

Саратов 2025

Введение. Город Саратов, расположенный на реке Волге, требует постоянного мониторинга водных ресурсов из-за антропогенных воздействий. Дистанционное зондирование (ДЗ) является эффективным инструментом для анализа состояния акватории, предоставляя данные о качестве воды, растительности и уровня воды.

Задачи дистанционного зондирования:

Мониторинг качества воды: Определение загрязняющих веществ.

Изучение растительности: Анализ водной флоры.

Изменения уровня воды: Отслеживание сезонных колебаний.

Влияние антропогенной деятельности: Выявление источников загрязнения.

Данные от спутников Landsat обрабатываются с использованием ГИС и программного обеспечения, что позволяет выявлять изменения в цвете воды, указывающие на загрязнение, и анализировать состояние водной растительности.

Цели и задачи исследования:

Цель магистерской работы — оценить состояние Волгоградского водохранилища в Саратова для анализа эвтрофикации. Задачи включают:

Методы исследования:

Методы включают описательный анализ, изучение литературных источников, картографию и обобщение данных. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения и приложений.

Дистанционное зондирование служит ключевым инструментом для мониторинга экосистем крупных водохранилищ.

1 Теоретические аспекты данных дистанционного зондирования

Дистанционное зондирование – это процесс сбора информации об объекте, территории или явлении без непосредственного физического контакта. К нему относятся все виды неконтактных съемок, осуществляемых с различных измерительных платформ, включая воздушные и космические аппараты, суда и наземные станции. Снимок определяется как двумерное метрическое изображение, полученное в результате дистанционной регистрации или измерения собственного/отраженного излучения, и представляет собой целесообразную форму измерения и визуализации географической информации. За последние десятилетия значительно возрос объем, разнообразие и качество материалов дистанционного зондирования, и накоплен обширный фонд аэрокосмических снимков, покрывающих всю поверхность Земли, часто с многократным перекрытием [1].

1.1 Сущность ДДЗ и его функциональные области

Дистанционные приборы предназначены для измерения характеристик удаленных объектов и требуют стабильной платформы, расположенной на определенном расстоянии от исследуемого объекта или поверхности. Эти платформы могут находиться на Земле, в воздухе (на самолетах), в космосе (на космических кораблях) или на спутниках, находящихся вне атмосферы. Спутники имеют уникальные характеристики, которые делают их особенно эффективными для дистанционного зондирования земной поверхности.

В УФ-области наблюдается значительно более низкая интенсивность излучения по сравнению с видимым и ИК-диапазонами. Участок ультрафиолета в диапазоне 0,1–0,2 мкм полностью поглощается молекулярным кислородом атмосферы и не достигает поверхности Земли ниже 60 км. УФ-излучение в диапазоне 0,2 до 0,4 мкм достигает озонного слоя на высоте 15–25 км, который защищает Землю от вредного воздействия УФ-

лучей, и лишь небольшая часть длинноволнового УФ достигает поверхности. Сенсоры УФ-излучения на космических аппаратах должны обеспечивать увеличение яркости изображения не менее чем в 100 раз. В УФ-диапазоне возможно обнаружение заражения почв и сельскохозяйственных культур, состояния урожая и определения загрязняющих веществ [2, 3].

1.2 Спектральный анализ и его особенности

Различные спектральные диапазоны требуют применения уникальных технологий съемки, что обуславливает разнообразие типов получаемых изображений.

Фотографические снимки создаются путем покадровой регистрации отраженного земными объектами солнечного излучения на фотопленку. Аэрофотоснимки получают с самолетов и вертолетов, космические снимки – со спутников, космических кораблей и орбитальных станций, подводные снимки – с помощью опускаемых в воду фотокамер, а наземные – с использованием фототеодолитов.

Различные элементы земной поверхности (растительность, почвы, вода) по-разному отражают падающее излучение в разных зонах электромагнитного спектра. График зависимости спектральной отражательной способности объекта от длины волны называется кривой спектральной отражательной способности. Вид этой кривой позволяет изучить спектральные характеристики объекта и имеет значение при выборе спектрального диапазона для сбора данных дистанционного зондирования.

Ход кривых спектральной отражательной способности меняется в зависимости от состояния объекта. Например, различаются кривые сухой и влажной почвы, водоемов с чистой и загрязненной водой, лесов в разное время года [4, 5].

2 Экология водных объектов

2.1 Объект изучения экологии водных объектов

Экология водных объектов представляет собой важную и многогранную область исследований, охватывающую взаимодействие живых организмов с их окружающей средой в водных экосистемах. Вода, как жизненно необходимый ресурс, играет ключевую роль в поддержании биологического разнообразия и обеспечении устойчивости экосистем. Она не только является домом для множества видов, но и выполняет критически важные функции в глобальных биогеохимических циклах.

Понимание экологии водных объектов имеет огромное значение для защиты и восстановления экосистем, поскольку они подвержены многочисленным угрозам, таким как загрязнение, изменение климата и нарушение естественных водных режимов. Изучение этих процессов помогает выявлять причины деградации водных ресурсов и разрабатывать стратегии их сохранения и устойчивого использования.

Каждый организм в природной экосистеме производит потенциально загрязняющие окружающую среду отходы. Устойчивость экосистемы определяется тем, что отходы одних организмов становятся пищей или сырьем для других. В сбалансированных экосистемах эти отходы не накапливаются до уровней, вызывающих неблагоприятные изменения, а разлагаются и рециркулируют, что сохраняет стабильность и здоровье экосистемы в целом [6, 7].

2.2 Основные задачи экологии водных объектов в ГИС

Геоинформационный анализ включает в себя разнообразные методы и техники, позволяющие извлекать ценную информацию из географических данных.

Функции работы с пространственными и атрибутивными базами данных представляют собой набор инструментов для эффективного управления географической информацией. Они включают в себя:

- Редактирование структуры базы данных в соответствии с изменяющимися потребностями.
- Ввод, обновление и редактирование данных, а также генерацию производной информации на основе результатов пространственного анализа, моделирования, пространственных и атрибутивных запросов.
- Поиск и выборку объектов, отвечающих определенным условиям или критериям.
- Формирование и редактирование данных для обеспечения их актуальности и точности.
- Анализ и автоматическую корректуру топологической корректности пространственных данных, выявление самопересечений, наложений площадных объектов, пустот между объектами, недоводов линейных объектов, избыточных узлов и других ошибок.

В результате геоинформационного анализа пользователи получают возможность визуализировать, анализировать и интерпретировать географические данные, что способствует принятию обоснованных решений в различных областях, таких как землепользование, транспортное планирование, экологический мониторинг и другие.

2.3 Влияние гидрологических и антропогенных процессов на экологию водного объекта

Формирование качества водных ресурсов: взаимодействие природы и человека. Качество воды, как поверхностной, так и подземной, определяется сложным переплетением естественных процессов и антропогенного воздействия. Рассмотрим эти факторы подробнее.

Факторы естественного происхождения:

Природные силы оказывают существенное влияние на состав и свойства воды:

Водная и ветровая эрозия: Разрушение горных пород и почв под воздействием воды и ветра приводит к выносу твердых частиц, минералов и органических веществ в водные объекты. Это увеличивает мутность воды, изменяет ее химический состав и может способствовать эвтрофикации.

Химическое взаимодействие воды с горными породами: Вода, контактируя с горными породами на дне и берегах водоемов, растворяет минералы и другие вещества. Это изменяет химический состав воды, определяя ее минерализацию, жесткость и содержание специфических элементов (например, железа, марганца, фтора).

Взаимосвязь поверхностных и подземных вод: Поверхностные и подземные воды тесно взаимосвязаны, обмениваясь водой и растворенными веществами. Подземные воды могут питать поверхностные водоемы, обеспечивая их стабильный уровень и состав. В то же время, поверхностные воды могут проникать в подземные горизонты, загрязняя их [8].

3 Создание индексных карт для анализа акватории

3.1 Методика выполнения сбора данных для индексных карт

Индексные карты являются важным инструментом в географических и картографических исследованиях. Они служат для систематизации и визуализации пространственной информации, обеспечивая комплексное представление о различных аспектах территорий. В работе будет представлено выполнение и построение индексных карт, которая включает в себя несколько ключевых этапов. Работа будет выполняться на основе сверки снимков, информации о температурном режиме местности и гидрологических циклов водоемов местности [9, 10].

3.2 Работа с извлеченными ДДЗ и создания индексных растров

Готовые данные, прошедшие отбор, используются в итоговом анализе, после которого будут утверждены лишь те, которые имеют более точные данные и меньшее количество артефактов.

Для построения индексных растров была выбрана программа QGIS. Используя инструмент «Калькулятор растров», можно складывать растровые документы для получения индексных растров, которые впоследствии используются для создания растров. Применяя формулы с расшифровкой значений растровых каналов было создано 80 различных индексных растров. Каждый индексных растр был тщательно проанализирован на логичность и сопоставлен с цветным космоснимком на основе сложения комбинации 4,3,2 канала(стандартным цветным изображением земли). Для проверки сопоставления температурного режима был использован термальный канал(с атмосферной поправкой) и данные метеорологических служб [11].

3.3 Создание итоговых растров по состоянию акватории г.Саратов

Для создания итоговых значений из 80 предварительно подготовленных растров было отобрано 48 индексных растров. На основе значений этих растров будет проведен итоговый анализ, выявлена закономерность, логичность значений, построены три итоговых раstra.

На основе полученных данных было выделены значения, которые опираются на значения используемых индексов:

>0 – 0.006 – чистая вода, без признаков эвтрофикации.

0,006 - 0,011 – довольно чистая вода с малым признаком эвтрофикации.

0,011 – 0,018 – вода имеет включения с средним признаком эвтрофикации.

0,018 – 0,02 – вода довольно мутная, с высоким признаком эвтрофикации.

0,02 – 0,023 – вода очень мутная и с завышенном признаком эвтрофикации.

0,023 – 0,025 – вода очень мутная, с низко-средним наличием водорослей.

0,025 – 0,027 – вода очень мутная, с средним наличием водорослей.

0,027 – 0,03 – вода насыщена включениями, с высоким наличием водорослей.

0,03> -- вся поверхность воды находится в цветущих водорослях.

Данная шкала имеет дополнительные правки, так как показатель больше характерен для проточной воды. Для точного определения участка стоит рассматривать тип водного объекта. Так как в стоячей воде показатель может характеризовать другое состояние водного объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение хотелось бы отметить, что цель дипломной работы, заключающаяся в оценке состояния Волгоградского водохранилища в районе г. Саратова на основе данных дистанционного зондирования для выявления и анализа эвтрофикации водного объекта, была успешно достигнута.

Проведенный анализ акватории города Саратова позволил выявить высокий уровень эвтрофикации воды в особенности в местах с малым количеством проточной воды. Состояние акватории на данный момент является неудовлетворительным и требует серьезного вмешательства для изменения состояния воды. Река Волга является важным местом для промысла рыб, отдыха людей, сельского хозяйства, промышленного производства и судоходства. В случае ухудшения состояния воды видовой состав рыб в реке резко сократится, сельское хозяйство начнет испытывать серьезные проблемы с качеством воды, производственная отрасль будет тратить больше средств для использования воды, а места отдыха для людей значительно сократятся.

Полученные результаты могут быть использованы в экологической охране водных объектов, научно-исследовательских работах, производственных работах для выявления эвтрофикации воды, в экологическом мониторинге состояния воды.

В ходе написания магистерской работы, были достигнуты поставленная цель и задачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс]: Epizodsspace Airbase – URL: <https://epizodsspace.airbase.ru/bibl/sutyrina/distantsionnoe/sutyrina-distantsionnoe-2013.pdf>, (дата обращения: 10.04.2024). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 2 Методы дистанционных исследований [Электронный ресурс]: Geo BSU – URL: <https://geo.bsu.by/images/pres/cart/md01.pdf>, (дата обращения: 05.02.2025). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 3 Методические указания по дистанционному зондированию Земли [Электронный ресурс]: Studfile – URL: <https://studfile.net/preview/16571950/page:5/>, (дата обращения: 02.02.2024). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 4 Данные дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс]: Scilead – URL: <https://scilead.ru/article/4466-dannie-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli>, (дата обращения: 12.03.2025). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 5 Обзорная статья [Электронный ресурс]: CORE – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/11334633.pdf>, (дата обращения: 10.05.2024). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 6 Факторы формирования Surface Waters [Электронный ресурс]: PSU – URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/dvinskix-factory-formirovaniya-i-elementy-xim-sostava-poverxnostnyx-vod.pdf>, (дата обращения: 14.02.2024). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 7 Вода как объект анализа [Электронный ресурс]: ECTS – URL: https://www.ects.ru/images/422/File/xuramshina_i.z._voda_kak_objekt_analiza.pdf, (дата обращения: 01.05.2025). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 8 Экология водных объектов [Электронный ресурс]: Яндекс – URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1747927057&tld=ru&lang=ru&name=978->

5-7996-2603-7_2019.pdf&text=Экология%20водных%20объектов, (дата обращения: 13.03.2025). – Загл. с экрана. – Яз. рус.

9 Водные ресурсы [Электронный ресурс]: Terra Journal – URL: <https://terjournal.ru/2019/id85/>, (дата обращения: 07.01.2025). – Загл. с экрана. – Яз. рус.

10 Археологический исследователь [Электронный ресурс]: USGS – URL: <https://arthexplorer.usgs.gov>, (дата обращения: 10.02.2025). – Загл. с экрана. – Яз. англ.

11 Главный сайт [Электронный ресурс]: HMN – URL: <https://www.hmn.ru/index.php?index=76&value=34172>, (дата обращения: 10.04.2024). – Загл. с экрана. – Яз. рус.