетаются с системами точного позиционирования и мобильными геолокационными приложениями. Такой симбиоз позволяет оперативно, непосредственно в процессе маршрута, записать пути исследования, сделать корректировки данных, оправить графические данные и текстовые материалы в лабораторию.

Третий этап включает в себя тщательную обработку данных полевых исследований в лабораторных условиях. Фотоматериалы группируются по датам, на основе полученных мобильных геолокационных приложений формируются интерактивные карты маршрутных исследований. Такие карты хранят в себе информацию о размерах обследованных ПТК, графики перепадов высот и собственно сами данные о высоте. Данные о высоте также выводятся из анализа моделей рельефа, топокарт и данных SRTM. Такой тщательный подход к изучению перепад высот обуславливается выделением ПТК как таковых. На основе космических снимков проводился анализ индикационных ландшафтно-структурных связей [Викторов, 1986]. Основной фонд данных дистанционного зондирования земли составили материалы с аппаратов Landsat и Sentinel 2. При анализе космоснимков для выявления рисунка ландшафта – границ ПТК – учитывались климатический, геолого-геоморфологический и временной факторы.

В качестве основного источника для предварительного ландшафтного картирования служили космические снимки общедоступной информационной системы Google Earth, обеспечивающей возможность просмотра обзорных изображений всей дельты на снимках со спутника Landsat (с разрешением 30 м) и перехода для детального дешифрирования хозяйственных объектов к появившимся с 2000 г. снимкам сверхвысокого разрешения (1–2 м) со спутников Ikonos, QuickBird, GeoEye. Дешифрирование экранных изображений выполняли при увеличении детальных снимков до масштаба 1 : 5000 – 1 : 10 000, а результаты дешифрирования фиксировали на отпечатках обзорных снимков в масштабе 1 : 100 000.

Существенную роль при выявлении природных комплексов оказывает фондовый картографический материал.

Работы по картированию ПТК, дешифрированию космических снимков осуществляются в среде ГИС QGIS и ПК Image Media Center, разрабатываемых ООО «Центр инновационных технологий» (Москва).

На последнем этапе реализуется проверка данных, их систематизация для типизации выделов при создании ландшафтной карты.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку территория исследований претерпела существенную антропогенную трансформацию, при реконструкции ландшафтной структуры территорий необходимым является применение ландшафтно-эдафического подхода [Низовцев, Марченко, 2004].

Суть его заключается в составлении карты условно-восстановленных (коренных) ПТК, которая показывает приближенное к первичному распределение элементарных ландшафтных единиц.

Переход от современной к восстановленной ландшафтной структуре представляет особую огромную методическую сложность в условиях длительного антропогенного освоения территории исследований, определяющего значительную трансформацию почвенно-растительного покрова [Идрисов, Сизов, 2017].

Активно развивающийся рынок использования данных дистанционного зондирования, безусловно, призван решать практические задачи, в том числе и в ландшафтоведении. Однако ни одна из операций, номинируемых как «методы», не предполагает выявления структуры природного ландшафтного покрова Земли [Колбовский, 2013].

Классификация изображений – процесс извлечения классов информации из многоканального растрового изображения – для задачи выявления, типизации и картирования ПТК не представляет собой методически верного решения *автоматического* выявления естественных ПТК. Классификация осуществляется непосредственно на основе пространственно-временных данных снимка, в результате чего выделяется ландшафтный покров.

Таким образом, проблема машинного выделения естественных ПТК остается открытой. Возможно, решение данного вопроса кроется в глубинах концепции Цифровой Земли, в семантико-сегментационном (или лучше семиотико-сегментационном) подходе: пути смысловой классификации пикселей и преобразования ареала пикселя одного класса в полигоны (грид-шейп). Исследования в этой области очевидно новы и междисциплинарны и имеют как безусловное теоретическое значение, так и практическую направленность и актуальность. Парадоксальные свойства изображений, данных дистанционного зондирования, выявление семиотической проблематики в Цифровой Земле стали актуальными вопросами в 2017 г. [Ерёмченко, 2017] и, скорее всего, остаются по сей день.

Изучение спектральных отражательных свойств ландшафта в настоящее время остается ключевым пунктом в исследовании природной среды методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Спектральные характеристики объектов Земли являются ценнейшим компонентом при проектировании съемочных систем, они используются для обработки данных ДЗЗ, необходимы при дешифрировании космических снимков. На сегодняшний день в России отсутствуют общедоступные спектральные каталоги на регионы страны, которые позволили бы повысить точность анализа данных ДЗЗ в научных и прикладных задачах. Таким образом, есть все предпосылки для проектирования и развития ресурса с каталогом спектральных графиков ПТК центральной части дельты Волги (рис. 1).

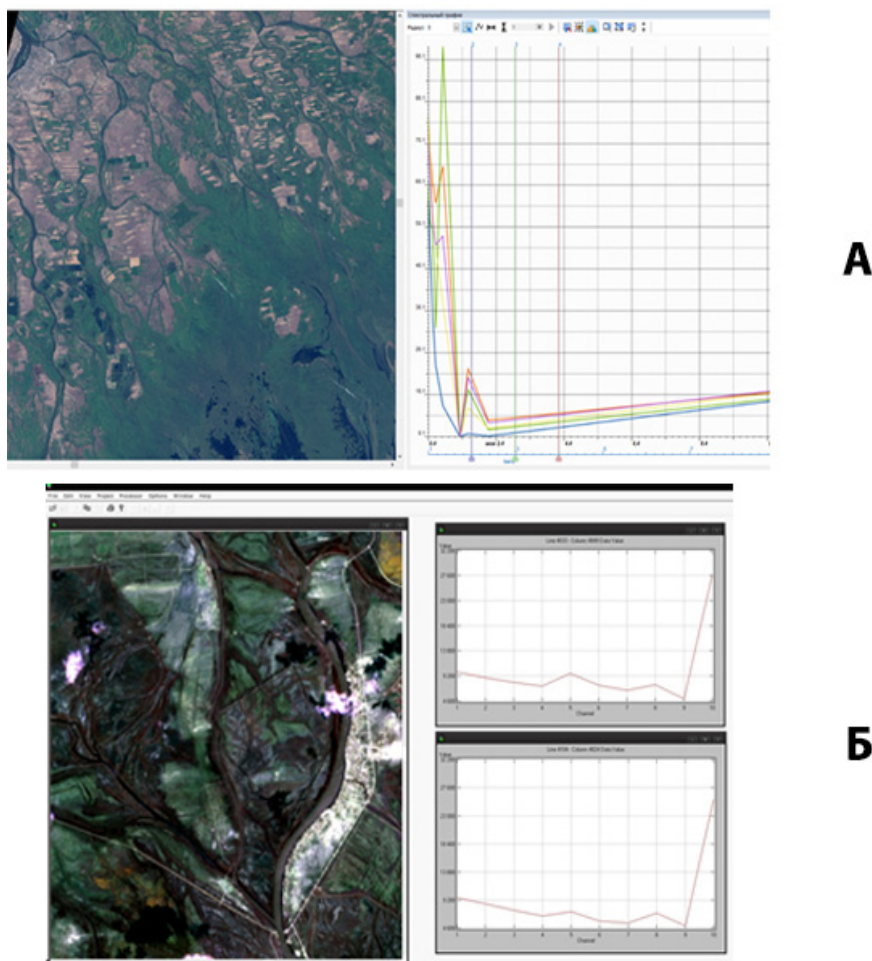


Рис. 1. Совершение операций спектрального анализа:
А – в ПК Image Media Center; Б – в программе MultiSpec
Fig. 1. Performing spectral analysis operations:
А – in Image Media Center program complex; Б – in MultiSpec software

Проектируемые векторные данные создаются в системе координат WGS84. Это необходимо для открытия слоев в Google Earth (рис. 2), а также в случае экспорта данных на геопортал, разработка которого обсуждалась ранее [Занозин, 2016]. При необходимости векторные данные будут переконвертированы.

Несмотря на возникшие трудности, проводить работу по анализу и картографированию естественных ПТК удастся благодаря использованию ручного дешифрирования, обеспечивающего высокую достоверность результата, особенно с учетом необходимости восстановления исходной структуры и границ ПТК.

Известно, что отображение географического комплекса может быть выполнено двумя способами, а именно аналитическим или синтетическим. При аналитическом способе все географические компоненты (рельеф, почвы, растительность и др.) будут отображены на итоговой карте отдельно. Такие картографические изображения наглядно отображают соотношения природных компонентов, однако мы не увидим на данных картах ПТК как таковых. При синтетическом ландшафтом картографировании, которое используется в данной работе (рис. 3), на карту наносятся сами географические комплексы того или иного ранга в единой системе условных обозначений. Таким картам свойственны наглядность, простота исполнения, подлинно синтетический характер [Исаченко, 1961].



Рис. 2. Рабочее окно программы Google Earth с нанесенными слоями, отражающее естественные ПТК на территорию г. Астрахани
Fig. 2. Working window of the Google Earth program with the applied layers reflecting NTCs on the territory of Astrakhan city

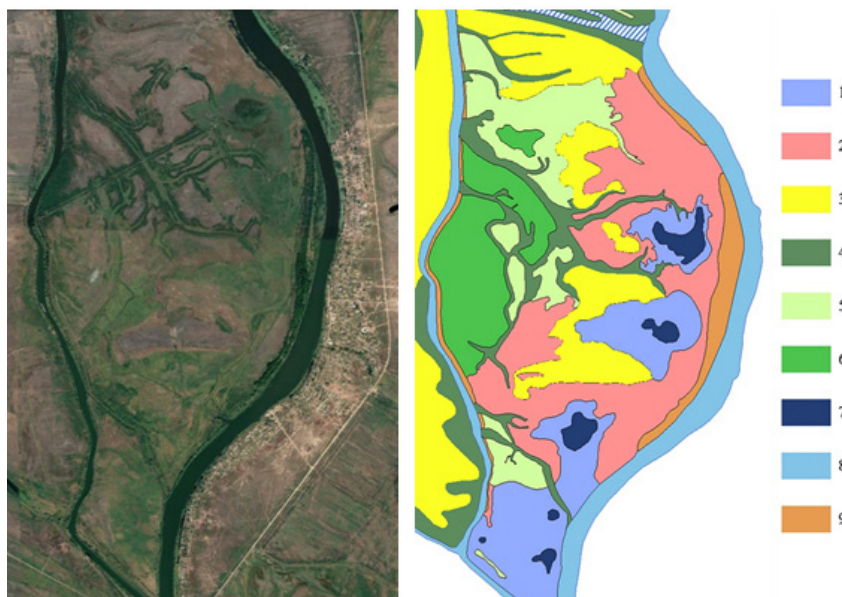


Рис. 3. Фрагмент ландшафтной карты центральной части дельты Волги, М. 1 : 100 000 (вблизи населенного пункта Образцово-Травино) на основе анализа космоснимка и полевых исследований:
1 – култу́чная равнина низкого уровня; 2 – култу́чная равнина среднего уровня; 3 – култу́чная равнина высокого уровня; 4 – русловая мелкогравистая равнина низкого уровня; 5 – русловая мелкогравистая равнина среднего уровня; 6 – русловая мелкогравистая равнина высокого уровня; 7 – култу́чный ильмень; 8 – водоток; 9 – прирусловой вал
Fig. 3. Fragment of the landscape map of the central part of the Volga river delta (based on the key area Obrastsovo-Travino):
1 – low level limnic (kultuc) plain; 2 – middle level limnic (kultuc) plain; 3 – limnic (kultuc) high level plains; 4 – channel shallow low-level plain; 5 – channel shallow plain (average level); 6 – channel fine-grained plain of high level; 7 – limnic (kultuc) lake; 8 – watercourse; 9 – natural levee (channel bank)

Основными единицами ландшафтного картографирования центральной части дельты Волги являются виды урочищ. Так, было выделено более 20 видов урочищ. Среди них: русловые ильмени, култучные ильмени, межбугровые ильмени, русловые пологоволнистые равнины среднего уровня, култучные гривистые равнины низкого уровня, межбугровые котловины, русловые равнины высокого уровня с ленточными лесами, бугры Бэра, бугровые шельфы, русловые гривистые равнины, межбугровые равнины пологовогнутые, гривистые равнины пологовогнутые высокого и среднего уровней на морских островах, русловые равнины мелкогривистые высокого уровня, култучные равнины высокого уровня, култучные равнины среднего уровня пологовогнутые, култучные равнины гривистые среднего уровня, русловые равнины мелкогривистые среднего уровня, култучные равнины низкого уровня, русловые мелкогривистые равнины низкого уровня, култучные равнины среднего уровня, русловые пологовогнутые равнины низкого уровня, прирусловые валы.

Основой островов данной части дельты, их своеобразным каркасом, служат сложные урочища бугры Бэра. Бэровские бугры во многом определяют сложный рисунок гидрографической сети данной местности. Выступая в роли своеобразных преград, они способствуют разветвлению, соединению и образованию излучин у различных водотоков. Рост островов центральной части дельты Волги проходил также в результате осушения култуков – мелководных морских заливов дельты. Култуки, постепенно мелея, заполнялись осадками реки и моря, зарастая по краям влаголюбивой растительностью. Постепенно они превращались в култучную равнину с пологовогнутой поверхностью и прирусловыми валами по краям.

В центре култучного острова образуется култучный ильмень, который постепенно заиляется и превращается в култучноравнинное урочище низкого уровня с избыточным увлажнением. С поверхности оно сложено послойными отложениями, а на глубине 30–40 см формируются култучные отложения. Култучноравнинные урочища среднего уровня занимают относительно повышенные и наиболее выровненные участки. Эти урочища отличаются от култучноравнинных урочищ низкого уровня большей мощностью послойных отложений и глубиной залегания култучных отложений (100–150 см).

Мелкогривистые островные урочища представляют собой сочетание грив и понижений, которые заполняются осадочным материалом в период половодья. Высота грив достигает 1,5–2,0 м, а глубина понижений – до 1 м. В процессе накоплений речных отложений происходит выравнивание поверхности и остаются только верхние части грив – так формируется мелкогривистый рельеф. Гривы обычно сложены переслаиванием песков и супесей. Понижения между ними с поверхности представлены суглинками.

Мелкогривистые островные урочища в зависимости от длительности половодья подразделяются на урочища низкого, среднего и высокого уровней. Мелкогривистые урочища низкого уровня имеют высоту грив от 1,0 до 1,5 м. Грунтовые воды залегают на глубине от 1,76 до 2,50 м. Почвенный покров представлен пойменными луговыми слоистыми и темноцветными почвами. Растительность данных урочищ представлена злаково-разнотравными ассоциациями.

Мелкогривистые урочища среднего уровня занимают участки с относительной высотой 1,5–2,5 м. Полыми водами они заливаются достаточно редко. Грунтовые воды залегают глубоко (2,0–2,5 м), поэтому данные урочища обычно не подвержены подтоплению. Вдоль русел водотоков в дельте часто можно увидеть вытянутые повышения. Это так называемые прирусловые валы [Карабаева и др., 2012; Занозин и др., 20176].

ВЫВОДЫ

Использование современных ГИС-технологий при ландшафтном картографировании позволяет оптимально организовать полевые исследования и дешифрирование космических снимков, создать комплексную информационную систему представления территории, систематизировать процесс проектирования картографического материала.

Следует подчеркнуть дополнительно, что картографирование естественных ПТК центральной части дельты Волги наиболее оправдано при применении ручного дешифрирования. Автоматизированные методы (контролируемой и неконтролируемой классификации) служат в качестве ценного источника дополнительной информации по свойствам современной ландшафтной структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас дельты Волги: геоморфология, русловая и береговая морфодинамика.* М.: АПР, 2015. 128 с.
2. *Берг С.Л.* Объяснительная записка к литолого-морфологической карте дельты Волги // Тр. Гос. океанограф. ин-та. Вып. № 18 (30). Л., 1951.
3. *Белевич Е.Ф.* Районирование дельты Волги // Тр. Астраханского заповедника. 1963. Вып. 8. С. 401–421.
4. *Валединский В.В., Аполлов Б.А.* Дельта реки Волги (по данным изысканий 1919–1925 гг.) // Труды отдела портов и управления внутренних водных путей. Вып. 5, т. 1. Тифлис, 1928. 661 с.
5. *Викторов А.С.* Рисунок ландшафта. М.: Мысль, 1986. 179 с.
6. *Вольнкин И.Н.* Ландшафтная карта и ландшафтное районирование Астраханской области // Учен. зап. Астраханского гос. пед. ин-та им. С.М. Кирова. Т. 16. Вопросы географии. Астрахань, 1969. С. 119–135.
7. *Ерёмченко Е.Н.* От карт прошлого к не-картам будущего: обзор событий и концепций // От карты прошлого – к карте будущего: Сб. науч. тр. В 3-х т. / Отв. ред. С.В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2017. Т. 2. С. 62–73.
8. *Занозин В.В.* Ландшафтно-рекреационный анализ Астраханской области. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006. С. 66–69.
9. *Занозин В.В.* К вопросу о создании ландшафтной web-ГИС Астраханской области // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: Сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. (10–11 августа 2016 г.). Т. II. Кемерово: ЗапСибНЦ, 2016. С. 51–53.
10. *Занозин В.В., Бармин А.Н., Занозин В.В.* Особенности спектрометрирования природных территориальных комплексов // Геология, география и глобальная энергия. 2017а. № 4 (67). С. 149–155.
11. *Занозин В.В., Занозин В.В., Бармин А.Н.* Ретроспективный анализ структурно-функциональных особенностей естественных природно-территориальных комплексов // Геология, география и глобальная энергия. 2017б. № 2 (5). С. 104–110.
12. *Идрисов И.Р., Сизов О.С.* Ландшафтные карты для целей археологических исследований // От карты прошлого – к карте будущего: Сб. науч. тр.: В 3-х т. / Отв. ред. С.В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2017. Т. 1. С. 113–120.
13. *Исаченко А.Г.* Физико-географическое картирование. Ч. III. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1961. С. 27–30.
14. *Карабаева А.З., Быстрова И.В., Занозин В.В., Карабаева О.Г.* Характеристика морфологической структуры урочищ интразонального ландшафта центральной части дельты Волги // Естественные науки. 2012. № 3. С. 55–59 (Астрахань, Издательский дом «Астраханский университет»).

15. Колбовский Е. Ю. «Неоландшафтоведение», или нерешенные вопросы теории классической географии (Ч. 2) // Ярославский педагогический вестник. 2013. № 2, т. III (Естественные науки). С. 128–129.
16. Коновалова Т.И., Бессолицына Е.П., Владимиров И.Н. и др. Ландшафтно-интерпретационное картографирование / Отв. ред. А.К. Черкашин. Новосибирск: Наука, 2005. С. 169–171.
17. Мейснер В.И. Дельта Волги. Отчет о работах экспедиции по обследованию дельты р. Волги в 1914 г. // Материалы к познанию русского рыболовства. 1915. Т. IV, вып. 10. С. 23–60.
18. Низовцев В.А., Марченко Н.А. Антропогенный ландшафтогенез – методы и результаты исследований // Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Городец, 2004. С. 196–213.
19. Ямашкин А. А. Геоинформационные технологии в ландшафтном планировании и прогнозировании деструктивных геоэкологических процессов // Мордовия: наука, инновации, новые технологии. 2004. № 2. С. 16–21.
20. Ямашкин А. А. Синтетическое ландшафтное картографирование в региональной ГИС // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 04 (58), ч. 1. С. 54–56.

REFERENCES

1. *Atlas of the Volga Delta: geomorphology, river and coastal river rift morphodynamics*. М.: APR, 2015. 128 p. (in Russian).
2. Berg L.S. Explanatory notes to the litho-morphological map of the Volga Delta. Tr. Gos. okeanografii. inta. No 18 (30). L., 1951 (in Russian).
3. Belevich E.F. Zoning of the Volga Delta. Tr. Astrakhanskogo zapovednika. 1963. V. 8. P. 401–421 (in Russian).
4. Eremchenko E.N. From maps of the past toward non-maps of the future: an overview of events and concepts. Ot karty proshlogo – k karte budushchego: sb. nauch. tr.: v 3 t. / Отв. ред. S.V. Piankov; Perm. gos. nats. issled. un-t. Perm, 2017. V. 2. P. 62–73 (in Russian).
5. Idrisov I.R., Sizov O.S. Landscape maps for archaeological research purposes. Ot karty proshlogo – k karte budushchego: sb. nauch. tr.: v 3 t. / Отв. ред. S. V. Piankov; Perm. gos. nats. issled. un-t. Perm, 2017. V. 1. P. 113–120 (in Russian).
6. Isachenko A.G. Physical and geographical mapping. Part III. L. Publishing house of the Leningrad University, 1961. P. 27–30 (in Russian).
7. Karabaeva A.Z., Bystrova I.V., Zanozin V.V., Karabaeva O.G. Characteristics of the morphological structure of the tracts intrazonal landscape of the Central part of the Delta of the Volga. Estestvennyye nauki. Astrakhan: Izdatelskiy dom "Astrakhanskiy universitet", 2012. No 3. P. 55–59 (in Russian).
8. Kolbowski E.Y. "Neolandscape Science" or Unresolved Questions of the Classical Geography Theory (Part 2). Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik. 2013. No 2, V. III (Natural Sciences). P. 128–129 (in Russian).
9. Konovalova T. I., Bessolitsyna E.P., Vladimirov I.N. et al. Landscape interpretation mapping / Отв. ред. А. К. Черкашин. Новосибирск: Наука, 2005. P. 169–171 (in Russian).
10. Meisner V.I. Volga Delta. The report on the work of the expedition for the survey of the Delta of the Volga river in 1914. Materialy k poznaniyu russkogo rybolovstva. 1915. T. IV, V. 10. P. 23–60 (in Russian).
11. Nizovtsev V.A., Marchenko N.A. Anthropogenic landscape Genesis – methods and research results. Funktsionirovaniye i sovremennoye sostoyaniye landshaftov. М.: Gorodets, 2004. P. 196–213 (in Russian).

12. *Valedinsky V.V., Apollov B.A.* Delta of the Volga river (according to surveys of 1919–1925). *Trudy otdela portov i upravleniya vnutrennikh vodnykh putey*. V. 5, t. 1. Tiflis, 1928. 661 p. (in Russian).
13. *Viktorov A.S.* The picture of the landscape. Moscow: Mysl, 1986. 179 p. (in Russian).
14. *Volynkin I. N.* Landscape map and landscape zoning of the Astrakhan region. *Uchenyye zapiski Astrakhanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta imeni S.M. Kirova*. V. 16. Geography issues. Astrakhan, 1969. P. 119–135 (in Russian).
15. *Zanozin V.V.* To the issue of landscape web-GIS creation in Astrakhan region. *Nauchno-tekhnicheskii progress: aktualnyye i perspektivnyye napravleniya budushchego: sbornik materialov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (August 10–11, 2016). V. II. Kemerovo: Zapsib, 2016. P. 51–53 (in Russian).
16. *Zanozin V.V.* Landscape and recreational analysis of the Astrakhan region. Astrakhan: publishing house "Astrakhan University", 2006. P. 66–69 (in Russian).
17. *Zanozin V.V., Barmin A.N., Zanozin V.V.* Features of spectrometry of natural territorial complexes. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya*. Scientific and technical journal. 2017. No 4 (67). P. 149–155 (in Russian).
18. *Zanozin V.V., Zanozin V. V., Barmin A. N.* A retrospective analysis of structural and functional features of natural-territorial complexes. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya*. Scientific and technical journal. 2017. No 2 (5). P. 104–110 (in Russian).
19. *Yamashkin A. A.* Geoinformation technologies in landscape planning and prediction of destructive geocological processes. *Mordoviya: nauka, innovatsii, novyye tekhnologii*. 2004. No 2. P. 16–21 (in Russian).
20. *Yamashkin A. A.* Synthetic landscape mapping in regional GIS. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2017. No 04 (58). V. 1. P. 54–56 (in Russian).