

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, МОЛОДЁЖИ И СПОРТА  
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ «МАЛАЯ  
АКАДЕМИЯ НАУК «ИСКАТЕЛЬ»**

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды  
им. Б.В. Всесвятского (с международным участием)**

**Номинация: «Геоинформатика»**

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

**Работу выполнил:**

**Кувейда Николай Николаевич,**

учащийся 10 класса

муниципального бюджетного

общеобразовательного учреждения

«Симферопольская академическая

гимназия» муниципального образования

городской округ Симферополь Республики

Крым, обучающийся ГБОУ ДО Республики

Крым «МАН «Искатель»

**Научный руководитель:**

**Кичижиева Марина Валериевна,**

педагог дополнительного образования

государственного бюджетного учреждения

дополнительного образования «МАН

«Искатель» городской округ Симферополь

Республики Крым

г. Симферополь – 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных сокращений	3
Введение	4
Основная часть	6
1. Теоретическая часть	6
2. Практическая часть	11
2.1 Материалы исследования	11
2.2 Методы исследования	11
2.3 Результаты исследования	11
Выводы	18
Заключение	19
Список использованных источников	20

### ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

1. ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли.
2. УК-радиоволны – ультракороткие волны.
3. УФ-диапазон – ультрафиолетовый диапазон.
4. ИК-волны – инфракрасные волны.
5. ИК-диапазон – инфракрасный диапазон.
6. КА – космический аппарат.

## ВВЕДЕНИЕ

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – наблюдение поверхности Земли с помощью наземных, авиационных, космических средств, которые оснащены различной съёмочной аппаратурой. Рабочий диапазон длин волн, которые принимает аппаратура, от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны) [1]. Методы зондирования могут быть пассивными и активными. *Пассивные методы* используют естественно отражённое или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, которое обусловлено солнечной активностью. *Активные методы* используют вынужденное излучение объектов, которое вызвано искусственным источником направленного действия. Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата (КА) имеют высокую зависимость от степени прозрачности атмосферы Земли. Поэтому на КА используют многоканальное оборудование обоих типов зондирования, которые регистрируют электромагнитные излучения в различных диапазонах.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) имеют высокую степень важности для картирования особенностей многих земных ландшафтов и инфраструктур, управления природными ресурсами и изучения изменений в окружающей среде. Благодаря тому, что совершенствуются технологии получения и автоматизированного тематического дешифрирования ДЗЗ, материалы космических съёмок высокого разрешения стали одним из наиболее оперативных, надёжных и эффективных источников информации для мониторинга состояния и динамических изменений [2].

*Теоретическая значимость* дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) заключается в том, что оно позволяет получать информацию о взаимосвязанных процессах в природной среде, о состоянии территорий, объектов, процессах и динамике их изменения. Благодаря этому возможно наиболее точно оценивать состояние окружающей среды, проводить аналитические расчёты и принимать управленческие решения [2,3].

*С практической стороны* ДЗЗ имеет высокую степень важности, и позволяют реализовать его способности во многих областях человеческой деятельности. Так, в лесном и сельском хозяйстве по данным космических снимков можно прогнозировать урожай, оценивать качество агротехнических и агрохимических мероприятий. В водном хозяйстве на основании полученных космоснимков обосновывают проекты мелиоративных и водохозяйственных объектов, осуществляют прогнозирование потенциальных районов промысла рыбы, а также проводят контроль загрязнения морей и океанов. В геологоразведке на основании данных снимков создают геологические карты, определяют перспективные участки для поиска залежей полезных ископаемых. Высока практическая значимость ДЗЗ при ликвидации последствий стихийных бедствий – зондирование позволяет оперативно оценивать быстроменяющиеся явления (таяние льдов, сход снежных покровов), контролировать вырубку лесных массивов, циклоны, обнаруживать наводнения [2-4].

На основании полученной теоретической информации была сформирована **гипотеза** – используя доступные исходные данные, возможно выполнить

мониторинг изменений водной поверхности водохранилища на определённом временном отрезке. Отправной точкой для выполнения послужили материалы Ступина В.П., Шинкаренко С.С., а также новые технические возможности в Крыму для ДЗЗ [1,5-10].

**Целью** нашей работы является представление теоретических основ физики при дистанционном зондировании Земли и некоторого его практического применения.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд **задач**:

1. Изучить литературные данные по теме исследования.
2. Определить доступные возможности самостоятельного выполнения анализа.
3. Выполнить мониторинг полученных данных.

**Объект исследования:** дистанционное зондирование Земли.

**Предмет исследования:** физические основы и практические данные дистанционного зондирования.

**Методы исследования:** эмпирические (наблюдение, сравнение), экспериментально-теоретические (анализ), теоретические (изучение, обобщение).

**Актуальность работы** определена возможностью получать своевременную, достоверную и объективную информацию о поверхности планеты и проводить анализ её физических характеристик.

Полученные результаты сформировали **перспективу** дальнейших исследований в отношении проведения агромониторинга, как возможности контроля площадей посевов, распознавания определённых культур, прогнозирования начала их болезней, оценки запаса воды в почвах, содержания элементов питания.

Работа имеет прикладной характер и её результаты могут быть использованы как элемент просветительской работы в повышении цифровой грамотности сверстников.

Автор самостоятельно провёл анализ доступных данных различных источников и выполнил практические определения и расчёт динамики изменения водной поверхности.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### РАЗДЕЛ 1

#### Теоретическая часть

*Представлено понимание физических основ и принципов дистанционного зондирования Земли.*

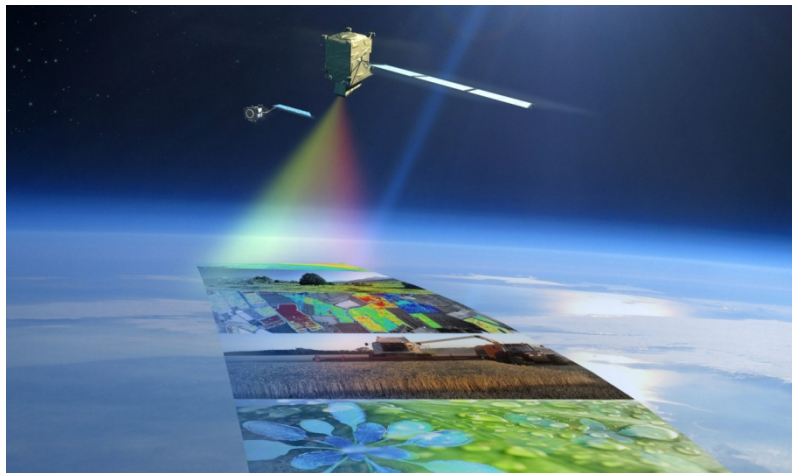


Рис.1.1. Иллюстрация принципа ДЗЗ

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – это получение информации о земной поверхности (включая и расположенные на ней объекты) без непосредственного контакта с этой поверхностью путём регистрации проходящего от нее электромагнитного излучения (рис.1.1). Человеческий глаз является наглядным примером устройства дистанционного зондирования: происходит получение информации об окружающей среде путём измерения количества и определения характера отражения энергии видимого света от какого-либо внешнего источника (Солнца или электрической лампочки) по мере того, как он отражается от объектов в поле зрения [11].

Суть ДЗЗ заключается в интерпретации результатов измерения электромагнитного излучения, которое отражается либо излучается объектом и регистрируется в некоторой удалённой от него точке пространства. Существующие аэрокосмические методы исследования получают информацию об удалённом объекте (местности) с помощью электромагнитного излучения, которое характеризуется интенсивностью, спектральным составом, поляризацией и направлением распространения.

Общей физической основой ДЗЗ является функциональная зависимость между зарегистрированными параметрами собственного или отражённого излучения объекта и его биогеофизическими характеристиками и пространственным положением. Физические основы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) включают изучение и понимание электромагнитного излучения, его видов и диапазонов, влияния атмосферы на распространение излучения (чистота и прозрачность, то есть окна прозрачности атмосферы). То есть, ДЗЗ – это четыре основных составляющих: электромагнитный спектр, Солнечное излучение, отражение и излучение поверхности Земли [12,13].

Существует несколько источников электромагнитных волн в ДЗЗ: собственное излучение Земли, излучение Солнца, отражённое от поверхности Земли, и

искусственное излучение, которое отражено от поверхности Земли. Спектр электромагнитных волн – последовательность этих волн, классифицированная по длинам. Большинство современных аэрокосмических методов основано на использовании оптических и УК-радиоволн (0,3 мкм – 3 м).

Отражённое от поверхности солнечное излучение регистрируется в следующих диапазонах. *Оптические волны* (0,001-1000 мкм): ближний УФ-диапазон (0,001-0,38 мкм, «Чёрный свет» – не распознаётся человеческим глазом), видимый диапазон (0,38–0,72 мкм); *ИК-волны* (0,72-1000 мкм): в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне (0,72–1,35 мкм), в среднем ИК-диапазоне (1,35–3,5 мкм) и в дальнем ИК-диапазоне (3,5-1000 мкм) [14].

Окна прозрачности атмосферы — это спектральные области, где излучение проходит с относительно малым ослаблением (атмосфера может поглощать часть лучей), они в основном расположены в видимом и инфракрасном диапазонах волн. В тоже время верно сказать, что тепловая (ИК-съёмка) возможна только в местах этих окон. Окна прозрачности бывают: 1) "большое окно": 0,3-1,3 мкм (видимый диапазон); 2) 0,74—2,40 мкм (ИК-диапазон); 3) 3,40—4,20 мкм (ИК-диапазон); 4) 8,0—13,0 мкм (тепловой ИК-диапазон); 5) 0,5 мм и более 10м (микроволновый и радиодиапазон – наибольшая прозрачность).

Солнечное излучение, достигая Земли, частично отражается поверхностью, частично поглощается, превращается в тепловую энергию и составляет собственное излучение Земли [14,15].

Дистанционное зондирование в видимом диапазоне основано на наблюдении яркости рассеянного и отраженного земной поверхностью солнечного света. Камеры: МСУ-Э, NOAA.

При фотосъёмке спектральный диапазон фотографирования охватывает видимую часть ближней инфракрасной зоны (до 0,86 мкм). Спектрометрическая съёмка: (0,30—1,40 мкм), фиксирует спектральное распределение отражательного радиационного излучения, используется для измерения альбедо горных пород. Но все съёмки возможны только в упомянутых окнах.

В зависимости от зернистости и крутизны пограничной кривой фотоматериалы по-разному передают очень мелкие детали изображения. Возможность отдельного воспроизведения слоев мелких близко расположенных деталей изображения характеризуется разрешающей способностью. Её определяют по фотоизображению стандарта – миры. *Штриховая мира* состоит из элементов с различным числом штрихов, приходящихся на один погонный миллиметр.

При выборе фотоснимков для дешифрирования важно заранее знать размер на местности того минимального реального объекта, который изображается. Для этого используют пространственное разрешение: для фотоснимков – линейное  $LR = IRM = M/2RCH$ , для цифровых –  $PIX$ ,  $LR = PIX$  [3,8,12].

Сама съёмка также бывает нескольких видов. Чёрно-белая – эмульсия черно-белых плёнок может быть чувствительна к разным участкам видимой области спектра из-за взвешенных кристаллов бромистого серебра. Наиболее широкий участок охватывают панхроматические и изопанхроматические пленки, однако они крупнозернистые, что отрицательно сказывается на качестве фотоснимков – при

проявлении кристаллы преобразуются в металлическое серебро, оно чёрного цвета. Степень почернения фотографии оценивается оптической плотностью – десятичным логарифмом непрозрачности.

Цветная фотосъёмка – в светочувствительный фотографический слой дополнительно введена цветообразующая компонента (распространены Ж, П и Г). Цветная негативная пленка имеет три светочувствительных слоя, что позволяет после позитивного процесса получить правильную цветопередачу.

Спектрзональная фотосъёмка – при съёмке через толщу атмосферы, которая сильно рассеивает коротковолновое излучение, применяют трехслойные цветные фотоматериалы (нет синечувствительного слоя, есть чувствительный к ИК). Такие плёнки дают изображение в преднамеренно искаженных (ложных) цветах, но с сильным цветовым контрастом объектов. При печати путем подбора светофильтров можно изготовить отпечатки с максимально натуральной цветопередачей. Спектрзональные снимки имеют преимущества перед цветными по количеству раздельно воспринимаемых цветов и их оттенков.

Многозональная съёмка (это серия из нескольких черно-белых снимков) – применяется чёрно-белая плёнка (изопанхроматическая) и светофильтры, разделяющие световой поток на отдельные участки спектра [4,13,14].

Сканерная съёмка – поэлементное считывание вдоль узкой полосы отражённого земной поверхностью излучения. Развёртка изображения идет за счёт движения носителя, поэтому оно принимается непрерывно. Излучение, поступившее от источника, преобразуется в электрический сигнал, затем в виде радиосигнала сбрасывается на Землю, где снова преобразуется в электрический сигнал и фиксируется на магнитных носителях. Снимки дискретного характера, данная съёмка по геометрическим свойствам уступают фотографическим. Чаще выполняется в многозональном варианте. При выполнении съёмки получают несколько видов снимков. По обзорности: *глобальные* (освещенное полушарие, ширина зоны охвата >10 тыс. км, сотни миллионов кв. км – территориальный охват), *крупнорегиональные* (материки, 500-3000 км, миллионы кв. км), *региональные* (регионы и их части, 350x350, 180x180, 60x60 кв. км), *локальные* (небольшие участки местности, 10x10 кв. км). По масштабу: *сверхмелкомасштабные* (1:10000000 – 1:100000000), *мелкомасштабные* (1:1000000 – 1:10000000), *среднемасштабные* (1:100000 – 1:1000000), *крупномасштабные* (1:10000 – 1:100000). По пространственному разрешению: снимки *низкого разрешения* (лин.разр.= n1000 м), *среднего разрешения* (лин.разр.= n100 м), *относительно высокого разрешения* (лин.разр.= n10 м, 30-100), *высокого разрешения* (лин.разр.= n10 м, 10-30), *очень высокого разрешения* (лин.разр.= n1 м), *сверхвысокого разрешения* (лин.разр. меньше 1 м) [4,12-15].

Все полученные снимки хранятся в определённых накопителях. Оперативная информация со спутников «Ресурс-О», «Океан-О» – Научный центр оперативного мониторинга Земли Росавиакосмоса; фотографическая со спутников «Ресурс-Ф» – в картографической службе (Государственный научно-производственный центр «Природа»). Есть коммерческие компании (ассоциация оборонных ведомств «Совинформспутник»). Крупнейшим архивом снимков оперативных

метеорологических, океанологических, экологических спутников США располагает национальная гидрометеорологическая служба США «NOAA» (National Oceanic and Atmospheric Administration), с несколькими специализированными центрами по климатическим, океанографическим, геофизическим данным. Разветвленная система, включающая 9 тематических центров данных, используется при выполнении важнейшей современной программы изучения Земли как планеты – «EOS» (Earth Observing System). У гидрометеорологической службы США «NOAA» и геологической «USGS» (United States Geological Survey) обширный архив снимков со спутников Landsat более чем 10-летней давности, а новые материалы съемок хранит и распространяет частная компания Space Imaging. В Европе архивирование и распространение снимков с европейских, американских, японских спутников выполняет фирма Eurimage, а снимков со спутников SPOT— французская Spotimage. Национальные архивы снимков созданы в Японии, Индии, Китае, Корее, Австралии. Все материалы целесообразно рассматривать единым фондом космических снимков, знание которого помогает в работе, обеспечивая правильный выбор поступающих с многочисленных спутников разного назначения материалов для решения определенных задач, грамотный поиск и использование архивных материалов съемок для изучения динамики различных объектов по разновременным снимкам. Снимки подвергаются дешифрированию – оно основано на зависимости между свойствами объектов и характером воспроизведения на снимках, включает три стадии: обнаружение, распознавание, интерпретация. В определяются качественные, количественные характеристики объектов, результат представляют в графической, текстовой, цифровой форме. То есть, возможно извлечение качественной геоинформации со снимков при их непосредственном рассматривании. Визуальное дешифрирование – комплексное рассмотрение всех объектов. Дешифровочные признаки бывают прямые (геометрические, яркостные, структурные) и косвенные (признаки других объектов, то есть индикаторы объектов, свойств объектов и движения или изменений). Геометрические признаки в свою очередь бывают: *форма* – результативный прямой признак, надёжный, отличает антропогенные объекты от природных; *тень* – позволяет судить о пространственной форме объектов на одиночном снимке (рельеф, вышки, ЛЭП), может быть собственная и падающая; *размер* – не надёжный, работа с крупномасштабными снимками, сравнение с объектом известного размера. Яркостные дешифровочные имеют невысокую надёжность: *фототон* – оптическая плотность изображения, определяется яркостью объекта и спектральной зоной съемки, помогает разделить поверхность на зон; цвет – удобно, но меняется под влиянием множества факторов; *спектральный образ* – набор тонов изображения объекта на серии зональных снимков. Структурные признаки – *пространственное распределение* элементов изображения, их размещение, повторяемость; *текстура* – сочетание элементов изображения на низшем уровне, воспринимается как различия в фототоне неопределенной формы; *структура* – крупные элементы, у которых распознают форму, размер; *рисунок* – устойчивые сочетания разных структур, типичных для определенных объектов [16-19].

*Таким образом, получилось сформировать на доступном возрастном уровне представление о самом предмете ДЗЗ, его принципах действия и понимание использования полученной информации.*

## РАЗДЕЛ 2

### Практическая часть

*Представлены материалы и методы исследования, полученные результаты. Методология работы была сформирована на основании возрастных возможностей и знаний исследователя.*

#### **2.1. *Материал исследования***

Аналитическим материалом для исследования послужили снимки из архива данных [6,18,19], а также данные архива программы Google Earth Pro. На основании изученного теоретического материала сформировался практический интерес оценить динамику состояния Симферопольского водохранилища в различные отрезки времени.

#### **2.2. *Методы исследования***

Применяли эмпирические (наблюдение, сравнение), экспериментально-теоретические (анализ), теоретические (изучение, обобщение) методы.

#### **2.3. *Результаты исследования***

Непосредственно практическая часть работы выполнялась по плану.

1. Получение исторической справки об объекте исследования.
2. Оценка параметров внешнего влияния на изменения площади.
3. Анализ динамических данных на основании ДЗЗ.

Для практического применения возможностей ДЗЗ изначально ознакомились с некоторыми историческими фактами в отношении Симферопольского водохранилища. Это позволило понять, что объект непосредственного практического применения возможностей ДЗЗ существует длительный период времени и сформировал определённые устойчивые границы. Как объект, водохранилище было задумано 23.01.1914 года, но в силу обстоятельств непосредственно к строительству обратились в 1945 году. Чашу водоёма в привычных границах заполнили только в 1956 году и изначально использовали для технических потребностей. Длина объекта около 7 километров, ширина – 1,5 километра, средняя проектная глубина – планировалась 11 метров с допуском максимальной 32 метра. В 1961 году с ростом города Симферопольское водохранилище получает статус питьевого.

Следовательно, мы имеем дело со стационарным и интенсивно эксплуатируемым объектом.

Особенности существования водохранилища связаны с возможностью наполняться от естественных источников. В данном случае основными считаются осадки. Проведя анализ доступных данных, установили, что в 1979-2023 годах в Крыму отмечались разные по интенсивности периоды осадков (рис.2.1).

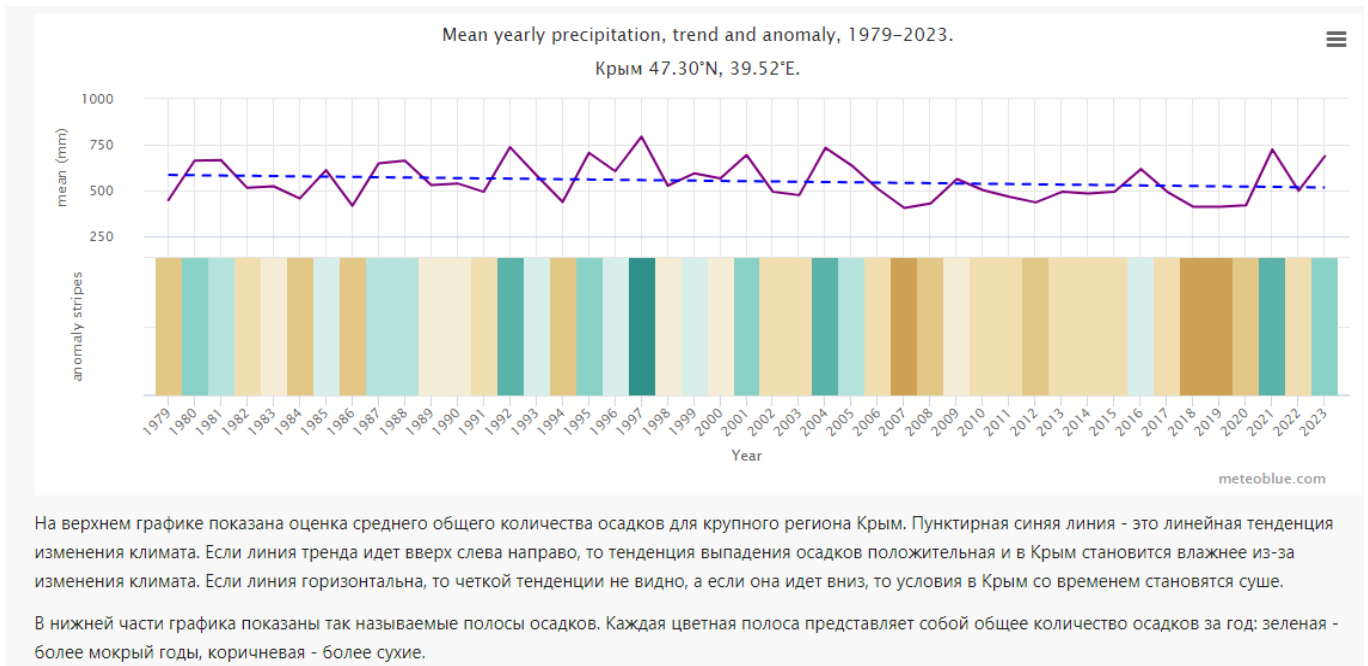


Рис. 2.1. Изменения количества осадков за год

Со второй половины 2021 года в Крыму начался многоводный период – всего в водохранилища поступило естественным стоком 400 млн.куб.м воды.

Таким образом, возникает интерес динамического наблюдения изменений площади водохранилища на основании возможностей ДЗЗ.

Изначально мы представляем архивные снимки 1975 и 1984 года (рис.2.2, 2.3), которые позволяют оценить технические возможности ДЗЗ, качество получаемых снимков и первоначальный вид объекта.

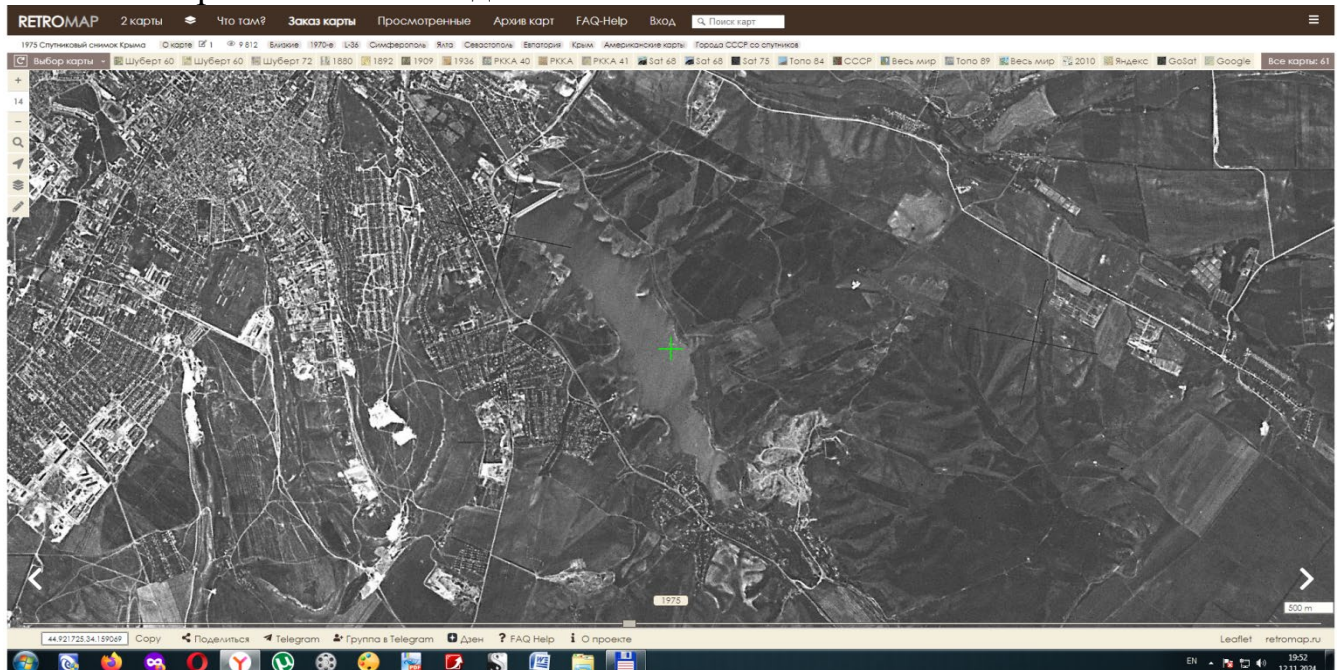


Рис.2.2. Данные 1975 года.

Снимок имеет недостаточную точность краёв водохранилища и окружающих объектов. Однако, позволяет понимать дистанционно размеры и общий вид.

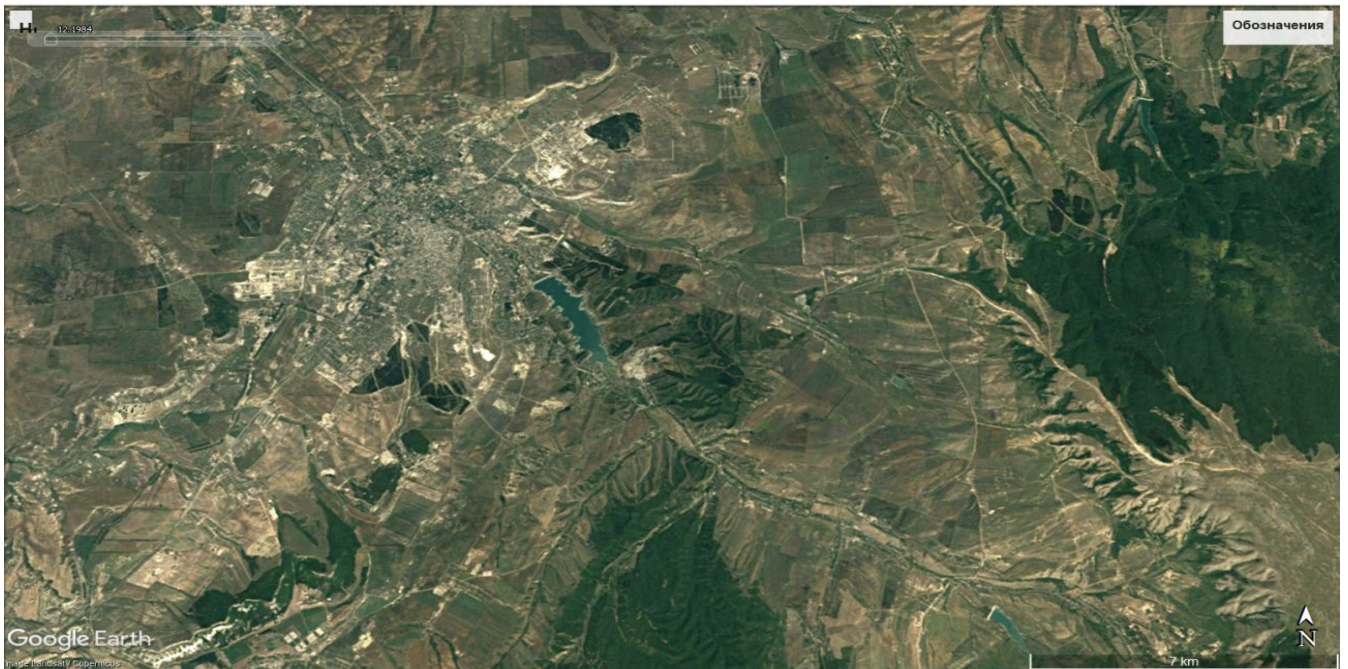


Рис.2.3. Данные декабрь 1984 год.

Данные периода 1984 года показывают лучшее качество получаемого изображения.

Далее на рис.2.4 – 2.12 представлена информация изменения технических возможностей самого ДЗЗ и динамические изменения площади водного зеркала.

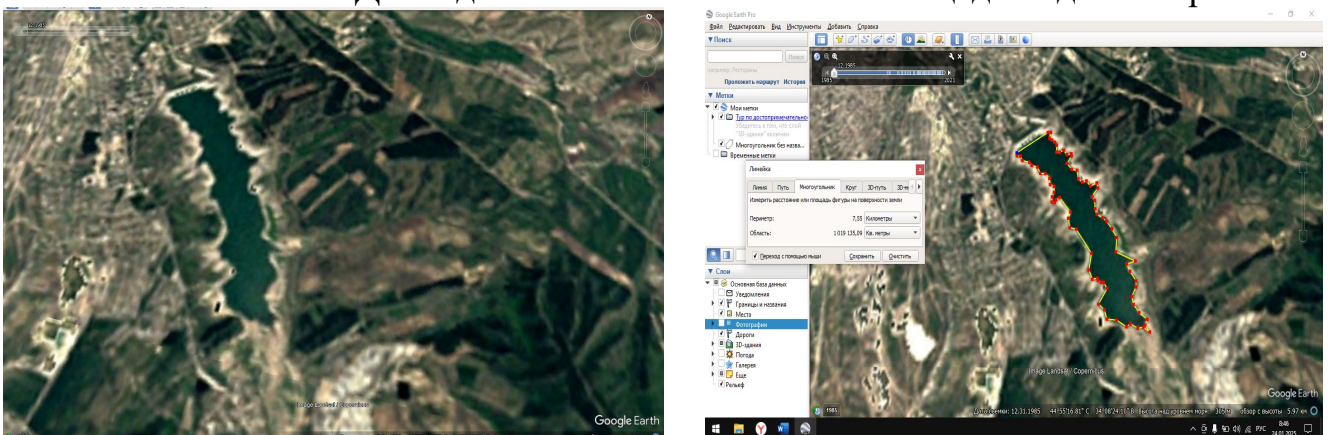


Рис.2.4. Данные декабрь 1985 год.

По данным рис.2.4 можно выполнить расчёт площади доступным методом обработки материала, полученного при ДЗЗ. Площадь на указанный момент времени составляла  $1019135,09 \text{ м}^2 / 101,91 \text{ га}$ .

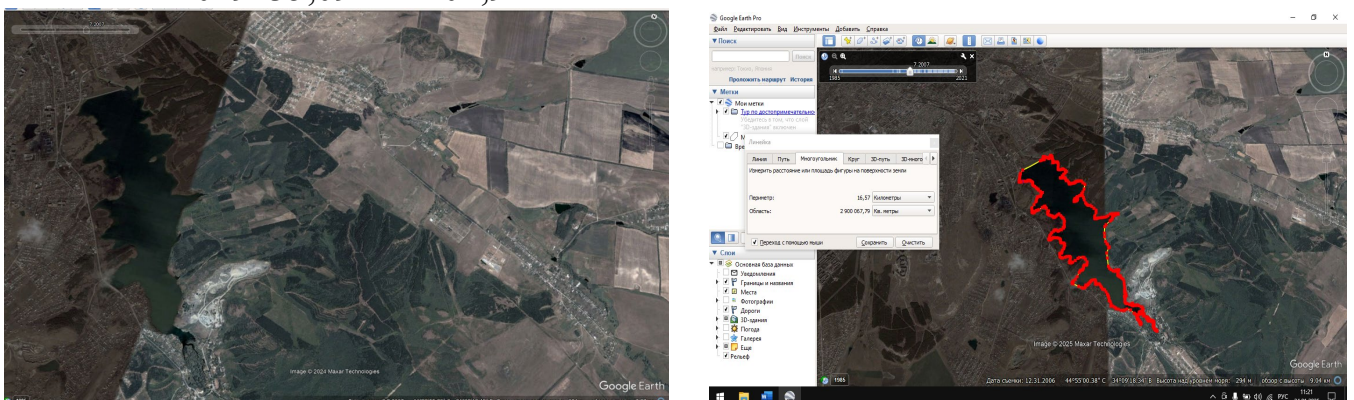


Рис. 2.5. Данные июль 2007 года.

По данным рис. 2.5 определили площадь –  $2900067,79 \text{ м}^2$  /  $290,01 \text{ га}$  и установили, что воды прибыло в 2 раза.

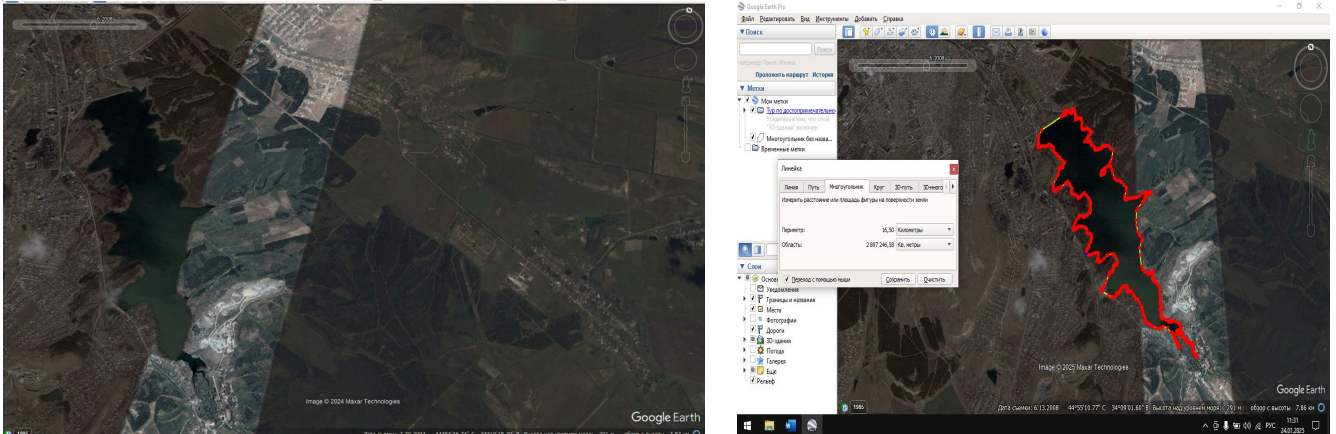


Рис. 2.6. Данные июнь 2008 года.

По данным рис.2.6 рассчитали площадь –  $2897246,58 \text{ м}^2$  /  $289,72 \text{ га}$  и установили, что вода убыла в сравнении с июлем 2007 гда на  $2821,21 \text{ м}^2$  /  $0,29 \text{ га}$ .

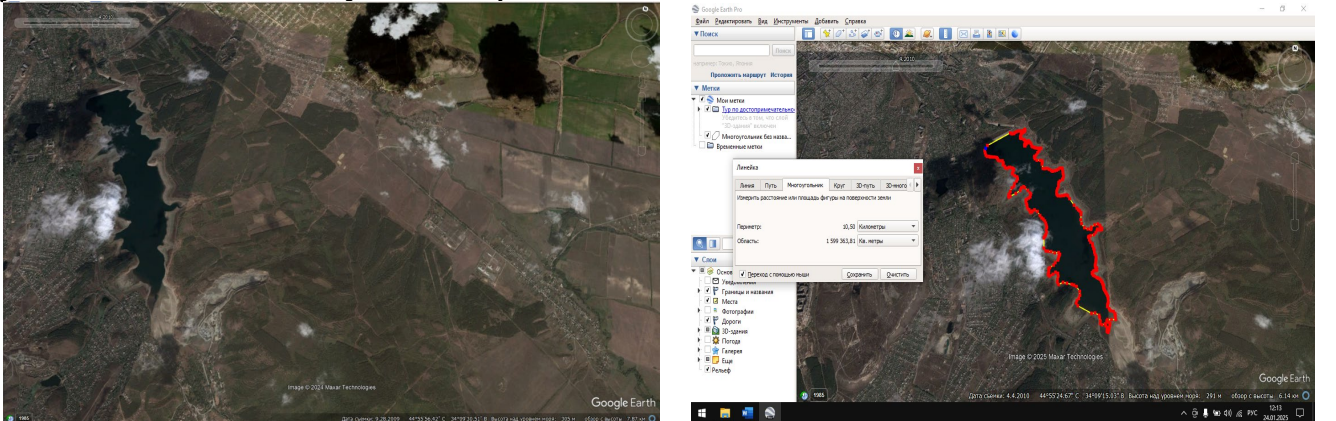


Рис.2.7 Данные май 2010 года.

По данным рис. 2.7 рассчитали площадь –  $1599363,81 \text{ м}^2$  /  $159,94 \text{ га}$  – убыло воды в сравнении с июнем 2008 года на  $1 297 882,77 \text{ м}^2$  /  $-129,79 \text{ га}$ .

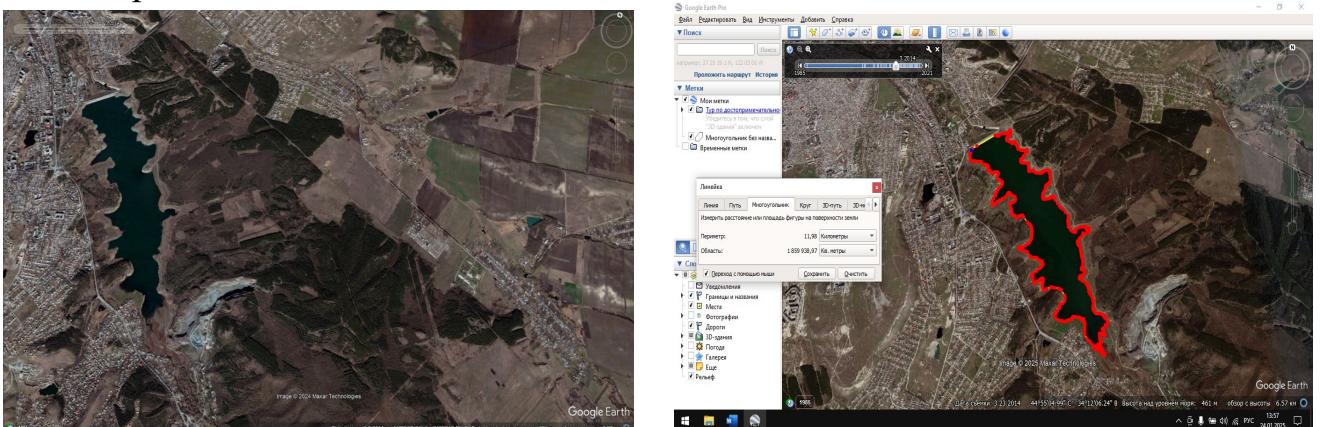


Рис. 2.8 Данные июль 2014 года.

По данным рис. 2.8 площадь  $1859938,97 \text{ м}^2$  /  $185,99 \text{ га}$  – прибыло воды в сравнении с маем 2010 года на  $442 316,64 \text{ м}^2$  /  $44,23 \text{ га}$ .

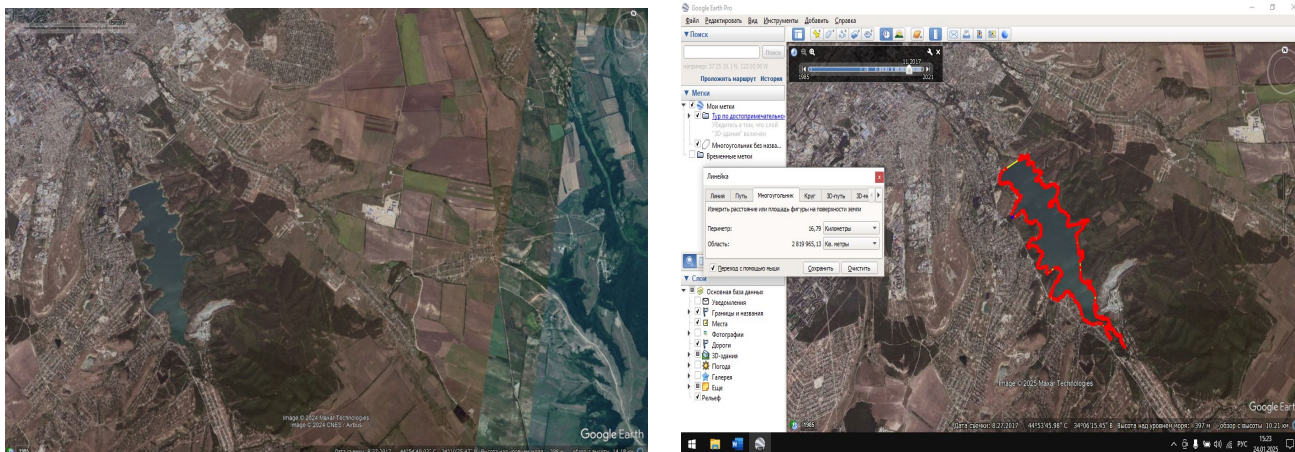


Рис. 2.9 Данные апрель 2017 года.

По данным рис. 2.9 площадь составила  $2819965,13 \text{ м}^2$  /  $282,0 \text{ га}$  – убыло воды в сравнении с июлем 2014 года на  $15952,61 \text{ м}^2$  /  $-1,59 \text{ га}$ .

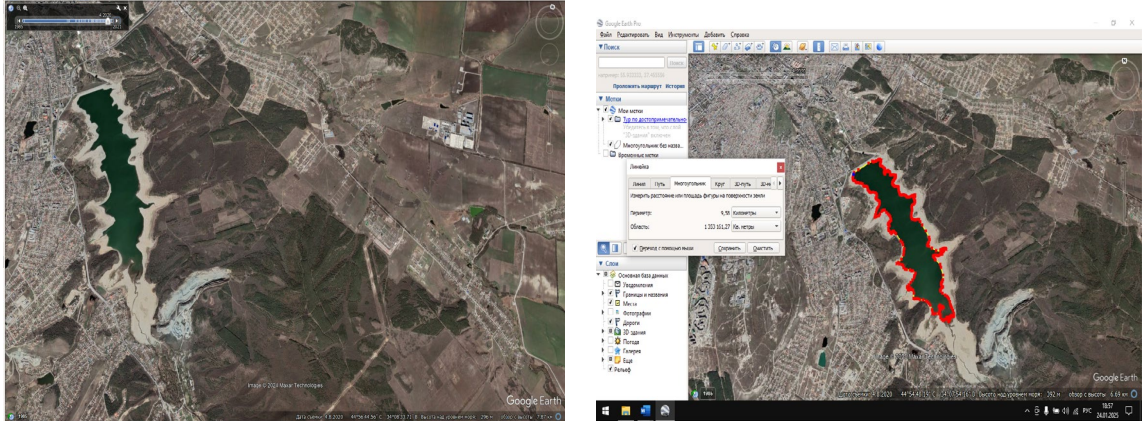


Рис.2.10 Данные апрель 2020 года.

По данным рис. 2.10 площадь  $1353161,27 \text{ м}^2 / 135,32 \text{ га}$  – убыло воды в сравнении с апрелем 2017 года на  $1 011 215,9 \text{ м}^2 / -101,12 \text{ га}$ .

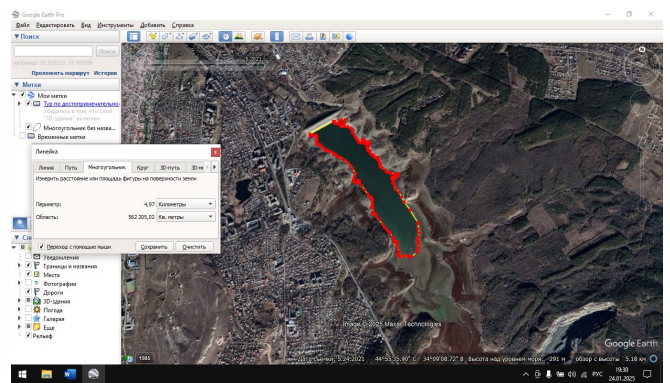


Рис.2.11 Данные май 2021 года.

По данным рис. 2.11 площадь рассчитана, как  $562205,02 \text{ м}^2 / 56,22 \text{ га}$  – убыло воды в сравнении с апрелем 2020 года на  $134 351,73 \text{ м}^2 / -13,44 \text{ га}$ .

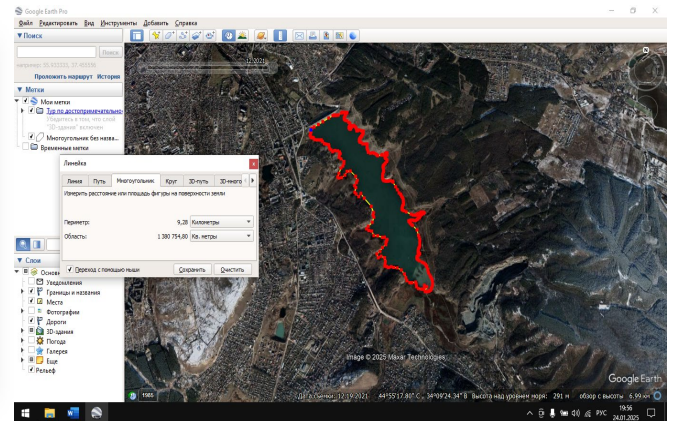
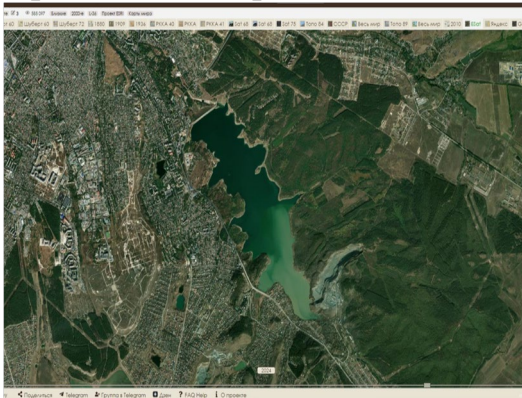


Рис. 2.12 Данные декабрь 2021 года.

По данным рис. 2.12 рассчитали площадь –  $1380754,80 \text{ м}^2 / 138,08 \text{ га}$  – прибыло воды в сравнении с маем 2021 года на  $818 549,78 \text{ м}^2 / 81,66 \text{ га}$ .

Полученные данные представлены в обобщённом виде на рис.2.13.

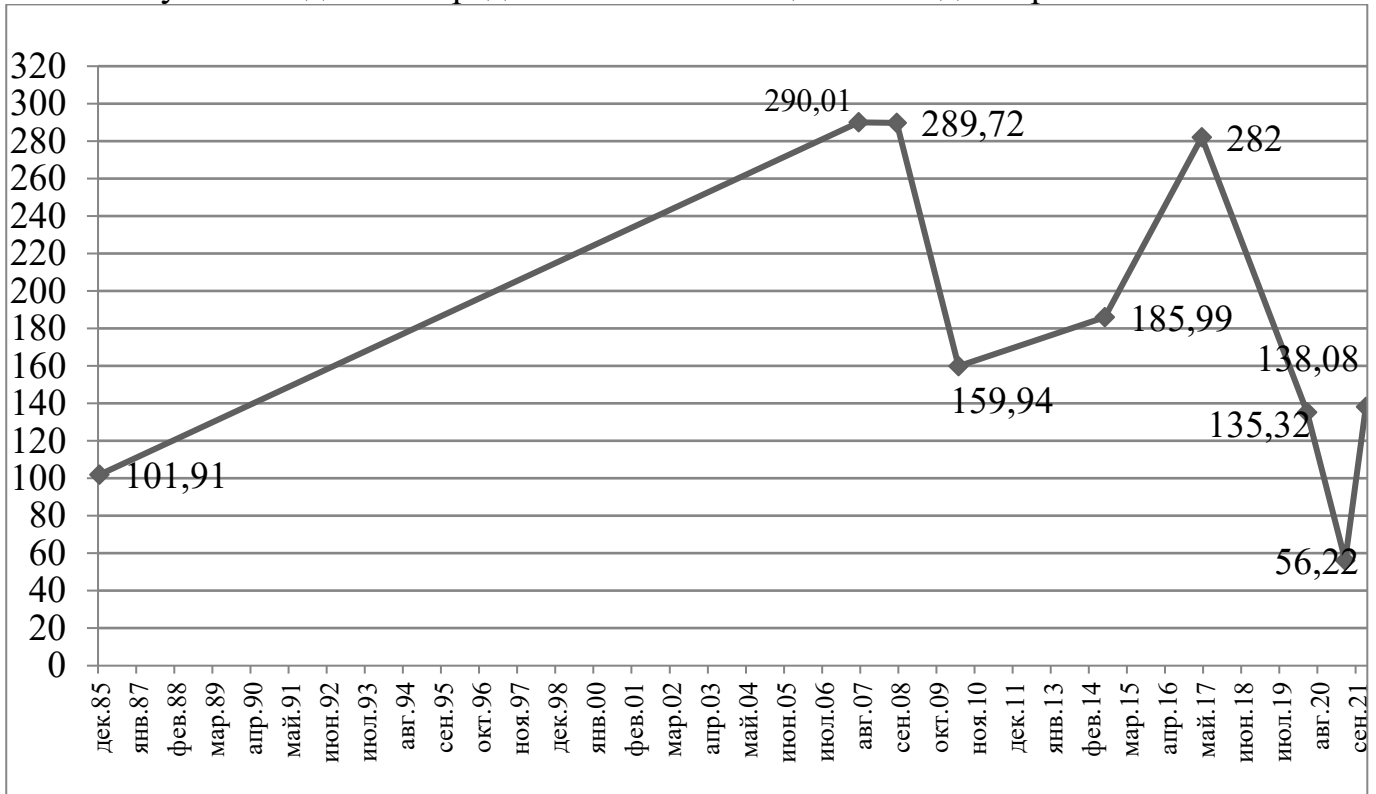


Рис. 2.13 Динамика изменения площади водохранилища (по годам в га).

На представленном материале можно точно видеть динамику изменений площади водного зеркала водохранилища, рельефа берега (эрозивные процессы), а также степень совершенствования съёмочной аппаратуры. С практической точки подобный мониторинг позволяет своевременно применять экологозащитные мероприятия, контролировать выполнение берегоукрепительных работ.

*Таким образом, даже на текущем уровне моих знаний при изучении теории вполне возможно проводить несложный анализ данных, получаемых при ДЗЗ,*

**ВЫВОДЫ**

1. Был изучен большой объем теоретического материала.
2. Определены основные доступные возможности самостоятельного выполнения анализа.
3. Проведён мониторинг полученных при ДЗЗ данных на примере объекта «Симферопольское водохранилище».

Практическая часть работы была выполнена автором самостоятельно, методологически соответственно возрасту.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выдвинутая **гипотеза** подтвердилась – используя доступные исходные данные, возможно выполнить мониторинг изменений водной поверхности водохранилища на определённом временном отрезке.

Работа имеет прикладной характер и её результаты могут быть использованы как элемент просветительской работы в повышении цифровой грамотности сверстников.

Полученные результаты сформировали **перспективу** дальнейших исследований в отношении агромониторинга, как возможности контроля площадей посевов, распознавания определённых культур, прогнозирования начала их болезней, оценки запаса воды в почвах, содержания элементов питания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литературные источники

1. Ступин, В.П. Возможности использования открытых материалов ДЗЗ для картографирования динамики берегов водохранилищ [Электронный ресурс], – <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-otkrytyh-materialov-dzz-dlya-kartografirovaniya-dinamiki-beregov-vodohranilisch/viewer> – статья в Интернете.
2. Смольянов, Д. Россия в масштабе. Зачем нужно дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс], – <https://spec.tass.ru/sfu-dzz/> – статья в Интернете.
3. Хабаров, Д.А. Анализ современных технологий дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс], – <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-tehnologiy-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli> – статья в Интернете.
4. . Панасюк, М.В. Учебное пособие по дисциплинам «Картография, фотограмметрия и дистанционное зондирование земли» предназначено для студентов, обучающихся по направлениям: 05.03.03 – картография и геоинформатика; 21.03.02 – землеустройство и кадастры / М.В. Панасюк. – Казань, 2018.– 95 с.
5. Шинкаренко, С.С. Динамика площадей водохранилищ полуострова Крым [Электронный ресурс], – <http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=2428> – статья в Интернете.
6. С помощью космических технологий [Электронный ресурс], – <https://spb-niilh.ru/en/node/1260> – статья в Интернете.
7. Иванов, А.Ю. Мощная и резкая бора над Чёрным морем по данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс], – <https://new.scanex.ru/company/news/moshchnaya-i-rezkaya-bora-nad-chernym-morem-po-dannym-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli/> – статья в Интернете.
8. Фонтейн, М. Ощущение истории успеха [Электронный ресурс], – [https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Preparing\\_for\\_the\\_Future/Discovery\\_and\\_Preparation/Sensing\\_a\\_success\\_story](https://www.esa.int/Enabling_Support/Preparing_for_the_Future/Discovery_and_Preparation/Sensing_a_success_story) – статья в Интернете.
9. «РадиоКрым». В Крыму стало доступно дистанционное зондирование Земли из космоса [Электронный ресурс], – <https://crimea-radio.ru/v-krimu-stalo-dostupno-distancionnoe/> – статья в Интернете.
10. Шайтура, С.В, Космический мониторинг водных ресурсов дестинаций Крыма [Электронный ресурс], – <https://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskij-monitoring-vodnyh-resursov-turisticheskikh-destinatsiy-kryma> – статья в Интернете.
11. РОСКОСМОС. На космических снимках экологические проблемы [Электронный ресурс], – <https://new.scanex.ru/company/news/ugroza-ekologii-kryma/> – статья в Интернете.
12. Чермошенцев, А. Ю. Технология обработки данных дистанционного зондирования / А.Ю. Чермошенцев. – Новосибирск: СГУГиТ, 2020. – 80 С.
13. Чабан, Л.Н. Методы и алгоритмы распознавания образов в автоматизированном дешифрировании данных дистанционного зондирования: учебное пособие / Л.Н. Чабан. – М.: МИИГАиК, 2016, – 94 с.

14. Ившин, А.А. Физические основы дистанционного зондирования [Электронный ресурс], – <https://studfile.net/preview/8558739/> – статья в Интернете.
15. Харб Семинар. Основы обработки радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс], – <https://habr.com/ru/articles/787074/> – статья в Интернете.
16. Sentinel Hub: получить космоснимок в несколько кликов [Электронный ресурс], – <https://envirights.ru/news/instrumenty/sentinel-hub-kosmosnimok-v-neskolko-klikov/> – статья в Интернете.
17. РОСКОСМОС. Повышение точности навигации [Электронный ресурс], – <https://www.roscosmos.ru/22054/> – статья в Интернете.
18. Спутниковые снимки ESRI [Электронный ресурс], – [https://retromap.ru/04200913\\_44.952117,34.102417](https://retromap.ru/04200913_44.952117,34.102417) – статья в Интернете.
19. ИННОТЕР. Общедоступные космические снимки и данные [Электронный ресурс], – <https://innoter.com/articles/poluchenie-besplatnykh-snimkov-so-sputnikov/> – статья в Интернете.