



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра морские информационные системы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему Уточнение методики определения характеристик прибрежных зон
(на примере новых гидротехнических и портовых сооружений)

Исполнитель Воробьев Алексей Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук,
доцент
(ученая степень, ученое звание)

Виталий Иванович
(фамилия, имя, отчество)

К защите допускаю»
аведующий кафедрой


(подпись)

д-р. техн. наук, доц.
(ученая степень, ученое звание)

Захарович Александр Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

« » 2018 г.

Санкт-Петербург 2018



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морские информационные системы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему Уточнение методики определения характеристик прибрежных зон
(на примере новых гидротехнических и портовых сооружений)

Исполнитель Воробьев Алексей Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук,
доцент
(ученая степень, ученое звание)

Сычев Виталий Иванович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

(ученая степень, ученое звание)

(фамилия, имя, отчество)

«___»_____2018 г.

Санкт-Петербург 2018

Содержание

Введение	3
1 Анализ технических деталей и особенностей сервиса “планета земля” для анализа характеристик прибрежных зон	6
1.1 Особенности сервиса google “планета земля”	6
1.2 Общее описание приборов спутника landsat 8	11
1.2.1 Характеристики спутника landsat 8	11
1.2.2 Приборы landsat 8	16
Выводы	21
2 Примеры использования архива снимков “планета земля” для исследования района пос. Лебяжье	22
Выводы	27
3 Последовательность реализации задачи определения характеристик прибрежных зон на примере новых гидротехнических сооружений	28
3.1 Последовательность реализации задачи определения характеристик прибрежных зон	28
3.2 Характеристика гидрометеорологических условий исследуемого района	33
3.3 Геологическое строение и геоморфология береговой зоны исследуемого района.	36
3.4 Некоторые результаты исследования динамики прибрежной зоны и береговой линии	38
3.5 Оценки размеров и площади мелководных участков при воздействии новых гидротехнических сооружений	44
3.6 Описание и разработка методики оптимального доступа к информации для представления ее пользователям	47
Выводы	50
Заключение	54
Список использованных источников	58

ВВЕДЕНИЕ

Уточнение методики определения характеристик прибрежных зон является актуальной и востребованной задачей в связи с тем, что береговая «картина мира» постепенно изменяется. На этот процесс влияют как антропогенные и техногенные факторы, так и гидродинамические условия моря, геолого-геоморфологические условия побережья, а также моменты, связанные с изменением климата. В условиях глобального потепления, и, как следствие, изменения уровня Мирового океана, изучение динамики береговых границ морей как в России, так и в зарубежных странах становится особенно актуальным.

Береговая линия менялась и раньше, но не так стремительно (по геологическим меркам), как на памяти современного поколения. В последние десятилетия фиксируется усилившееся разрушение берегов морей России за счет активизации природных и техногенных процессов. В этих условиях на первый план выходят задачи проведения своевременных природоохранных мероприятий, выбор соответствующих методов и средств береговой защиты.

Для Финского залива характерны нагоны воды вследствие сильных ветров. Это особенно часто происходит тогда, когда дуют западные ветры, которые нагоняют большое количество воды. Это приводит к наводнениям в Санкт-Петербурге, так как вода может подниматься на несколько метров.

Статистика с 1691 по 2008 год показывает, что количество наводнений в Петербурге за последние 30 лет по сравнению с началом XX века выросло почти вдвое, участились шторма. [1]

Однако, изменение береговых границ и нарушение естественного состояния режима морских берегов в большинстве случаев связывают с техногенными воздействиями. За последние 30 лет техногенное воздействие на залив увеличилось и это - несмотря на снижение за это же время промышленной и сельскохозяйственной нагрузки на его водосбор. Финский залив подвергся существенным инженерным преобразованиям - постройка дамбы и объездной транспортной магистрали по ней, расширение и спрямление

Морского канала, строительство новых портов и терминалов, подходных каналов в Невской и Лужской губах, в Выборгском заливе, отторжение прибрежных мелководий под порты и береговую застройку, реконструкция и расширение существующих портов, добыча песка со дна залива. [2]

Для мониторинга состояния береговой линии, разработки мероприятий по контролю береговых процессов требуется проведение исследования изменения береговой зоны.

Наряду с традиционными методами топографической съемки, которые, однако, не в состоянии оперативно предоставлять информацию изменчивости береговых границ, особую важность имеют современные дистанционные методы для изучения береговых процессов. В основном, в дистанционном зондировании прибрежных зон используются космические снимки. Для детальных исследований береговых и подводных процессов в единичных случаях (из-за высокой стоимости) применяют аэрофотосъемку и лазерное сканирование. Преимуществом применения космических снимков (КС) высокого разрешения является обеспечение значительно большего охвата территории по площади, при сопоставимой с аэрофотосъемкой величине пространственного разрешения КС, а также быстрота и удобство обработки цифровых данных. Кроме того, значительно возросшее пространственное разрешение КС дает возможность детального изучения динамики береговых процессов.

Для дистанционных исследований преимущественно обращаются к снимкам со спутников Ландсат (Landsat) и к более чем 35-летнему архиву данных. Дистанционное исследование береговых зон, как правило, ограничивается качественным анализом изменения состояния, в связи с недостатком количественных оценок. Это определило актуальность настоящей работы, направленной на получение количественных оценок динамики береговой линии (площади, скорости абразии/аккумуляции берегов) и разработку методики их изучения на основе данных дистанционного зондирования.

Объектом бакалаврской работы является прибрежная зона в районе поселка Лебяжье.

Предмет бакалаврской работы: методика определения характеристик прибрежной зоны и их изменений в южной части Финского залива в районе поселка Лебяжье.

Целью бакалаврской работы является уточнение методики определения характеристик прибрежных зон (пос. Лебяжье).

На основе поставленной цели в работе решаются следующие **задачи**:

1. Получение изображений исследуемого района с помощью программного обеспечения «Планета Земля» для анализа характеристик прибрежных зон;
2. Анализ практических методов распознавания объектов на космических снимках;
3. Построение разрезов в программном обеспечении UNESCO Bilko, пример расчета размеров и площади мелководных участков и исследуемых баров, анализ полученных результатов;
4. Описание и разработка методики оптимального доступа к информации для предоставления ее пользователям.

1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ СЕРВИСА “ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ” ДЛЯ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН

1.1 Особенности сервиса Google “Планета земля”

Google “Планета Земля” по-английски это выглядит так - Google Earth. Это крупномасштабный проект компании Google, при развёртывании которого в сети интернет были размещены изображения всей поверхности Земли, полученные со спутника.

Программа Google Earth даёт возможность рассматривать и изучать земную поверхность по данным, полученным со спутников в разных масштабах. Система позволяет создание и демонстрацию пользовательских информационных материалов, которые можно преобразовать в иерархическую структуру, а затем использовать в произвольных вариантах. Данные слоев хранятся в файлах формата .kml и .klz. Google “Планета Земля” на территории России работает на русском языке и даёт возможность рассматривать и изучать не только Землю, но и окружающее Землю звёздное небо.[3]

Сервис Google Earth был создан в 2005 году, и всем стала интересна и доступна современная география - прозрачная, оперативная и детальная. Новая современная география обрела условное название «неогеография». Появившийся термин, «неогеография», обозначил переход от эпохи географических атласов к эпохе «глобусов». До сих пор носителем подробной географической информации служила карта. Глобус, разумеется, не мог содержать на своей поверхности большого количества информации из-за своего ограниченного размера.

Компьютерные картографические проекции появились из-за необходимости сохранения метрической достоверности географической информации. Проекция Земного шара на плоскость невозможна без потери метрической достоверности в большинстве ее аспектов. С появлением цифровых систем в интерфейс стало возможно встраивать любые

измерительные средства, и появилась возможность отображать весь Земной шар, его часть или точку под произвольным ракурсом и с сохранением метрических данных во всем их многообразии. Кроме того, появились доступные аппаратные средства типа GPS-приемников, которые определяют местоположение с высокой точностью и просты в управлении. Появление цифровых технологий определило возможность создания «цифрового глобуса» - трёхмерного, геометрически точного и подробного. Появление цифрового глобуса помогает решить многие проблемы.

Снимки поверхности планеты, полученные из космоса, оказались более насыщенным источником географической информации, чем самые точные карты. Конечно, на представленной таким образом поверхности планеты отсутствуют границы. Поверхность Земли предстала непрерывным континуумом, каким она и есть на самом деле. Это дало возможность разрабатывать в среде геоинтерфейсов класса Google “Планета Земля” абсолютно новые виртуальные продукты - трехмерные, интерактивные, доступные для всех пользователей и бесплатные цифровые модели городов и некоторых территорий. После 2008 года появились совершенно новые карты городов России, выполненные на базе возникшего сервиса Google Earth.

Сервис Google “Планета Земля” это приложение, которое работает в виде браузера для получения самой разной информации о планете Земля. Получение информации базируется на использовании снимков со спутника. Спутник может предоставить изображение абсолютно любого места на планете, а также его изображения под разными ракурсами и масштабами увеличения. Школьники получили прекрасную возможность подробно изучать любой регион Земного шара. Теперь они составляют собственные виртуальные путешествия и сравнивают их с путешествиями своих сверстников.

Сервис Google Earth предоставил учащимся возможность:

- изучать существующие виды карт;
- получать навыки использования карт и навигации по ним;
- изучать визуально исторические, новостные и любые другие данные;

- создавать подробные описания конкретных мест на карте;
- создавать собственные трехмерные карты.

При использовании проекта Google “Планета Земля” самая уникальная возможность кроется в привязывании различной информации к географическим координатам. При этом, кроме географии, интересно и успешно изучаются исторические перемещения народов или передвижения войск, путешествия литературных персонажей, биологические ареалы обитания животных и различных видов растений, экология и даже музыка.

Сервис Google Earth даёт возможность рассматривать и изучать города на разных континентах. На основании конфигурации кварталов городов можно предположительно сделать выводы о том, в какой части света находится город, или попробовать определить приблизительный возраст города.

Сервис Google “Планета Земля” имеет возможность автоматически подкачивать из интернета необходимые на данный момент изображения и другие данные. Материалы сохраняются в памяти компьютера и на жёстком диске для последующего использования. Скачанный материал сохраняется на диске, и, при последующей работе над программой, закачиваются только свежие данные, это позволяет экономить трафик.

Для визуализации изображения применяется объёмная модель земного шара с отображением высот над уровнем моря. Изображение на экране появляется с помощью интерфейсов DirectX или OpenGL. Трёхмерность ландшафтов поверхности Земли является основным отличием программы Google Earth от её предыдущей версии Google Maps. Пользователь может легко получить изображение любой точки планеты. Изменяя положение «виртуальной камеры» пользователь легко может попасть в любое место планеты.

Практически поверхность суши полностью составлена из изображений, полученных от компании DigitalGlobe. Кроме этого, для большого количества городов имеются данные о названиях улиц, магазинов, заправок, гостиниц и

многого другого. В России есть возможность даже увидеть названия улиц всех крупных городов в центральном регионе страны.

Пользователи могут оставлять свои тематические метки и накладывать, поверх уже имеющихся, свои выбранные изображения. Важными метками можно обмениваться на форуме Google Earth Community. Приблизительно через месяц отправленные на форум метки становятся видны и доступны пользователям Google Earth.

В программе имеется слой «3D Здания», в котором находятся трёхмерные модели, добавляемые разработчиками или пользователями, при помощи сервиса 3D Warehouse.

В исторических городах России можно увидеть модели некоторых известных памятников архитектуры.

Сервис Google Earth не в состоянии уделять много внимания абсолютно всем географическим объектам мира, в некоторых географических регионах отмечены только названия крупных объектов.

Программа «Google Earth» имеет такие возможности как:

- Быстрый поиск любого объекта, ориентируясь по названию, адресу или координатам.
- Удобное изменение масштаба при помощи мышки или клавиатуры даёт возможность видеть объект на любом расстоянии и под любым углом.
- Объёмные модели рельефа и зданий создают эффект присутствия в выбранном месте и дают большое количество информации.
- Можно совершать визуальные прогулки по улицам любых городов.
- Сервис Google Earth допускает размещение снимков, снятых во время посещения мест на карте для просмотра всем пользователям.
- Виртуальное погружение на морское дно, просмотр глубинного рельефа.
- Сравнение изображений прошлого с настоящим видом участков Земли в текущий промежуток времени.

- При помощи программы Google SketchUp построение 3D моделей зданий, или своего дома на карте Google “Планета Земля”.
- Возможность навигации на поверхностном уровне земли.

Сервис Google Earth создаёт условия, при которых, чтобы делать открытия, нет необходимости отправляться в экспедиции и дальние плавания, как Колумб или Магеллан. Множество открытий совершается в наше время при помощи спутниковых снимков. Некоторые любительские изыскания интернет пользователей перерастают в настоящие околonaучные исследования, очень интересные и неожиданные.

Каждые несколько месяцев Google обновляет спутниковые карты Google Earth, добавляя новые спутниковые снимки и улучшая методы обработки. Например, три года назад компания научилась составлять безоблачную мозаику неба.[4]

Недавно Google провела самое большое обновление спутниковых карт за последние несколько лет, используя снимки со спутника Landsat 8.

Спутник дистанционного зондирования Земли Landsat 8 выведен на орбиту в феврале 2013 года. Он делает снимки с разрешением 15/30/100 метров на точку. Сенсоры Operational Land Imager (OLI) и Thermal InfraRed Sensor (TIRS) имеют более высокое отношение сигнал-шум (SNR) и позволяют снимать до 12 бит на точку. Сенсор OLI получает изображения в девяти диапазонах видимого света и ближнего инфракрасного диапазона, а TIRS - в двух диапазонах дальнего (теплого) ИК. Точность позиционирования инструментов составляет 12 и 41 метр, соответственно.

Google сообщает, что в новой базе спутниковых снимков не только используются более качественные снимки, но также применяются новые техники обработки и склеивания снимков. Не последнюю роль в этом сыграли и более качественные исходные данные, ведь в новом спутнике Landsat 8 используются длинные линейные массивы фотодатчиков, снимающие сразу всю ширину поля зрения спутника - 185 километров.

Изображения, полученные с “Планета Земля” имеют координаты, что при

дальнейшей работе с ними в другом ПО позволяет сделать географическую привязку (рисунок 1).

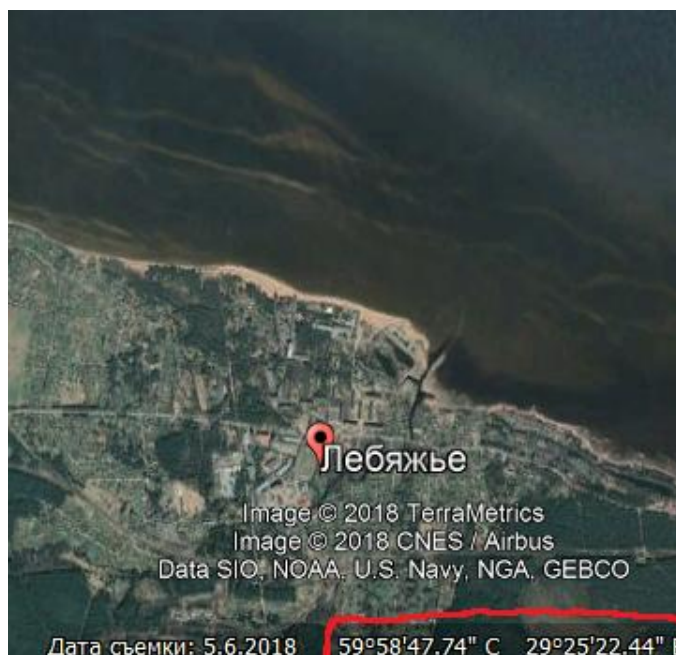


Рисунок 1 – снимок исследуемого района с координатами

Усовершенствована техника составления безоблачной мозаики, так что бесшовная мозаика в целом стала более чёткой и ясной. Это важное улучшение, ведь ежедневно облака закрывают около 70% земной поверхности.

Новые снимки улучшают качество только спутниковых снимков среднего и общего плана (зум от 0 до 12), но не самые детальные снимки городов на максимальном зуме, которые поставляют другие частные и государственные спутники, в том числе от DigitalGlobe. [5]

1.2 Общее описание приборов спутника Landsat 8

1.2.1 Характеристики спутника Landsat 8

Landsat 8 - американский спутник дистанционного зондирования Земли, восьмой в рамках программы Landsat (седьмой выведенный на орбиту). Landsat - наиболее продолжительный проект съемки Земли из космоса. Первый из

спутников в рамках программы был запущен в 1972 г.; последний на данный момент (Landsat 8) - 11 февраля 2013 г. (рисунок 2)

Данные со спутника Landsat 8 доступны для всех пользователей. Ежедневно спутник снимает порядка 400 сцен (площадь около 12.5 млн. кв. км), которые после обработки в соответствии с текущим стандартом продуктов Landsat, хранятся в Центре хранения данных Геологической службы США.

Космический аппарат оснащен многоканальным сканирующим радиометром OLI (Operational Land Imager) и сканирующим двухканальным ИК-радиометром TIRS (Thermal Infrared Sensor). С помощью первого получают изображения земной поверхности с максимальным разрешением 15 м, используя усовершенствованные технологии космической съемки. Вторым используется для получения «тепловых» изображений земной поверхности с разрешением 100 м.

Глобальный архив данных Landsat содержит покрытие практически всей поверхности Земли.

Технические характеристики спутника представлены в таблице 1.1.

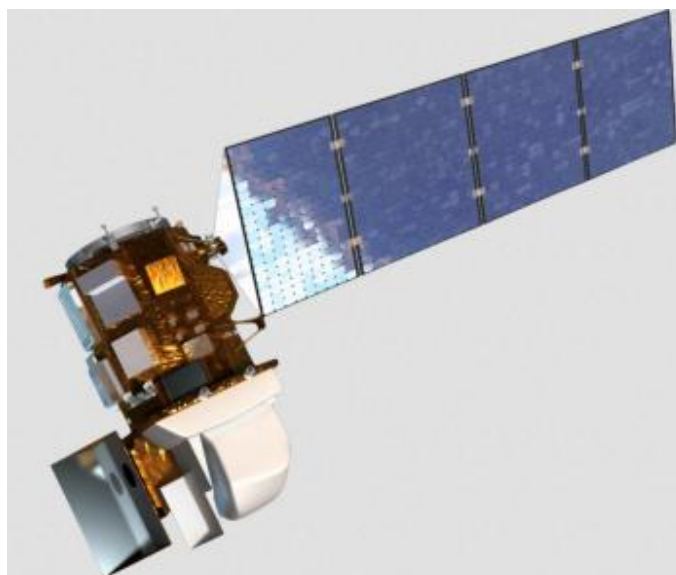


Рисунок 2 – спутник Landsat 8

Таблица 1.1 - технические характеристики спутника

Масса	2623 кг (1512 кг без топлива)
Размеры	3х3х4,8 м
Мощность	1351 Вт
Срок активной эксплуатации	5-10 лет
Период обращения	98,9 минут
Интервал повторения	16 суток
Высота орбиты	705 км
Оператор	NASA/USGS (США)
Стартовая площадка	Vandenberg Air Force Base
Дата запуска	11 февраля 2013 г.
Орбита	солнечно-синхронная

Технические характеристики бортовой аппаратуры

На Landsat 8 установлены 2 инструмента:

- Operational Land Imager (OLI) - оперативный картограф Земли
- Thermal Infrared Sensor (TIRS) - Тепловой ИК-сенсор.

OLI - видимый свет (5 каналов) и ближний ИК (4 канала)

TIRS - 10,3 - 12,5мкм , разрешение 100м

Пространственное разрешение - 30-15м для ближнего ИК, 100м для дальнего

Бортовая память - 3,14 терабит

Спектральные зоны сенсора OLI довольно близки к сенсору ETM+ (Landsat 7). Кроме имевшихся ранее, также добавлены 2 новые зоны: - Глубокий синий (канал 1), разработанный для исследования водных ресурсов и прибрежной зоны. - Инфракрасный канал, лежащий на границе диапазонов NIR и SWIR (канал 9) для исследования перистых облаков.

Также добавлен канал обеспечения качества (Quality Assurance), содержащий сведения о присутствии таких объектов как облака, вода и снег.

Инструмент TIRS (каналы 10 и 11) покрывает с разделением на два канала диапазон, соответствующий тепловому каналу 6 сенсора ETM . Съёмочные характеристики инструмента TIRS представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - съёмочные характеристики

Тип данных	оптические
Режим съемки	Моно съемка
Спектральные каналы	панхроматический; мультиспектральные: VNIR (6), SWIR (2), TIR (2)
Пространственное разрешение в надире, м	15 (панхроматический); 30 (VNIR, SWIR); 100 (TIR)
Динамический диапазон, бит/пиксель	16
Ширина полосы съемки в надире, км	185
Период повторной съемки	1 раз в 16 суток
Производительность съемки	до 12.5 млн

Возможности спутника:

- 1) Данные находятся в доступе для всех пользователей.
- 2) Ежедневно спутник снимает около 400 сцен, которые после обработки в соответствии с текущим стандартом продуктов Landsat, хранятся в Центре хранения данных USGS.
- 3) Данные готовы к отгрузке через 24 часа после приема.
- 4) В соответствии с политикой распространения данных Landsat снимки не имеют копирайта, не ограничены количеством копий и распространяются свободно и бесплатно из глобального архива USGS.

Основные научные задачи, решаемые спутником Landsat 8:

- 1) Дистанционное зондирование Земли.
- 2) Сбор и хранение многоспектральных изображений среднего разрешения (30 метров на точку) в течение не менее чем 5 лет.
- 3) Сохранение геометрии, калибровки, покрытия, спектральных характеристик, качества изображений и доступности данных на уровне, аналогичном предыдущим спутникам программы Landsat.
- 4) Использование данных для:
 - создания и обновления топографических и специальных карт, обновления топографической подосновы для разработки проектов территориального планирования.
 - поиска и обоснования перспективных площадей под поисковые работы на нефть и газ, рудные и нерудные полезные ископаемые.
 - мелкомасштабной лесной инвентаризации, контроля лесопользования и мониторинга состояния лесов.
 - сельскохозяйственного картографирования на уровне регионов, мониторинга состояния посевов, прогнозирования урожайности.
 - автоматизированного создания карт растительности, ландшафтов и природопользования.
 - мониторинга и прогнозирования процессов заболачивания и опустынивания, засоления, карста, эрозии, степных пожаров, половодий. [6]

Технические характеристики бортовой аппаратуры представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Технические характеристики бортовой аппаратуры

Наименование съемочной аппаратуры	OLI и TIRS
Спектральные диапазоны, мкм	Панхроматический: 0,50 - 0,68
	Фиолетовый: 0,43-0,45
	Синий: 0,45-0,52
	Зеленый: 0,53-0,60
	Красный: 0,63-0,68
	Ближний ИК: 0,85-0,89
	ИК: 1,36-1,39; 1,56-1,66; 2,10-2,30
	Тепловой ИК: 10,40-12,50
Число элементов линейки	6000 (OLI; 18000 PAN), 1500 (TIRS)
Динамический диапазон, бит	12
Разрешение на местности, м	15 (PAN), 30 (VNIR, SWIR), 100(TIR)
Ширина полосы съемки, км	185
Скорость передачи данных, Мбит/сек	265(OLI), 26,2(TIRS)

1.2.2 Приборы Landsat 8

На спутнике используется набор инструментов Operational Land Imager (OLI) и инструмент Thermal InfraRed Sensor (TIRS) (рисунок 3).

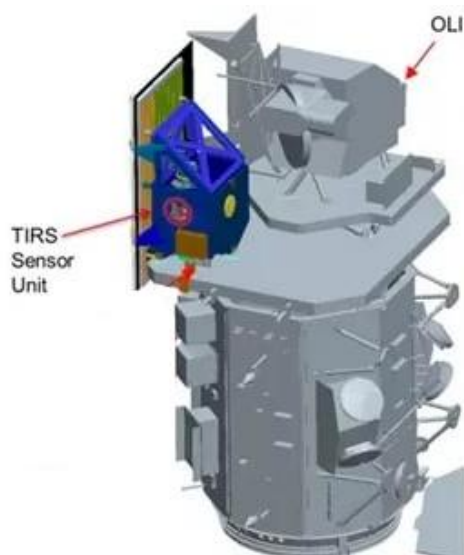


Рисунок 3 – Приборы, установленные на Landsat 8.

Набор инструментов Operational Land Imager (OLI).

Набор инструментов Operational Land Imager (OLI) является основным на спутнике (рисунок 4). Создан в рамках контракта NASA в компании Ball Aerospace.

OLI использует подход, ранее опробованный на экспериментальном спутнике NASA, EO-1.

В OLI используется схема pushbroom, тогда как в более ранних аппаратах Landsat использовалась схема whiskbroom. В схеме pushbroom используются длинные линейные массивы фотодатчиков, снимающие сразу всю ширину поля зрения спутника - 185 километров, тогда как в whiskbroom использовались небольшое количество фотоприёмников и дополнительное сканирующее зеркало. Новая схема требует применения более 6,5 тысяч детекторов для каждого спектрального канала (и 13 тысяч для панхроматического), однако имеет более высокое время экспонирования (4 мс вместо 10 мкс на ETM+) и как следствие большую чувствительность, кроме того в ней используется меньшее количество движущихся частей.

OLI работает в 9 спектральных диапазонах, семь из которых близки к тем, которые использовались в более ранних инструментах Thematic (TM) и Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) с предыдущих спутников Landsat, за счет чего обеспечивается преемственность и совместимость с ранее накопленным

массивом данных Landsat. Добавлено два новых диапазона, канал 1 (темно-синий и фиолетовый) для изучения прибрежных вод и аэрозолей и канал 9 (ближний ИК) для упрощения поиска облаков на снимках. [7]

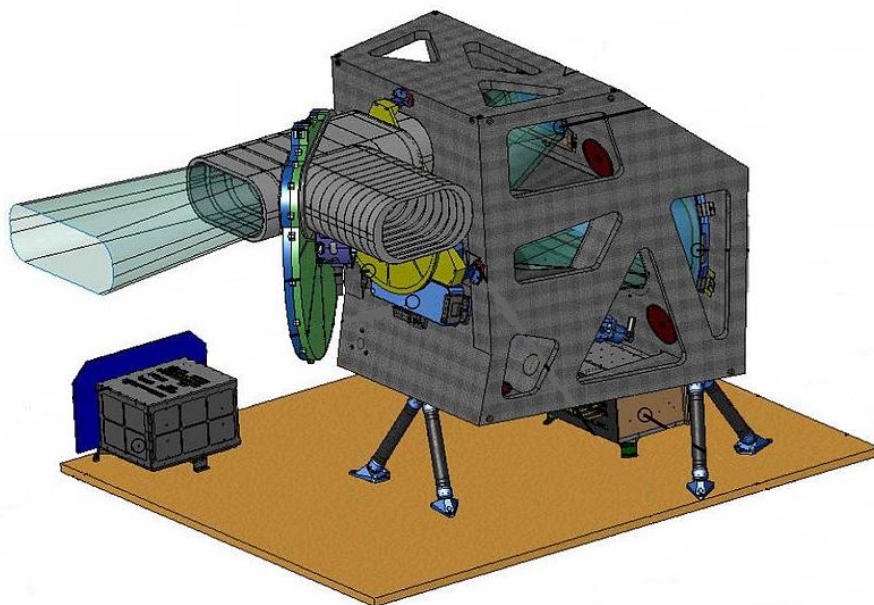


Рисунок 4 – Набор инструментов Operational land imager (oli)

Инструмент Thermal InfraRed Sensor (TIRS).

Инструмент Thermal InfraRed Sensor (TIRS) был создан в центре НАСА Goddard Space Flight Center и предназначен для получения изображений в дальнем ИК. В фокальной плоскости TIRS установлены фотодатчики Quantum Well Infrared Photodetector (QWIP) на базе GaAs. Инструмент TIRS использует тот же принцип получения изображений pushbroom, что и OLI, и также имеет полосу обзора в 185 километров. Получение изображений происходит в двух каналах, 10 и 11, которые, совместно, работают в том же диапазоне, что и канал TIR на более ранних спутниках программы Landsat. Из-за того, что решение о добавлении TIRS в состав Landsat 8 принималось относительно поздно и для упрощения проектирования, TIRS имеет запланированное время работы 3 года.[8]

Фокальная сборка TIRS, состоящая из 3 модулей, охлаждается до 43 кельвинов при помощи криогенератора, работающего по циклу .

Инфракрасный телескоп TIRS использует 4 линзы, изготовленные из германия и селенида цинка. Телескоп охлаждается до 185 кельвинов за счет излучения тепла с специального радиатора.

Характеристики спектральных диапазонов спутника Landsat 8 представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристики спектральных диапазонов спутника Landsat 8

Спектральный канал	Длины волн	Разрешение
Диапазоны OLI		
Канал 1 - Побережья и аэрозоли	0.433 - 0.453 мкм	30 м
Канал 2 - Синий	0.450 - 0.515 мкм	30 м
Канал 3 - Зеленый	0.525 - 0.600 мкм	30 м
Канал 4 - Красный	0.630 - 0.680 мкм	30 м
Канал 5 - Ближний ИК	0.845 - 0.885 мкм	30 м
Канал 6 - Ближний ИК	1.560 - 1.660 мкм	30 м
Канал 7 - Ближний ИК	2.100 - 2.300 мкм	30 м
Канал 8 - Панхроматический	0.500 - 0.680 мкм	15 м
Канал 9 - Перистые облака	1.360 - 1.390 мкм	30 м
Диапазоны TIRS		
Канал 10 - Дальний ИК	10.30 - 11.30 мкм	100 м
Канал 11 - Дальний ИК	11.50 - 12.50 мкм	100 м

Диапазон 1 относится к темно-синим и фиолетовым цветам. Синий цвет трудно различать из космоса, так как он хорошо рассеивается на пыли и частичках воды в воздухе, а также на самих молекулах воздуха. Диапазоны 2, 3 и 4 представляют собой видимые синий, зеленый и красный спектры.

Диапазон 5 измеряет ближний инфракрасный спектр. Эта часть спектра особенно важна для экологов, поскольку вода в листьях здоровых растений отражает ее. Сравнивая с изображениями других диапазонов, получают индексы вроде NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы), которые позволяют точно измерять степень здоровья растений.

Диапазоны 6 и 7 покрывают разные участки коротковолнового ИК.

Они позволяют отличать сухую землю от влажной, а также скалы и почвы, которые выглядят похоже в других диапазонах, но отличаются в ИК.

Диапазон 8 - панхроматический. Он воспринимает больше света и дает самую четкую картинку среди всех диапазонов. Его разрешение составляет 15 метров.

Диапазон 9 - это одна из самых интересных особенностей Landsat8.

Он покрывает очень узкую полосу длин волн - 1370 нанометров. Немногие из космических инструментов регистрируют эту область спектра, поскольку она почти полностью поглощается атмосферой. Landsat 8 использует это как преимущество. Поскольку земля в этом диапазоне едва различима, значит все, что в нем ярко видно, либо отражает очень хорошо, либо находится вне атмосферы. В Диапазоне 9 видны только облака, которые представляют реальную проблему для спутниковых снимков, так как из-за размытых краев плохо различимы в обычных диапазонах, а снимки, сделанные сквозь них, могут иметь расхождения с другими. С помощью Диапазона 9 это легко отследить.

Диапазоны 10 и 11 - это тепловое ИК. Вместо измерения температуры воздуха, как это делают погодные станции, они измеряют температуру поверхности. Инструмент Thermal InfraRed Sensor (TIRS) показан на рисунке 5.

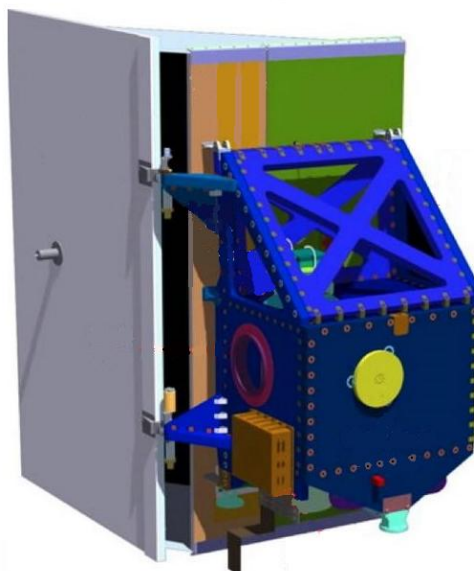


Рисунок 5 – инструмент Thermal Infrared Sensor (TIRS)

Выводы

В первом разделе описывается программное обеспечение Планета Земля, возможности оптико-электронного спутника (Landsat 8) в качестве источника данных для выше упомянутого ПО и оценки динамики прибрежной зоны. По результатам проведенного анализа были выявлены положительные и отрицательные стороны использования снимков спутника.

Положительные стороны Landsat 8: высокое пространственное разрешение(15м-100м) и свободный доступ к данным. Отрицательные стороны Landsat 8: частота съемки (16 суток) и зависимость от облачности.

Данные полученные с помощью сервиса “Планета Земля” имеют более широкое разрешение, чем напрямую со спутника, и имеют большую информативность для детального изучения поставленной задачи. Сам сервис дает доступ к архиву спутниковых снимков для дальнейшего их использования и анализирования. Практически вся поверхность суши покрыта изображениями, полученными от компании DigitalGlobe и имеющими разрешение 15 м на пиксель. Данные высот рельефа имеют разрешение порядка 30 метров по горизонтали на территории США, порядка 90 метров на остальной территории и точность по вертикали вплоть до одного метра. Так же, на снимках, полученных с Google “Планета Земля” имеются координаты.

2 ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АРХИВА СНИМКОВ “ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ” ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЙОНА ПОС. ЛЕБЯЖЬЕ

Поселок Лебяжье находится на южном побережье Финского залива, в Ломоносовском районе Ленинградской области, в 70 километрах от Санкт-Петербурга (рисунок 6). [9]

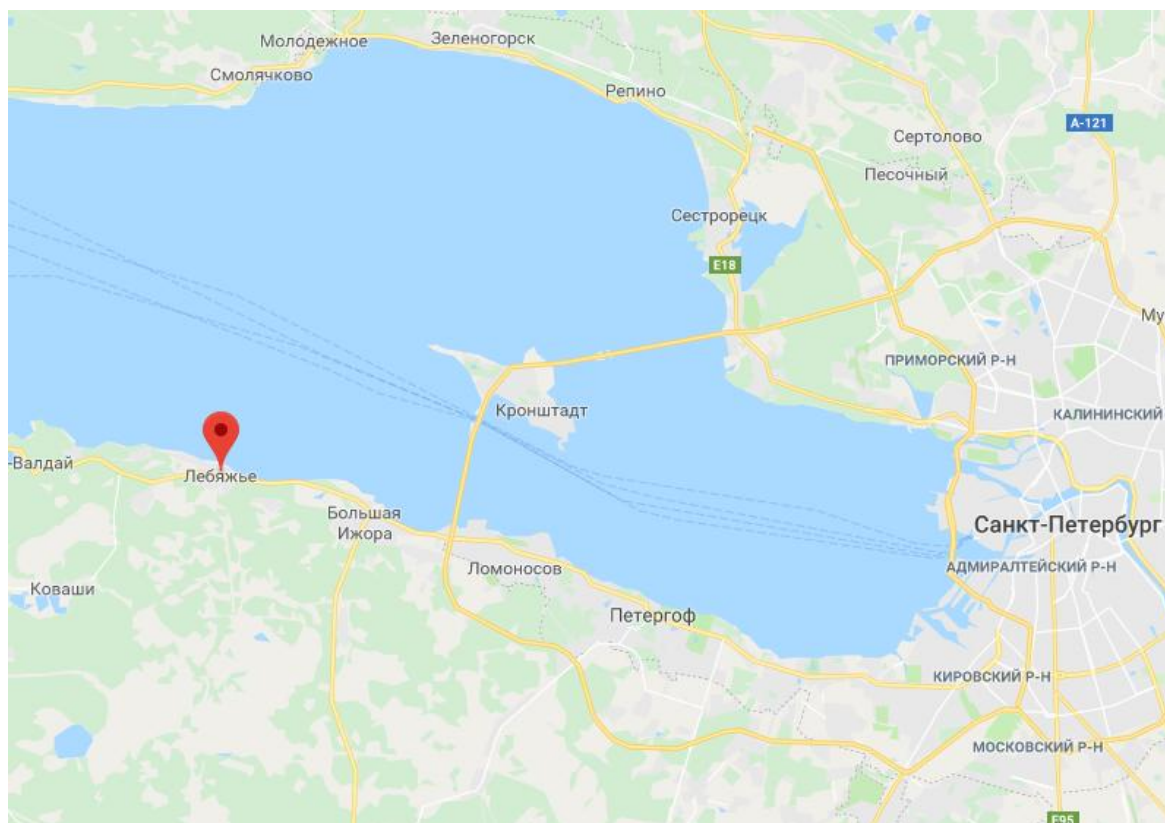
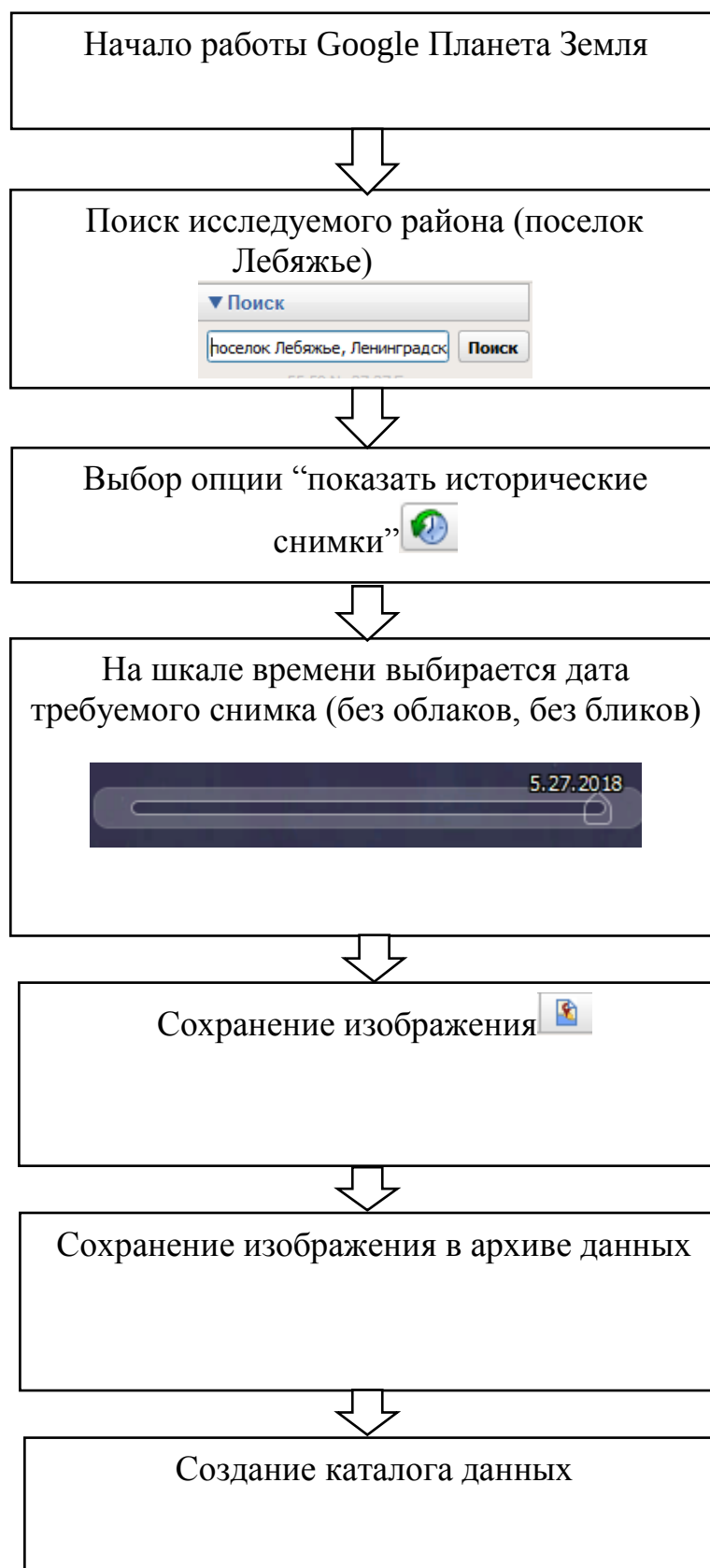


Рисунок 6 – Карта с указанием поселка Лебяжье

Чтобы более детально рассмотреть исследуемый район, используется ранее рассмотренный сервис “Планета Земля”. Ниже приведена блок-схема работы с этим сервисом, в которой описываются шаги получения нужных изображений:



В работе используются снимки, на которых хорошо видны поселок Лебяжье, берег Финского залива и его прибрежная зона, в разных временных диапазонах. Первый снимок взят от 12.08.2017 г. (рисунок 7).



Рисунок 7 – снимок исследуемого района 12.08.2017 г.

Второй снимок относится к дате 07.07.2014 г. (рисунок 8).

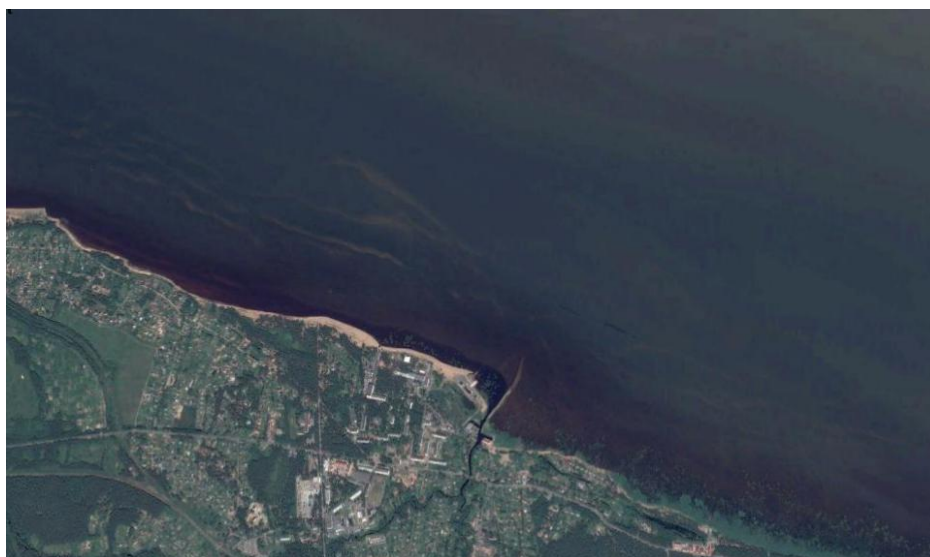


Рисунок 8 – то же, 07.07.2014 г.

Третий снимок был взят от 27.07.2013 г. (рисунок 9).



Рисунок 9 – то же, 27.07.2013 г.

И последний снимок был выбран от 16.08.2010 г. (рисунок 10).

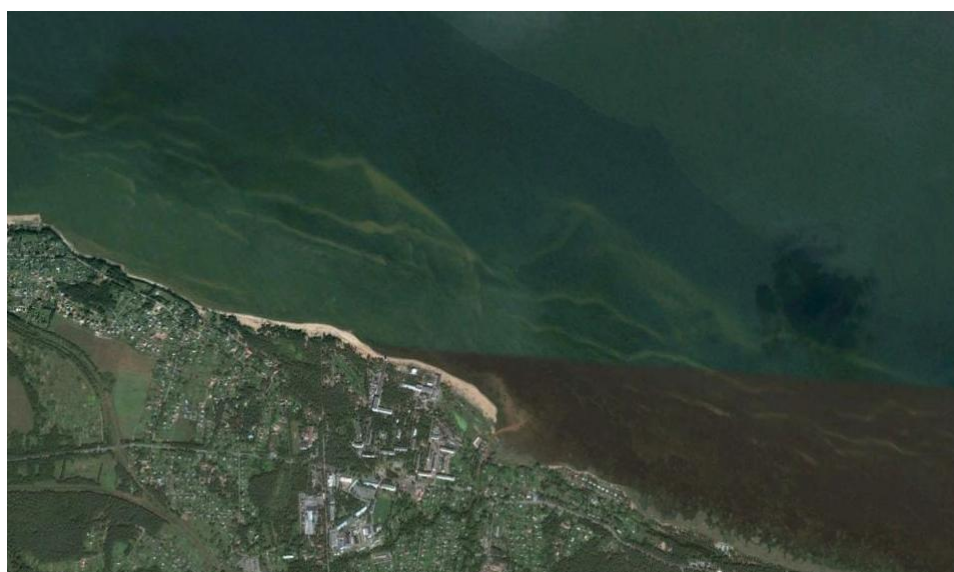


Рисунок 10 – то же, 16.08.2010 г.

В районе впадения реки Лебяжья в Финский залив с 2010 года наблюдаются песчаные отложения, которые определяются рельефом поверхности ледниковых отложений, подстилающих песчаную толщу, но к 2017 году эти отложения размыты и больше похожи на небольшую песчаную косу. Это могло произойти по следующим причинам:

- стоками в черте населённых пунктов, главным образом в посёлке Лебяжье;
- свалками мусора на берегах реки;
- из-за бобровых плотин и мусора (ветки деревьев, доски, бутылки, шины и т. д.) каждую весну происходят подтопы низинных участков в Лебяжье. [10]

На снимках видны значительные изменения прибрежной зоны, в основном баров, трансформации которых способствовали различные факторы, такие как: ветер, течения, воздействие волнения и др.

Бары образуются путем поступления осадочного материала с подводного берегового склона. Они весьма разнообразны по морфологии, размеру и взаимоотношениям с другими элементами литодинамических систем, поэтому могут формироваться как при относительном повышении, так и при понижении уровня моря. Необходимые условия: достаточное количество осадочного материала. Строение подводного берегового склона в районе пос. Большая Ижора. Кружками обозначены радиоуглеродный возраст и места отбора проб реликтовых лагунных илов, погребенных под косами 13 береговой зоне и малые исходные уклоны поверхности рельефа. [11]

Южное побережье Финского залива в рассматриваемом районе представляет собой террасированную равнину. Нижние структурные ярусы рельефа сформированы на литориновом и постлиториновом этапах развития Балтийского моря. Самый нижний ярус рельефа представлен современными пляжами и другими аккумулятивными формами. Абразионный уступ, выработанный в морских литориновых песках, располагается на расстоянии менее 10 м от береговой линии. По данным геологической съемки (Лебяжье [12]), общая мощность надморенных образований около 20 м, из них мощность морских голоценовых отложений 3–4 м. [13]

Выводы

Во второй главе был описан алгоритм получения снимков, необходимых для работы и произведен анализ прибрежной зоны по полученным изображениям.

По результатам проведенного анализа было выявлено:

- береговая зона Финского залива в районе поселка Лебяжье представляет собой широкую полосу песчаных кос и баров различных генераций [14];

- Строение подводного берегового склона в исследуемом районе отличается от других районов залива, где также установлено наличие подводных террас.

- бары весьма разнообразны по морфологии, размеру и взаимоотношениям с другими элементами литодинамических систем, поэтому могут формироваться как при относительном повышении, так и при понижении уровня моря, при помощи течений и ветров.

Наличие баров говорит об устойчивости берега к деформации.

С 2010 по 2017 года в районе впадения реки Лебяжья в Финский залив песчаные намывы изменились и стали больше похожи на песчаную косу. Это связано с рядом причин:

- стоками в черте населённых пунктов, главным образом в посёлке Лебяжье;
- свалками мусора на берегах реки;
- из-за бобровых плотин и мусора (ветки деревьев, доски, бутылки, шины и т. д.) каждую весну происходят подтопы низинных участков в Лебяжьей.

3 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ НОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

3.1 Последовательность реализации задачи определения характеристик прибрежных зон

Для определения характеристик прибрежных зон использовалось следующее программное обеспечение: “Планета Земля”, ArcSoft Photostudio, UNESCO Bilko.

ArcSoft Photostudio - экономичная программа, которая предлагает довольно большую библиотеку инструментов для редактирования и изменения изображений, позволяет добавлять различные фильтры и специальные эффекты. Новые пользователи оценят простой дизайн, в то время как продвинутым понравится производительность и контроль. Программа включает в себя все, что нужно для управления, улучшения, печати и творчества с цифровыми снимками.

Основные возможности:

1. Предоставляет расширенные инструменты для редактирования снимков, фильтры и специальные эффекты;
2. Поддержка формата RAW и больших файлов изображений для импорта и редактирования;
3. Извлекает объект с его фона с помощью Magic-Cut;
4. Можно добавлять детали, цвета и четкость с помощью HDR.

С помощью этого программного обеспечения я провел первичную обработку изображений.[15]

Общая информация о программе UNESCO Bilko.

UNESCO Bilko- программа, предназначенная для обработки данных дистанционного зондирования океана и прибрежных регионов, которая совместно с прилагаемыми пособиями используется для образовательных целей.

Программа включает различные стандартные функции обработки и анализа изображений, которые могут быть представлены в различных графических форматах. Пакет разработан для персональных компьютеров с операционной системой Microsoft Windows XP, а также может использоваться под Windows более ранних версий. [16]

Возможности программы UNESCO Bilko:

1. Классификация изображения в режимах с обучением и без:
Применение различных методов классификации (методы прямоугольников метод максимального правдоподобия, метод минимальных расстояний);
Анализ главных компонент;
Поддержка распространенных форматов изображений, используемых в области дистанционного зондирования;
2. Поддержка чтения сжатых форматов изображений: bzip2, gzip и zip;
NetCDF и ESA N1;
Работа с 3D и многоканальными данными (до 128 каналов на Рисунок);
Поддержка 8-бит, 16-бит, 32-бит данных и данных с плавающей точкой;
3. Для работы с изображениями и отображения инструменты:
Контрастирование;
Создание и использование цветовых палитр;
Создание композитных изображений;
Изменение масштаба и вращения изображений;
Отображение пиксельной информации;
Полноэкранный режим;
4. Инструменты редактирования и анализа изображений:
Анимация;

Выделение точек, линий и полигонов;

Построение разрезов и гистограмм;

5. Инструменты обработки данных:

Стандартные и специально созданных фильтры;

Применение флагов и масок;

6. Использование формул:

Географическая коррекция с использованием опорных точек;

7. Автоматическая геокоррекция данных Envisat и EarthExplorer [17]

Процесс комбинации спектральных каналов в программе UNESCO Bilko

Обязательные условия: а) наличие программы UNESCO Bilko ,

б) наличие данных со спутника.

Для того чтобы приступить к комбинации каналов необходимо загрузить изображение в каждом канале, всего нужно открыть 3 изображения.

Загружаем три канала (рисунок 11)

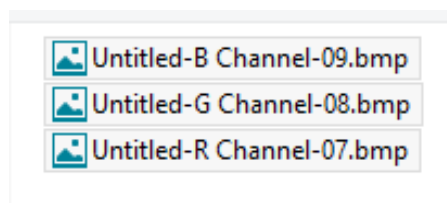


Рисунок 11 - Выбор каналов

После того как все 3 канала открылись, нажимаем правой кнопкой мышки по любому из них и выбираем Connect (рисунок 11).

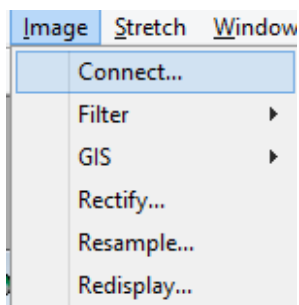


Рисунок 12 – Всплывающее окно для соединения спутниковых изображений в разных каналах

Удерживая клавишу «Ctrl» нажатой, выбираем все три строки (изображения). Окно «Connect» представлено на рисунке 13.

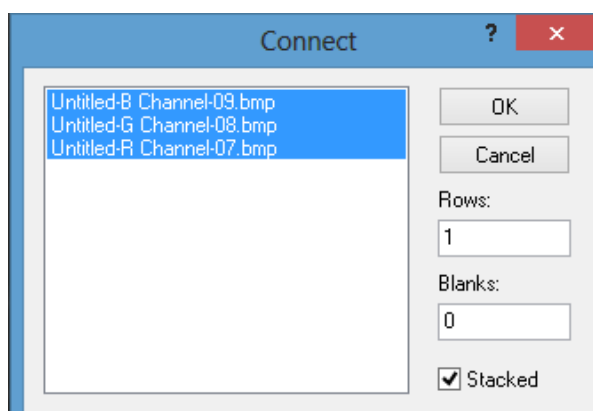


Рисунок 13 - Окно «Connect»

Далее выставляем каналы в той последовательности, в которой они будут накладываться друг на друга. Выбрав канал который будет стоять первым, нажимаем цифру «1» на клавиатуре, далее производим аналогичные действия с остальными каналами, присуждая им номер в очереди наложения (рисунок 14).

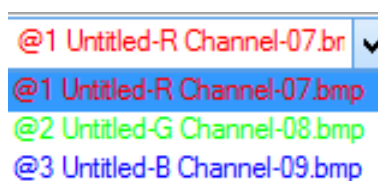


Рисунок 14 - Окно «Selector»

После того как все каналы выставлены в нужном порядке, кликаем правой кнопкой мыши по последнему открывшемуся окну и выбираем «Composite» (рисунок 15).

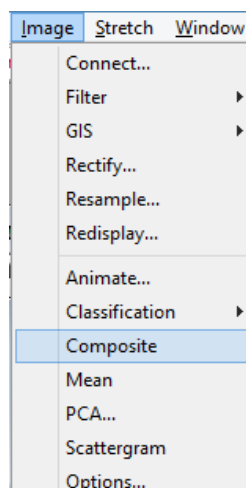


Рисунок 15 – Всплывающее окно для выбора функции
Composite

В результате получаем изображение местности в комбинированном спектральном выражении (рисунок 16).

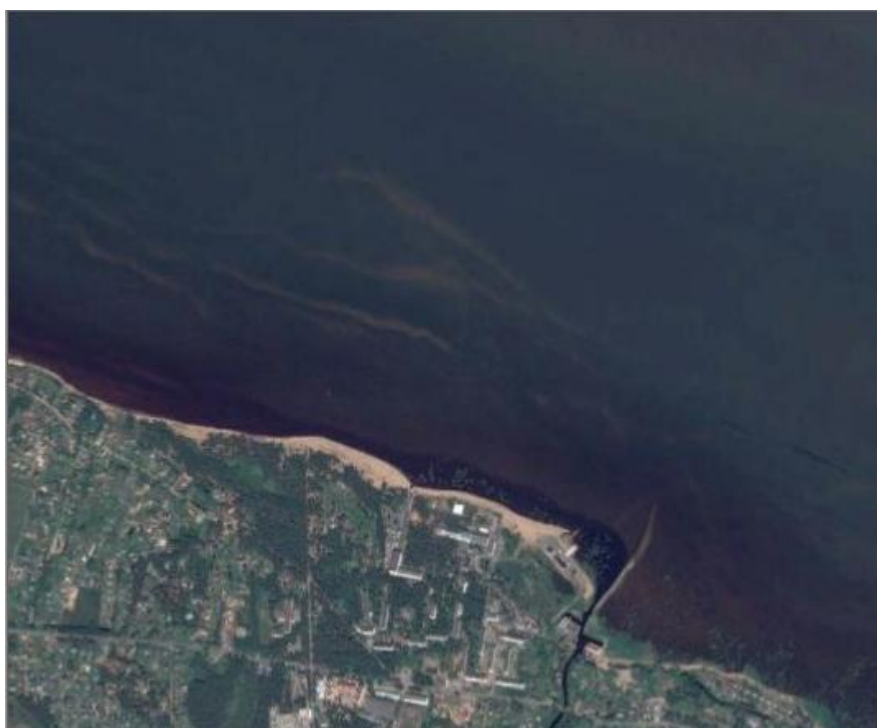


Рисунок 16 - Композитное спектральное изображение в
естественных цветах

Для более ярких и сочных цветов рекомендуется предварительно вырезать нужную область для каждого канала и после комбинировать уже вырезанные изображения. [18]

3.2 Характеристика гидрометеорологических условий исследуемого района

Чтобы проанализировать гидрометеорологические условия поселка Лебяжье, я воспользовался сервисом meteoblue.

Метеорологические диаграммы meteoblue строятся на погодных моделях, полученных в течение 30 лет и доступных для каждой точки на Земле. Они дают полезные показатели типичных климатических особенностей и ожидаемых погодных условий (температура, количество осадков, солнечная погода или ветер). Модели метеорологических данных имеют пространственное разрешение по диаметру около 30 км и могут не воспроизводить все местные погодные явления, как например грозы, местные ветры или торнадо.

Диаграмма средних показателей температуры и осадков представлена на рисунке 17.

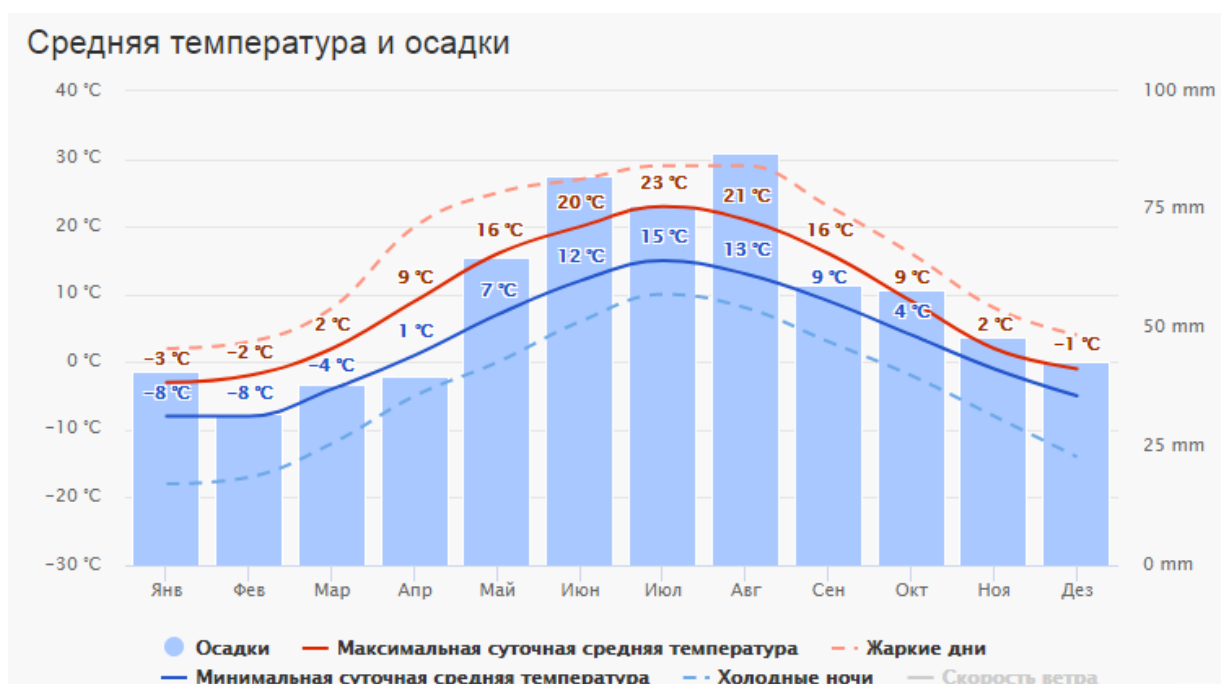


Рисунок 17 – Диаграмма средних показателей температуры и осадков

Максимальная средняя суточная "температура" (плотная красная линия) указывает на максимальную среднюю температуру в течение отдельных дней месяца в районе пос. Лебяжье. Аналогично этому "Минимальная средняя

суточная температура" (плотная синяя линия) указывает на минимальную среднюю температуру. Жаркие дни и холодные ночи (пунктирная красная и синяя линии) указывают на среднюю температуру в самый жаркий день и самую холодную ночь каждого месяца в течение 30 лет.

Диаграмма количества солнечных, частично облачных и туманных дней представлена на рисунке 18.

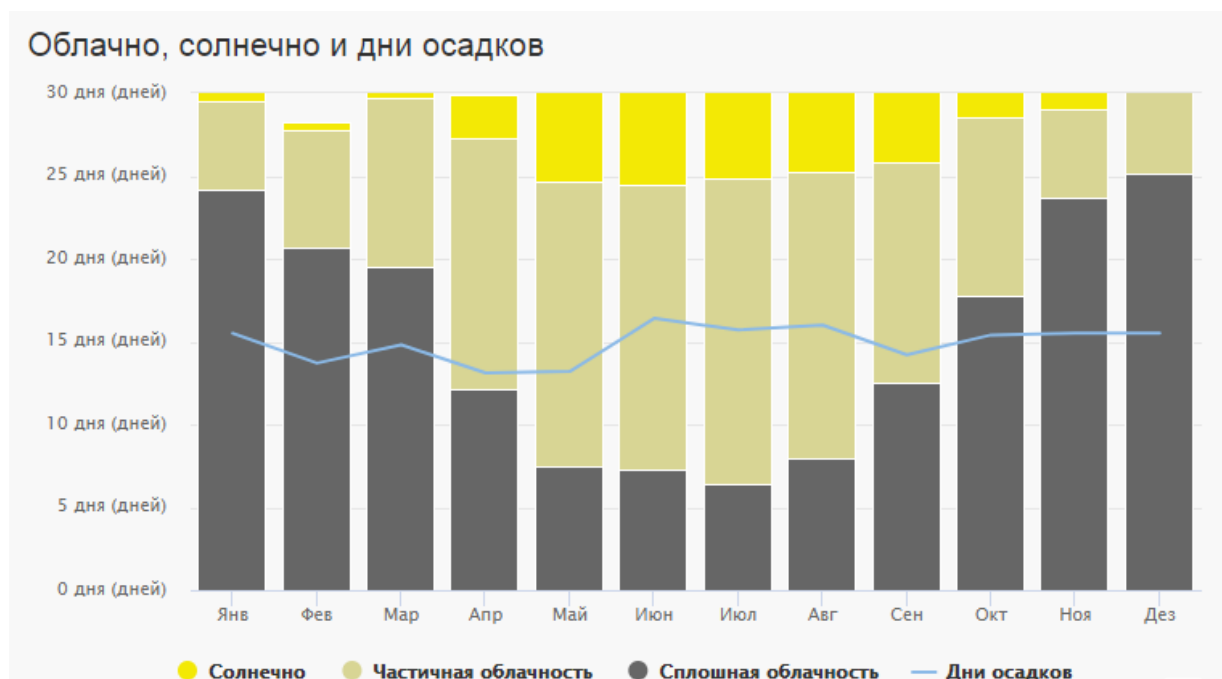


Рисунок 18 – Диаграмма количества солнечных, частично облачных и туманных дней

График указывает на количество солнечных, частично облачных и туманных дней, а также дней выпадения осадков. Дни, когда слой облаков не превышает 20%, считаются солнечными; 20-80% покрова считается частичной облачностью, а более чем 80% считается сплошной облачностью.

Диаграмма количества осадков (рисунок 19).

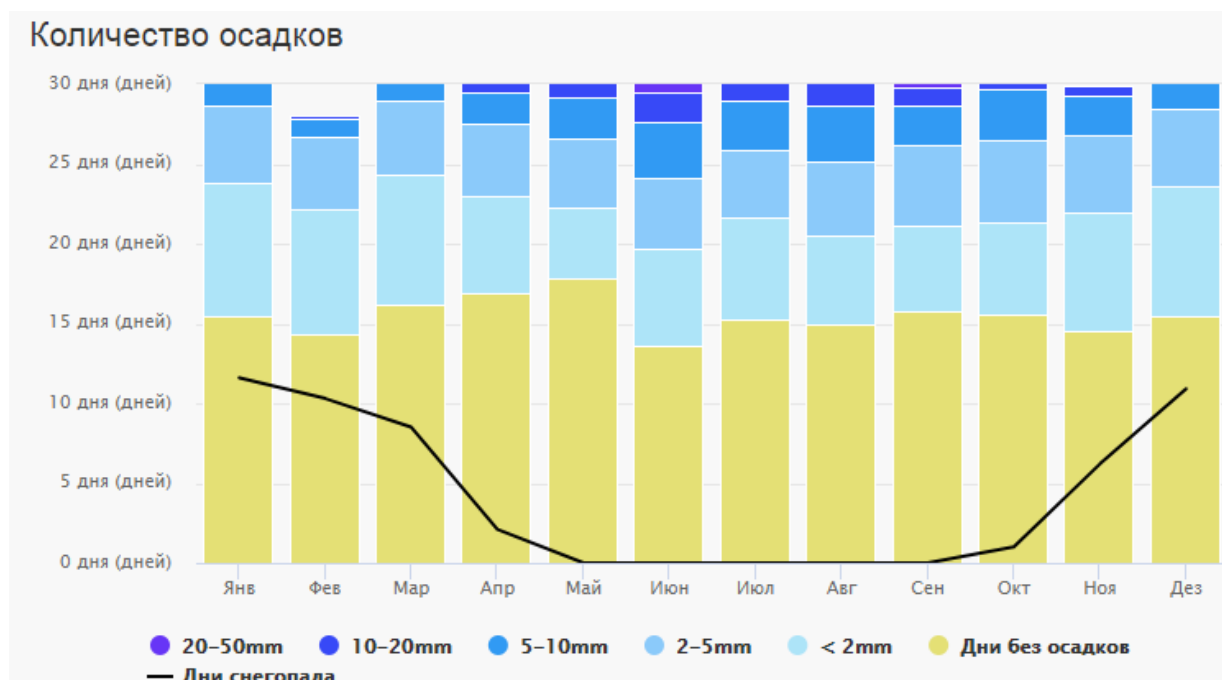


Рисунок 19 – Диаграмма количества осадков

Диаграмма выпадения осадков в Лебяжье указывает на то, сколько дней в месяце достигается определенное количество осадков.

скоростей ветра (рисунок 20).

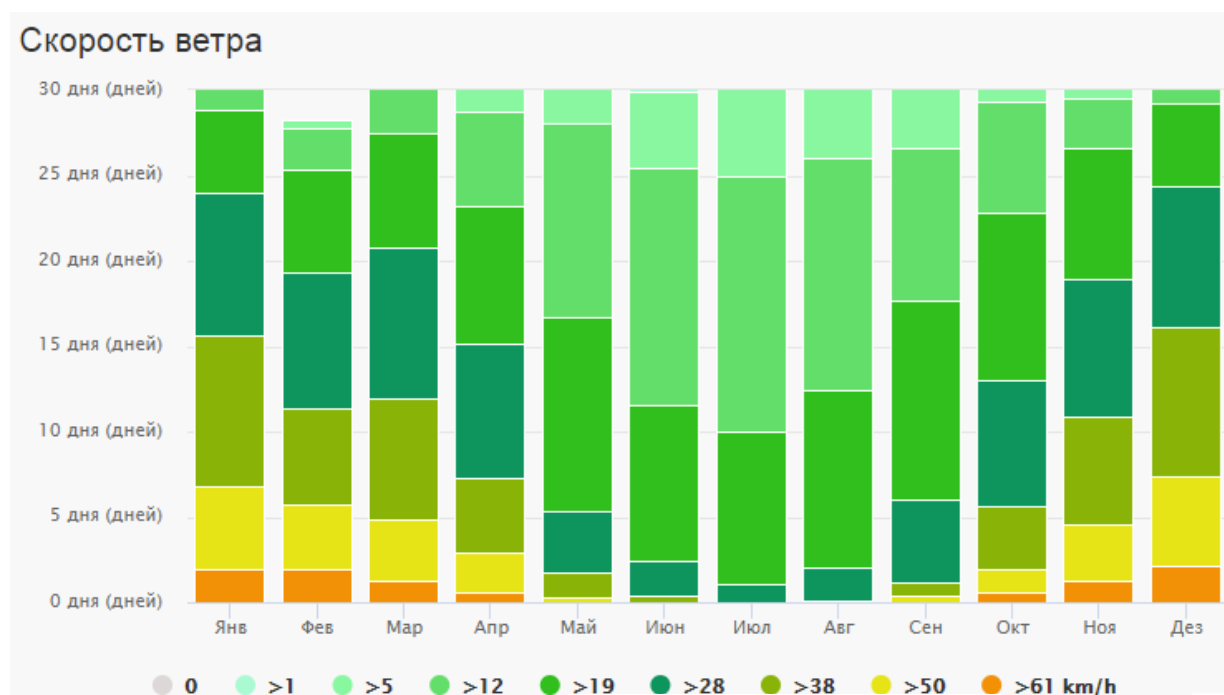


Рисунок 20 – Диаграмма скорости ветра

Эта диаграмма указывает на те дни в месяце, в течение которых скорость ветра достигает определенного значения.

Роза скоростей ветра представлена на рисунке 21.

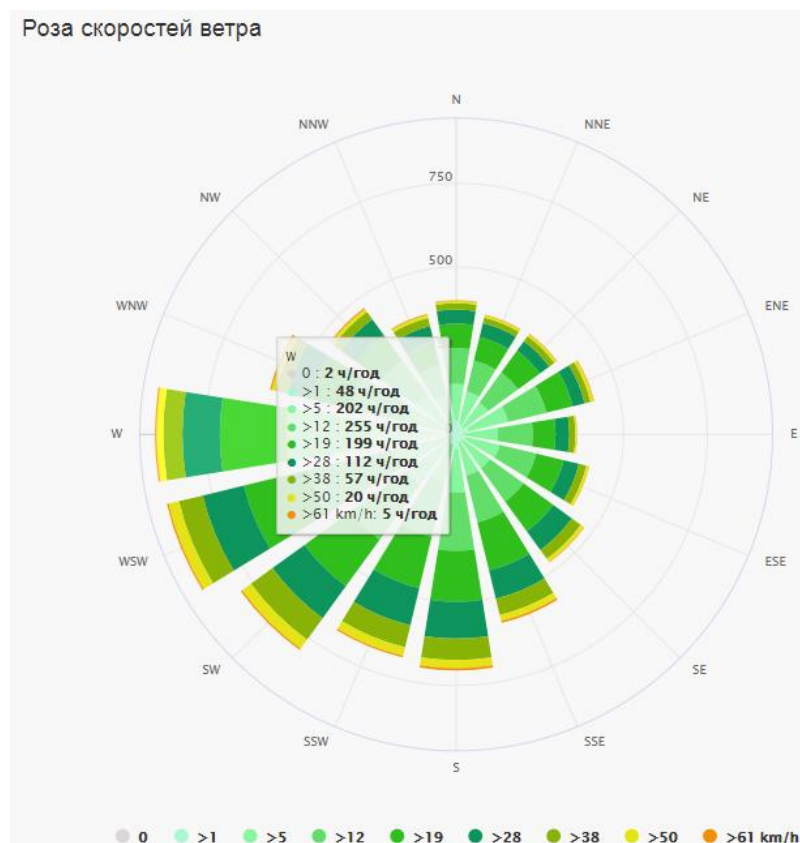


Рисунок 21 – Роза скоростей ветра

Роза скоростей ветра поселка Лебяжье указывает на то, сколько часов за год ветер дует с определенного направления. [19].

3.3 Геологическое строение и геоморфология береговой зоны исследуемого района.

Южная береговая зона восточной части Финского залива в районе поселка Лебяжье и Большая Ижора сложена четвертичными отложениями поздне-неоплейстоценового - голоценового возраста. Важной особенностью исследуемого района является достаточно глубокое залегание кровли ледниковых отложений (за исключением западного участка в районе форта Красная Горка), в результате чего здесь практически отсутствуют выходы морены на поверхность дна и берега. Наличие в зоне волнового воздействия выходов морены приводит к формированию валунных бенчей, бронирующих берег от дальнейшего размыва и, в то же время, являющихся причиной

дефицита осадочного материала. Берега и подводный склон в рассматриваемом районе преимущественно сложены песчаными отложениями, в отличие от других районов залива. Таким образом, особенности геологического строения верхней части разреза не предполагают наличия дефицита песчаного материала как одного из определяющих факторов развития береговой зоны.

Рассматриваемый участок береговой зоны находится в области относительных опусканий со скоростями от 0 до -2 мм/год [20]. Относительное повышение уровня моря подтверждается также анализом современных тенденций лито- и морфодинамических процессов (в частности, постепенным надвиганием песчаных кос на лагуны с размывом прикорневых и наращиванием дистальных участков) [21].

Рельеф побережья характеризуется сложной террасированной поверхностью. Слабонаклонная в сторону залива поверхность морской равнины располагается на абсолютных отметках 10-12 м, и отделена от расположенной гипсометрически выше озерно-ледниковой равнины четким абразионным уступом (высотой от 3 до 7 м, с крутизной склонов от 10 до 15°) или береговыми валами, находящимся на расстоянии от 1,5 км (пос. Большая Ижора) до нескольких десятков метров (форт Красная Горка) от современной береговой линии. Морская равнина сложена песчаными отложениями, преимущественно мелкозернистыми, кварцево-полевошпатовыми песками мощностью 0,5-8 м с линзами разнородного песка. На поверхности морской равнины развиты реликтовые береговые валы, дюны, косы и пляжи. Важно отметить, что как абразионные уступы максимальной фазы литориновой трансгрессии (7600-6700 кал.л.н.), так и береговые аккумулятивные формы этого возраста, имеют направление, аналогичное современным.

Нижний ярус рельефа побережья представлен современными абразионными террасами, пляжами и песчаными косами. Генезис и механизмы современного развития песчаных кос рассмотрены авторами в ряде публикаций [22,23]. Формирование кос началось в период от 4000 до 3000 кал.л.н. Основным литодинамическим механизмом их развития как в позднем голоцене,

так и в настоящее время является перемещение в направлении потока наносов волнообразных контуров береговой линии («вдольбереговых песчаных волн»), формирующих чередующиеся зоны размыва, транзита и аккумуляции.

Берега исследуемой территории относятся к выравнивающимся бухтовым (абразионный валунный (моренный) в районе форта Красная Горка, абразионный песчаный в центральной части изучаемой площади) и вторично-расчлененным (абразионно-аккумулятивный песчаный в пос. Лебяжье и Большая Ижора) [24]. Береговые формы рельефа сложены отложениями, различными по степени устойчивости к абразии, морена - в западной части береговой зоны, пески и глины на остальном ее протяжении, относятся к IV и V классам соответственно [25].

В рельефе подводного берегового склона, достаточно отмелого, исследованиями ВСЕГЕИ выявлена серия аккумулятивных песчаных террас, сформировавшихся на протяжении позднего голоцена [26]. По данным ГЛБО, мористее уступа нижней подводной террасы находится зона интенсивного подводного размыва, с выделяющимися в рельефе эрозионными ложбинами стока, имеющими СЗ-ЮВ простирание. Крупные знаки ряби на поверхности дна ложбин служат индикатором непрерывного движения материала. Параметры микрорельефа эрозионных ложбин свидетельствует о периодическом воздействии на него довольно интенсивных (до 40-50 см/с) придонных течений. [27]

3.4 Некоторые результаты исследования динамики прибрежной зоны и береговой линии

Основными причинами изменения прибрежной зоны исследуемого района, по моему мнению, является строительство защитной дамбы (Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений) в 2011 году, так как это привело к изменению направлений течений в Финском заливе. На рисунках 22 и 23 [28] показаны течения в Финском заливе до и после строительства КЗС.

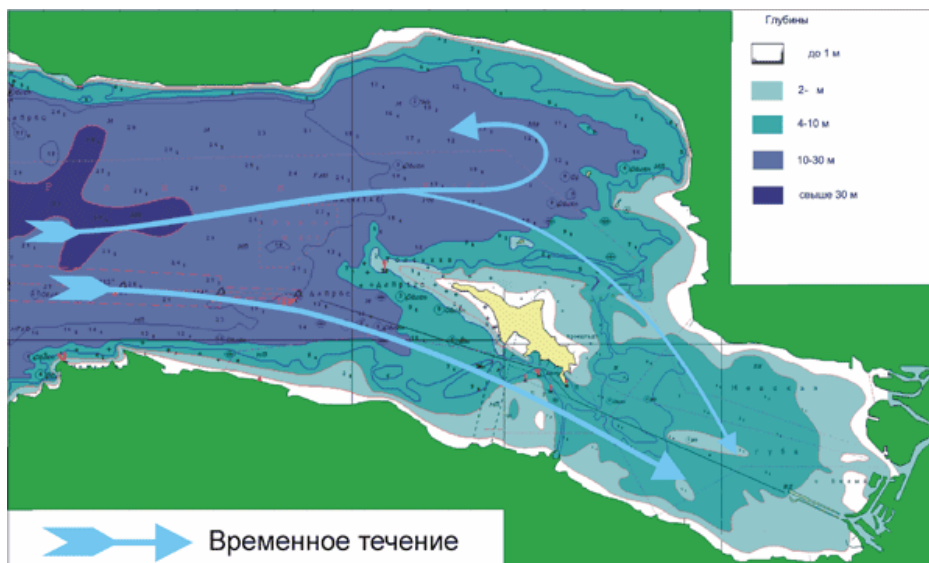


Рисунок 22 – карта течений в Финском заливе до строительства КЗС

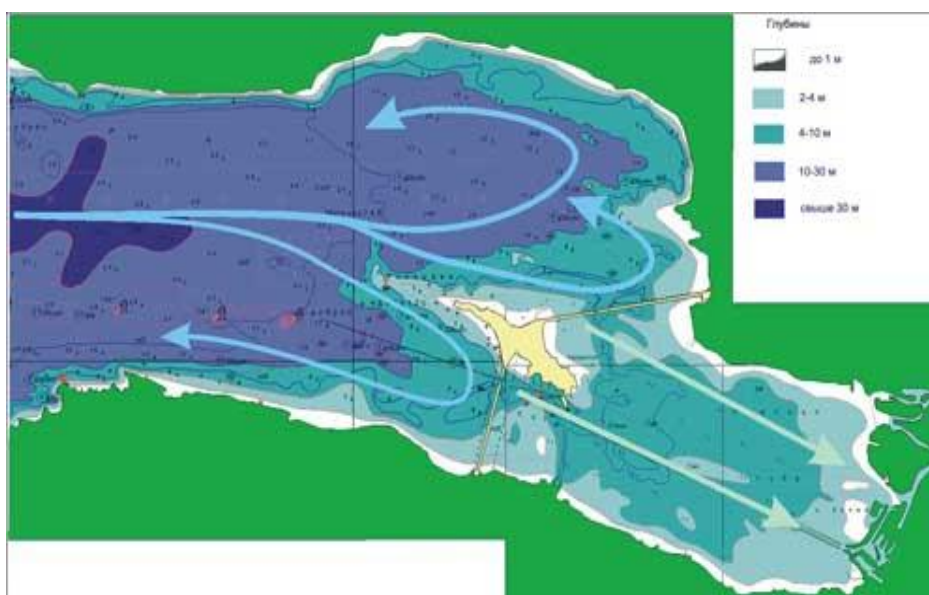


Рисунок 23 – карта течений в Финском заливе после строительства КЗС

Можно заметить, что после постройки дамбы, в южной части Финского залива течение развернулось и проходит вдоль берега, что способствует изменению прибрежной части исследуемого района, намыву песчаных образований. Они в свою очередь создают опасность для мелких судов, ходящих недалеко от берегов.

Комплекс защитных сооружений предназначен для защиты акватории Невской губы и дельты Невы от стгонно-нагонных явлений, при которых фиксировался подъем воды до 4,2 метра выше ординара.

Полная протяженность защитных сооружений 25,4 км. Комплекс рассчитан на защиту от наводнений высотой до 4,55 метра, верхняя отметка волноотбойной стенки над средним многолетним уровнем воды — 7,5 м.

Комплекс защитных сооружений включает в себя 11 защитных дамб, 6 водопропускных сооружений (В-1 — В-6), два судопропускных сооружения (С-1 и С-2) и шестиполосную автомагистраль, проходящую по гребню защитных дамб, с мостами, туннелем и транспортными развязками. Нумерация сооружений идет от Бронки к Горской (с юго-запада на северо-восток). Общая длина дамб — 23,4 км (рисунок 24). [29]



Рисунок 24 – комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений

Для анализа изменений прибрежной зоны выбраны два снимка, на которых лучше всего можно увидеть различия. Это снимки от 07.07.2014 г. и 16.08.2010 г.

Для того, чтобы с изображениями можно было работать в UNESCO Bilko, нужно конвертировать их из формата .jpg в .bmp. Для этого нужно воспользоваться программным обеспечением ArcSoft Photostudio.

Имея данные трех каналов в нужном формате, открываем программное обеспечение UNESCO Bilko. Первый снимок взят от 16.08.2010 г. Нужно открыть три полученных канала и соединить их в одно изображение Image > Connect... >.

В Selector цвета следует выставить по своим каналам и далее строится композитное изображение в естественных цветах (рисунок 25).

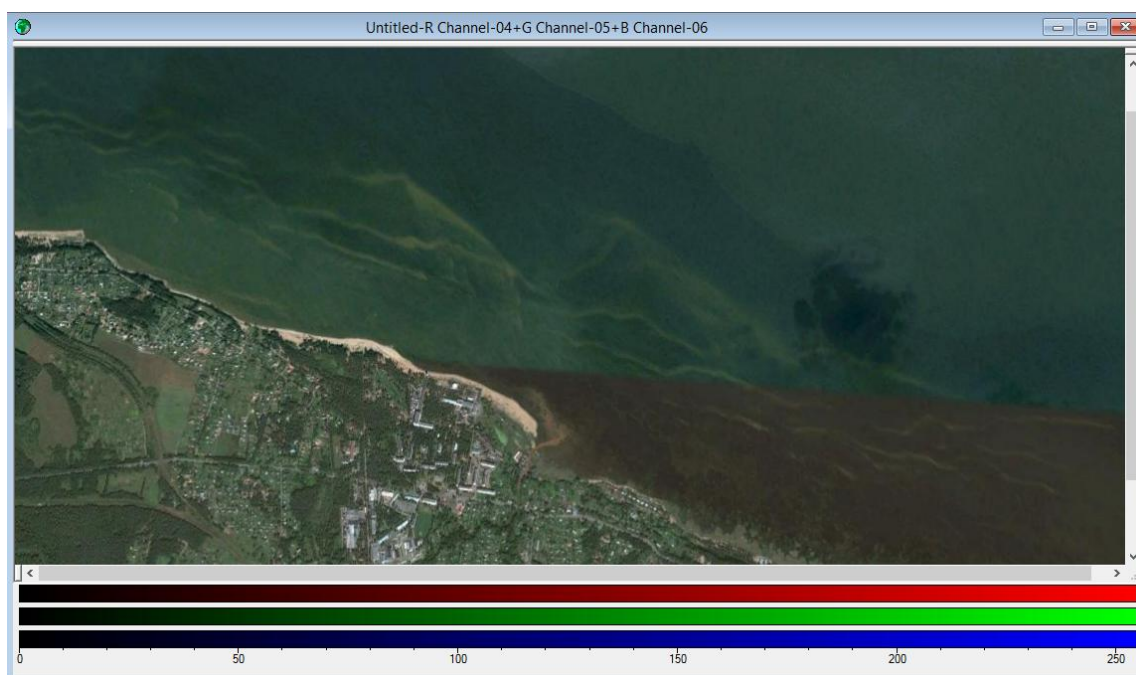


Рисунок 25 - полученное композитное изображение

Выбирается место для разреза, на котором более четко видны бары и строится разрез (рисунок 26).

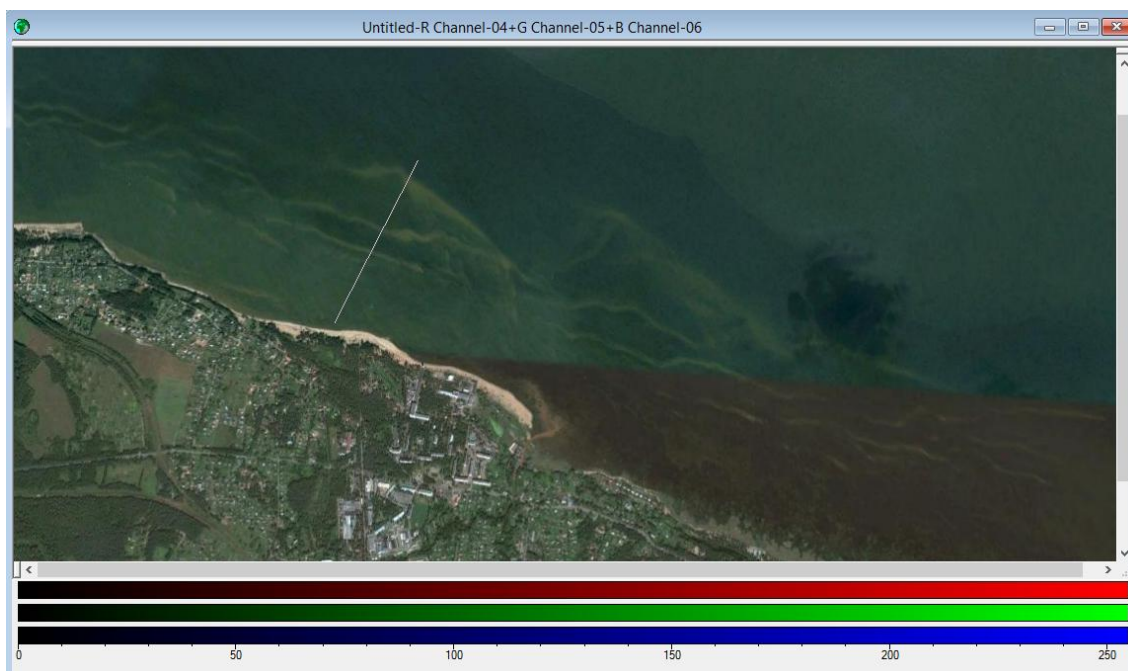
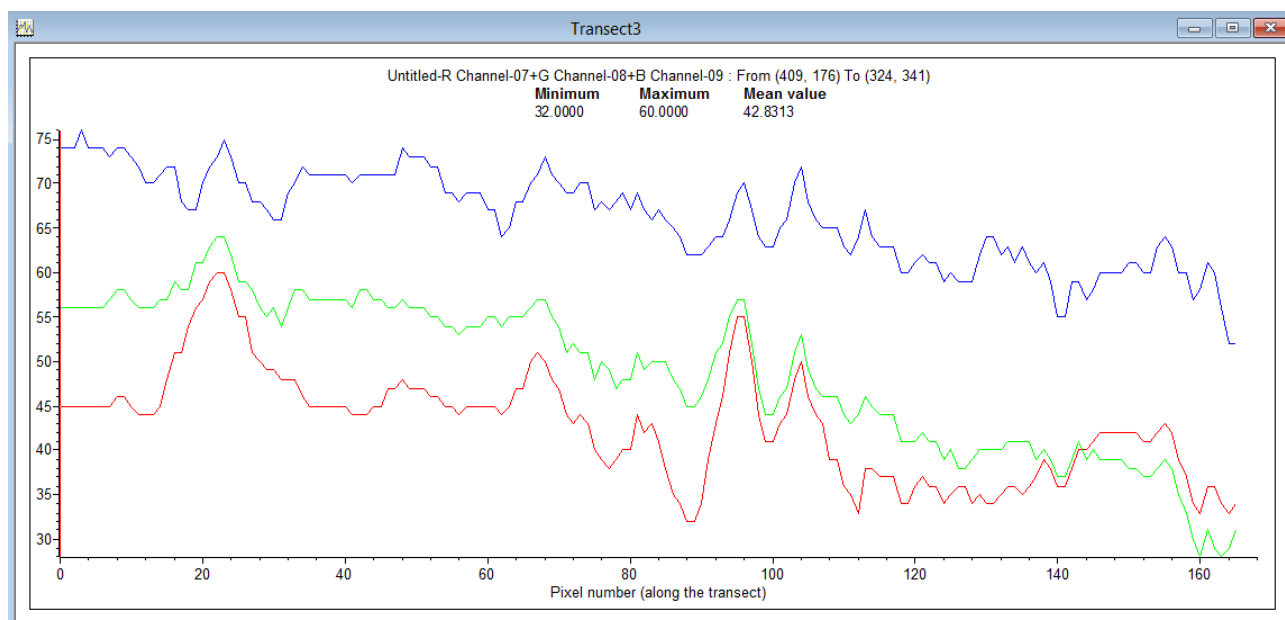
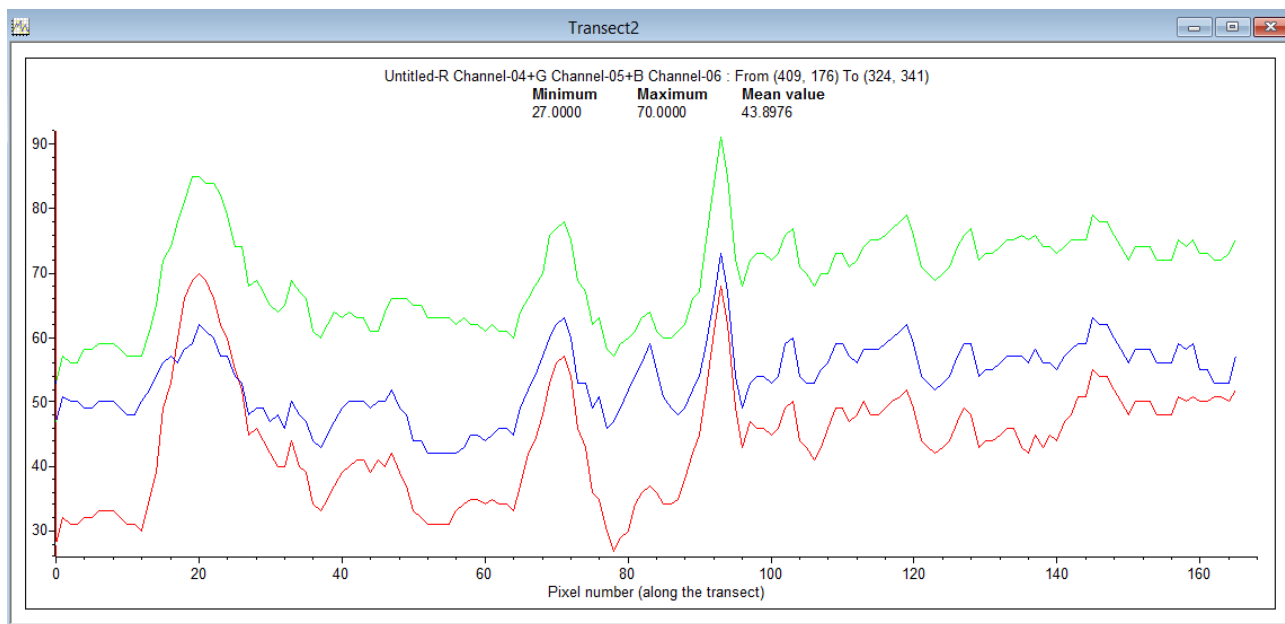


Рисунок 26 - разрез

Эти же шаги проделываются с изображением от 07.07.2014 г. На разрезах отобразились кривые, показывающие изменение поверхности в месте разреза, их цвета соответствуют цветам каналов. На рисунке 27 А - разрез на изображении от 07.07.2014; Б - разрез на изображении от 16.08.2010.



А



Б

Рисунок 27 - построенные разрезы

В большинстве случаев синяя кривая относится к воде, красная к отражениям на верхнем слое и зеленая неоднородности воды. Самая большая амплитуда изменения видна на кривой красного канала по ней я и буду делать анализ.

Места пиков на разрезе обозначают бары. Самый большой бар – третий от береговой линии и первый на разрезе, так как его пик на красной кривой имеет самые высокие показатели, а значит, он находится ближе остальных баров к поверхности воды.

Из разрезов можно определить, что на первом снимке уровень воды выше, так как на первом разрезе показатели яркости зеленой и красной кривых ниже, чем у синей, в то время как на втором разрезе преобладают показатели зеленой кривой и значение яркости в некоторых местах синей и красной кривых пересекаются, а значит уровень воды ниже, так как дно, бары и неоднородности лучше видны со спутника.

3.5 Оценки размеров и площади мелководных участков при воздействии новых гидротехнических сооружений

Пример расчета ширины бара.

Для того, чтобы рассчитать ширину бара, нужно построить разрез через первый бар (рисунок 28).



Рисунок 28 – построенный разрез на 1 баре

Далее строим разрез и находим с двух сторон пика точки яркости, соответствующие вершине бара (рисунок 29). На разрезе выбраны точки со значениями 53 и 52.

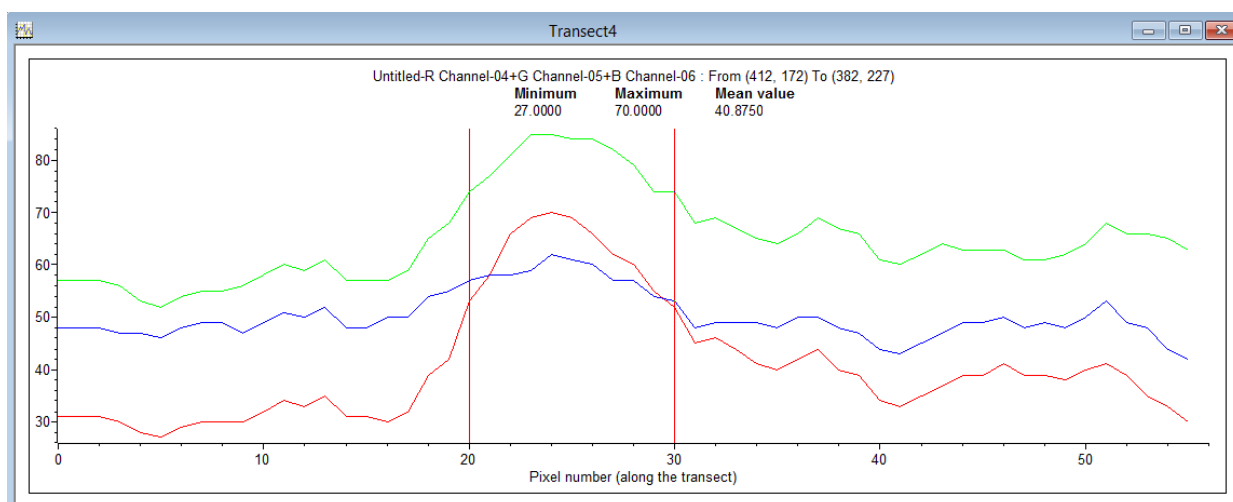


Рисунок 29 – разрез с отмеченными точками яркости

Считаем, сколько пикселей находится между отмеченными местами. В данном случае 10 пикселей. Эти 10 пикселей нужно умножить на пространственное разрешение снимка, на 30 метров.

Ширина бара в месте построения разреза равна 300 метров.

Пример расчет площади части бара.

Для расчета площади бара требуется выделить его часть и вырезать фрагмент (рисунок 30).

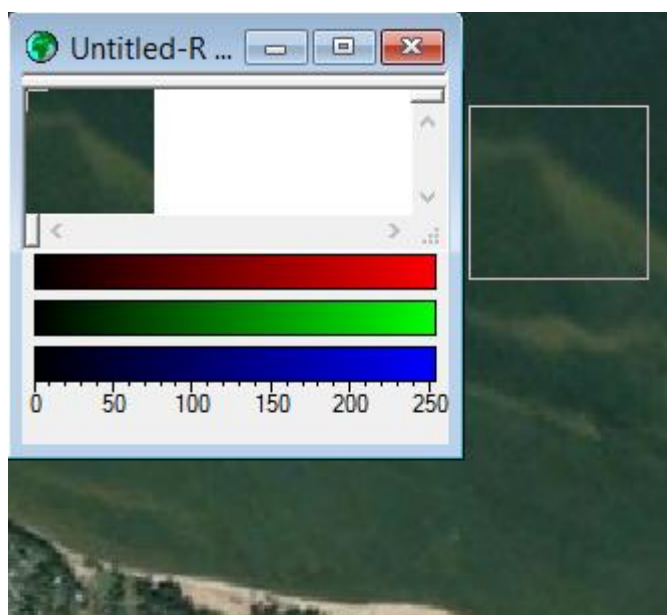


Рисунок 30 – вырезанная часть бара

Затем на фрагменте строим разрез через бар (рисунок 31).

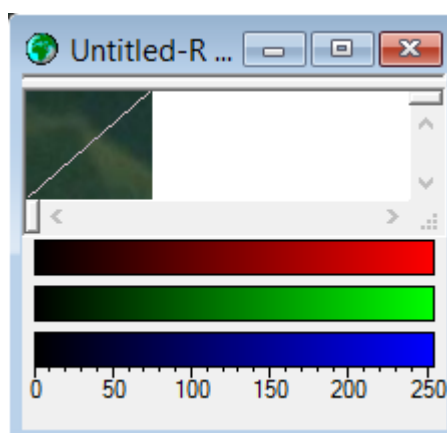


Рисунок 31 – разрез на вырезанной части

Далее на разрезе находим с двух сторон пика точки яркости, соответствующие вершине бара (рисунок 32). На разрезе выбраны точки со значениями 49 и 51.

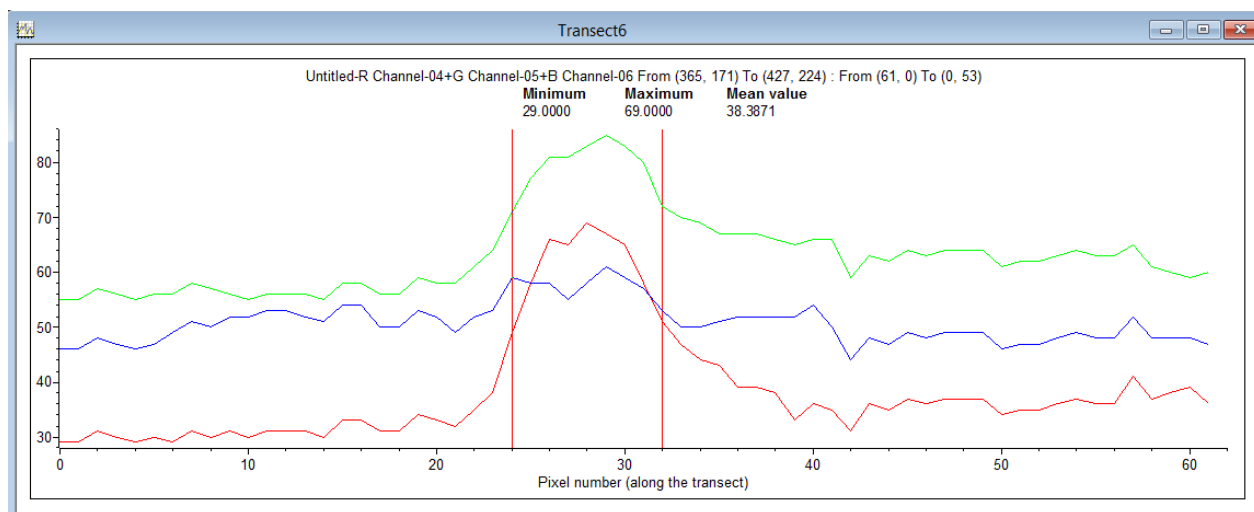


Рисунок 32 – разрез с двумя отмеченными точками яркости

Строим гистограмму для вырезанного участка с частью бара, находим на оси Y (частота) значения с разреза и выделяем часть гистограммы с этими значениями (рисунок 33).

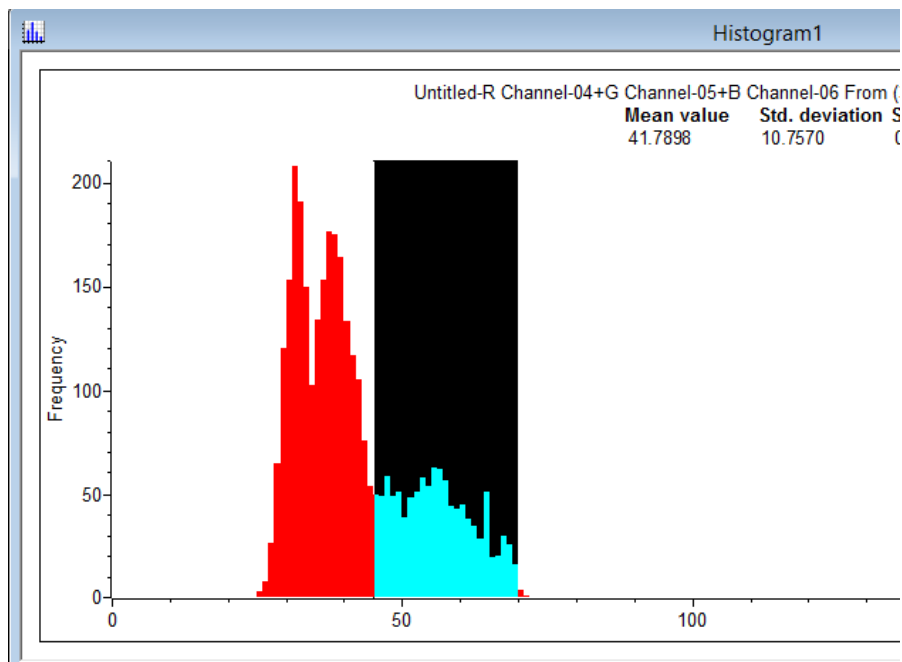


Рисунок 33 – гистограмма с выделенной частью

Площадь выбранной части бара равна количеству пикселей выбранного участка, умноженному на площадь одного пикселя, которая составляет 900 м^2 . Исходя из этого, площадь участка бара составляет $978\,200 \text{ м}^2 = 0,98 \text{ км}^2$.

3.6 Описание и разработка методики оптимального доступа к информации для представления ее пользователям

Определив, что доступ к информации некоторых спутников не дает необходимого разрешения для детального изучения проблемы следует заметить, что в зависимости от цели исследования необходимо обращаться к различным источникам информации.

Чтобы убедиться в процессах, происходящих на земной поверхности, провести статистический анализ или просто наблюдать за изменением характеристик, оптимально воспользоваться спутниками с небольшим спектральным разрешением от 30 до 15 метров.

Более оптимальным вариантом для детального анализа и интерпретации данных является бесплатный сервис с открытым доступом данных - “Планета Земля”.

Для максимально информативного и детального изучения космические снимки приобретаются у интернет-архивов за денежные средства. Но для определения характеристик изменений прибрежных зон достаточно снимков со спутников с малым разрешением. Как их получить пользователям было подробно приведено в форме блок-схемы во второй главе.

Аргументирование информации и адаптация информации под цель.

Решение задач тематической обработки является этапом анализа (интерпретации) изображения, прошедшего предварительную обработку, и конечной целью ставит реализацию процесса обнаружения и распознавания обнаруженных объектов, называемого по практике дешифрованием изображения. Конечным результатом дешифрования является тематическая карта территории, представленной на снимке, с нанесенной информацией на ней или описанием.

В работе были использованы визуальные методы исследования территории и с помощью программного обеспечения. Основным инструментом

проведения визуального дешифрования являются знания и интуиция дешифровщика, то есть способность обнаруживать сходство или различие между данным образом и образами, хранящимся в памяти, более, менее часто встречаемыми в прошлом опыте. Существенную роль в процессе визуального дешифрования играет ассоциативное мышление. Визуальные методы дешифрования подразумевают наличие большого опыта у проводящего дешифрование специалиста, конечной задачей которого является точное выявление дешифровочных признаков анализируемых объектов с целью их достоверного обнаружения.

После получения информации в виде снимков для их изучения при помощи программного обеспечения, пользователь должен знать основные методы обработки изображений в используемом ПО, основы работы в нем.

Методы определения характеристик прибрежных зон с использованием программного обеспечения, представленные в работе:

- Построение разрезов, для определения значений яркостей отражаемых поверхностей и дальнейший анализ по полученным данным;
- Расчеты размеров исследуемых областей на снимках или объектов с помощью разрезов;
- Расчеты площади анализируемых объектов и областей на снимках с помощью построения разрезов и гистограмм.

Бывает, что при анализе необработанного изображения, снимок в натуральных цветах слабо подходит и имеет не наглядный вид, слабый контраст не несет в себе детальной ясности. В таких случаях используется метод контрастирования, хотя в данной работе он не понадобился.

Контраст изображения - это разность между максимальным и минимальным значениями яркости. Существует несколько методов повышения контраста путем цифровой обработки:

- Линейное растягивание гистограммы. Всем значениям яркости присваиваются новые значения с целью - охватить весь возможный интервал изменения яркости (0, 255).

- Нормализация гистограммы. На весь возможный интервал изменения яркости растягивается не вся гистограмма, а ее наиболее интенсивный участок.

Программное обеспечение UNESCO Bilko позволяет применять три типа контрастирования: Линейный Авто (автоматическая линейная), выравнивание (выравнивание гистограмм) и Гаусса. [30]

Практически любой цвет, видимый человеком, может быть представлен как сумма трех основных цветов. Если значения яркости $R=250$, $G=0$, $B=0$, то пиксель будет окрашен в красный цвет. Если значения яркости равны между собой $R=G=B$, пиксель будет окрашен в серый цвет. Если значение яркости R , G , B не равны между собой то в зависимости от значений яркости R , G , B пиксел будет окрашен в определенный цвет.

Стоит отметить, что универсального метода контрастирования не существует, каждый метод уникален и применим к своей области задач.

Экономическое обоснование методики.

Использование космических снимков позволяет успешно проводить оценки общего состояния и изменения различных характеристик подстилающих поверхностей.

Главным плюсом данной методики является локальное проведение работ по изучению различных удаленных территорий.

Инновационный подход к изучению динамики береговых зон и других характеристик дает возможность минимизировать расходы на поездки в другие исследуемые регионы.

В некоторых случаях необходимых сцен может не быть в архивах спутниковых данных или пространственное разрешение не подходит под использования снимков под конкретную цель в этом случае необходимо обратиться в компании предоставляющие спутниковые снимки на заказ.

В зависимости от бюджета проводимого исследования можно определить качество работ, снимки небольшого разрешения можно получить и обработать без финансовых затрат, все зависит от поставленных задач и на сколько детально необходимо произвести анализ. Как показано в этой работе детально проанализировать необходимую сцену можно и без каких - либо затрат, если необходим еще более детальный анализ, то спутниковые данные можно приобрести у компаний, занимающихся эксплуатацией космических аппаратов.

Пример практической реализации методики.

Данная методика может быть использована для различных целей, например, при подборе мест для строительства портов и гидротехнических сооружений, для построения маршрутов мелким судам, анализ динамики изменений прибрежных зон и т.д. Таким образом она является универсальной как для мониторинга местности, так и для научных исследований. Ученые проводят постоянный мониторинг проблемных участков: динамика прибрежной зоны, экологические ЧС, мониторинг морей и океанов.

В России разрабатывается национальная Космическая система дистанционного зондирования Земли для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Выводы

В третьей главе было рассмотрено программное обеспечение, используемое в этой работе.

ArcSoft Photostudio – редактор изображений с большой библиотекой инструментов для работы со снимками.

UNESCO Bilko - программа, предназначенная для обработки данных дистанционного зондирования океана и прибрежных регионов, которая совместно с прилагаемыми пособиями используется для образовательных целей.

Были приведены характеристики гидрометеорологических условий исследуемого района. Средняя температура в исследуемые месяцы (июль,

август) составляет 22^oC днем и 14^oC ночью а средние осадки в эти месяцы самые большие в году и составляют 85 мм. В районе поселка Лебяжье преобладают западные и юго-западные ветра преимущественно не больших скоростей 1 – 5 м/с.

Было рассмотрено геологическое строение и геоморфология береговой зоны исследуемого района. Наличие в зоне волнового воздействия выходов морены приводит к формированию валунных бенчей, бронирующих берег от дальнейшего размыва и, в то же время, являющихся причиной дефицита осадочного материала. Берега и подводный склон в рассматриваемом районе преимущественно сложены песчаными отложениями, в отличие от других районов залива, поэтому в прибрежной зоне нет дефицита песчаного материала как одного из определяющих факторов развития береговой зоны.

Некоторые результаты исследования динамики прибрежной зоны и береговой линии. Основными причинами изменения прибрежной зоны исследуемого района, по моему мнению, является строительство защитной дамбы (Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений) в 2011 году, так как это привело к изменению направлений течений в Финском заливе. После ее постройки течения больше не заходят в Невскую губу, а разворачиваются и идут вдоль берегов Финского залива в обратном направлении, что способствует намыву песчаных образований – баров.

Для анализа изменений прибрежной зоны был проведен анализ двух снимков и сравнение результатов. По результатам анализа было установлено, что в августе 2010 года уровень воды был ниже, песчаные отложения и неоднородности в воде лучше видны, чем в июле 2014 года.

Были приведены примеры расчета размеров и площади мелководных участков при воздействии новых гидротехнических сооружений.

Для расчета размеров бара следует сделать композитное изображение в естественных цветах, построить разрез через исследуемый бар, на разрезе найти с двух сторон пика точки яркости, соответствующие вершине бара, посчитать

количество пикселей между отмеченными точками и умножить их число на пространственное разрешение.

Для расчета площади бара требуется выделить его часть на композитном изображении и вырезать фрагмент. Далее на фрагменте нужно построить разрез через бар, на разрезе найти с двух сторон пика точки яркости, соответствующие вершине бара, построить гистограмму для вырезанного участка с частью бара, найти на оси Y (частота) значения с разреза и выделить часть гистограммы с этими значениями. Площадь выбранной части равна количеству пикселей выбранного части, умноженное на площадь одного пиксела, которая в данном случае составляет 900 м^2 .

Описание и разработка методики оптимального доступа к информации для представления ее пользователям. В зависимости от цели исследования необходимо обращаться к различным источникам информации. Чтобы убедиться в процессах, происходящих на земной поверхности, провести статистический анализ или просто наблюдать за изменением характеристик, оптимально воспользоваться спутниками с небольшим спектральным разрешением от 30 до 15 метров. Снимки с такого спутника можно брать из сервиса с открытым доступом данных “Планета Земля”. Для максимально информативного и детального изучения космические снимки приобретаются у интернет-архивов за денежные средства. В работе были использованы визуальные методы исследования территории и с помощью программного обеспечения.

Так же был рассмотрен метод контрастирования. Он необходим, если при анализе необработанного изображения, снимок в натуральных цветах слабо подходит и имеет не наглядный вид, слабый контраст не несет в себе детальной ясности. Программное обеспечение UNESCO Bilko позволяет применять три типа контрастирования: Линейный Авто (автоматическая линейная), выравнивание (выравнивание гистограмм) и Гаусса.

Было приедено экономическое обоснование методики и пример практической реализации методики.

Главным плюсом данной методики является локальное проведение работ по изучению различных удаленных территорий. Инновационный подход к изучению динамики береговых зон и других характеристик дает возможность минимизировать расходы на поездки в другие исследуемые регионы.

Данная методика может быть использована для различных целей, например, при подборе мест для строительства портов и гидротехнических сооружений, для построения маршрутов мелким судам, анализ динамики изменений прибрежных зон и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы получены данные, позволяющее оценить характеристики прибрежной зоны в районе пос. Лебяжье, на южном берегу Финского залива.

Были использованы космические снимки со спутника Landsat8, которые обрабатывались в специальном программном обеспечении. Через построение разрезов с использованием комбинации спектральных каналов RGB и построение по ним композитного изображения в естественных цветах, был сделан анализ изменения прибрежной зоны.

Основные результаты:

1. В первом разделе описывается программное обеспечение Планета Земля, возможности оптико-электронного спутника (Landsat 8) в качестве источника данных для выше упомянутого ПО и оценки динамики прибрежной зоны. По результатам проведённого анализа были выявлены положительные и отрицательные стороны использования снимков спутника.

Положительные стороны Landsat 8: высокое пространственное разрешение(15м-100м) и свободный доступ к данным. Недостаток данных Landsat 8: большой период съемки (16 суток) и зависимость от облачности.

Данные полученные с помощью сервиса Планета Земля имеют более широкое разрешение, чем напрямую со спутника, и имеют большую информативность для детального изучения поставленной задачи. Сам сервис дает доступ к архиву спутниковых снимков для дальнейшего их использования и анализирования. Практически вся поверхность суши покрыта изображениями, полученными от компании DigitalGlobe и имеющими разрешение до 5 м на пиксель. Данные высот рельефа имеют разрешение порядка 30 метров по горизонтали на территории США, порядка 90 метров на остальной территории и точность по вертикали вплоть до одного метра. Так же, на снимках, полученных с Google “Планета Земля” имеются координаты.

2. Во второй главе был описан алгоритм получения снимков, необходимых для работы и произведен анализ прибрежной зоны по полученным изображениям.

По результатам проведенного анализа было выявлено:

- береговая зона Финского залива в районе поселка Лебяжье представляет собой широкую полосу песчаных кос и баров различных генераций;

- Строение подводного берегового склона в исследуемом районе отличается от других районов залива, где также установлено наличие подводных террас.

- бары весьма разнообразны по морфологии, морфометрии и взаимоотношениям с другими элементами литодинамических систем, поэтому могут формироваться как при относительном повышении, так и при понижении уровня моря, под воздействием течений и ветров;

- с 2010 по 2017 года в районе впадения реки Лебяжья в Финский залив песчаные намывы изменились и стали больше похожи на песчаную косу.

3. В третьей главе было рассмотрено программное обеспечение, используемое в этой работе.

ArcSoft Photostudio – редактор изображений с большой библиотекой инструментов для работы со снимками.

UNESCO Bilko - программа, предназначенная для обработки данных дистанционного зондирования океана и прибрежных регионов, которая совместно с прилагаемыми пособиями используется для образовательных целей.

Были приведены характеристики гидрометеорологических условий исследуемого района. Средняя температура в исследуемые месяцы (июль, август) составляет 22°C днем и 14°C ночью, а средние осадки в эти месяцы самые большие в году и составляют 85 мм. В районе поселка Лебяжье преобладают западные и юго-западные ветра, преимущественно 1 – 5 м/с.

Основными причинами изменения прибрежной зоны исследуемого района, по моему мнению, является строительство защитной дамбы (комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений) в 2011 году, так как это привело к изменению направлений течений в Финском заливе. После ее постройки поступление воды в Невскую губу ограничено, схема течений изменилась, появились условия для намыва песчаных образований – баров.

По результатам анализа изменений прибрежной зоны было установлено, что в августе 2010 года уровень воды был ниже, песчаные отложения и неоднородности в воде лучше видны, чем в июле 2014 года.

Приведены примеры расчета размеров и площади мелководных участков при воздействии новых гидротехнических сооружений.

Для оценок характеристик бара строились композитные изображения в естественных цветах, разрезы через исследуемый бар, определялись их линейные размеры. В результате проделанной работы была рассчитана ширина исследуемой части бара, которая составила 300 м.

Для расчета площади бара выделялся его фрагмент на композитном изображении. Далее по гистограмме для вырезанного участка с частью бара, определялась его площадь. По результатам работы площадь исследуемого участка бара равна 0,98 км².

При описании и разработке методики оптимального доступа к информации для представления ее пользователям необходимо обращаться к различным источникам информации в зависимости от цели исследования. Чтобы убедиться в процессах, происходящих на земной поверхности, провести статистический анализ или наблюдать за изменением характеристик, оптимально использовать данные спутников с небольшим пространственным разрешением от 30 до 15 метров. Такие снимки можно брать из сервиса с открытым доступом данных “Планета Земля”. Для максимально информативного и детального изучения космические снимки могут приобретаться у собственников интернет-архивов. В работе были

использованы визуальные методы исследования территории и с помощью программного обеспечения.

Для повышения качества визуального представления информации рассматривались методы контрастирования.

Преимуществом данной методики является локальное проведение работ по изучению различных удаленных районов. Инновационный подход к изучению динамики береговых зон и других характеристик дает возможность минимизировать расходы на поездки в другие исследуемые регионы.

Методика может быть использована для различных целей, например, при подборе мест для строительства портов и гидротехнических сооружений, для построения маршрутов мелким судам, анализ динамики изменений прибрежных зон и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

-
- [1] Знаменский В.А. Экологическая безопасность водной системы Санкт-Петербурга. СПб 2000. 120с.
- [2] Studbooks URL:http://studbooks.net/2057996/ekologiya/glavnye_istochniki_factory_antropogennogo_vozdeystviya_prirodu_yuzhnogo_berega_finskogo_zaliva (Дата обращения 15.05.2018).
- [3] Expertmagazine. URL: <http://expertmagazine.ru/internet/953-servis-google-earth.html> (Дата обращения 06.05.2018).
- [4] Prostoweb. URL: http://www.prostoweb.com.ua/internet_marketing/internet_dlya_chaynikov/stati/znakomtes_google_earth_putevoditel_dlya_nachinayuschih (дата обращения 02.05.2018).
- [5] Geektimes. URL: <https://geektimes.com/post/277824/> (дата обращения 07.05.2018).
- [6] Данные о спутнике Landsat 8 (LDCM). [Электронный ресурс]/ Электронные текстовые данные. Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Landsat-8> (дата обращения 06.05.2018).
- [7] USGS science for a changing world. URL: <https://lta.cr.usgs.gov/L8> (дата обращения 04.05.2018).
- [8] Landsat Science. URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/thermal-infrared-sensor-tirs/> (дата обращения 05.05.2018).
- [9] Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B1%D1%8F%D0%B6%D1%8C%D0%B5_\(%D0%9B%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B1%D1%8F%D0%B6%D1%8C%D0%B5_(%D0%9B%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD)) (дата обращения 12.05.2018).
- [10] Река Лебяжья. *Друзья Балтики*. Проверено 15 июля 2011. Архивировано 26 февраля 2012 года.
- [11] Davis R.A. Coastal Sedimentary Environments. – New York: Springer-Verlag, 1987. – 420 p.

-
- [12] Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Ильменская. Лист О-35-VI. Объясн. зап. / сост. В.А. Селиванова, И.С. Недригайлова. Ред. Т.Н. Алиханова. – М.: Недра, 1964.
- [13] А. Ю. Сергеев, Д. В. Рябчук, В. А. Жамойда, И. А. Неевин, О. В. Дронь (ВСЕГЕИ) - Голоценовая история образования литоморфодинамической аномалии в южной береговой зоне финского залива (район пос. Большая Ижора) , 2014.
- [14] Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
- [15] Softonic. URL: <https://arcsoft-photostudio.en.softonic.com/?ex=BB-463.2> (Дата обращения 18.05.2018).
- [16] Introduction to using the Bilko 3 image processing software - Электронные текстовые данные. URL: <http://www.noc.soton.ac.uk/bilko/tutorial.php> (дата обращения 08.05.2018).
- [17] Сычев В.И. Практическое использование спутниковых изображений по результатам дистанционного зондирования Земли из Космоса. // Часть 4. Введение в анализ спутниковых данных с помощью интегрированной системы анализа спутниковых изображений ЮНЕСКО БИЛКО. Майкоп:– 2016. 86 с
- [18] Сычев В.И., Эдвардс А.Д. Введение в программное обеспечение для обработки спутниковых изображений. // Краткое руководство пользователя и примеры практического использования программных продуктов ЮНЕСКО – СПб.: ЮНЕСКО,- 2008 г., 96с.
- [19] Meteoblue URL: https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7/modelclimate/%D0%9B%D0%B5%D0%B1%D1%8F%D0%B6%D1%8C%D0%B5_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F_536466 (дата обращения 28.05.2018).
- [20] Ядута В.А. Новейшая тектоника Санкт-Петербурга и Ленинградской области. // Минерал, 2006

-
- [21] Малинин В.Н., Митина Ю.В., Шевчук О.И. К оценке затопления побережья Курортного района Санкт-Петербурга при прохождении экстремальных наводненческих циклонов. // Ученые Записки РГГМУ, 2013, № 29, с. 136–142.
- [22] Леонтьев И.О. Динамика профиля песчаного берега на различных масштабах времени. // Сборник научных трудов «Фундаментальная и прикладная гидрофизика», 2010, № 4(10), с.78–89.
- [23] Ryabchuk D., Leont'yev I., Sergeev A., Nesterova E., Sukhacheva L., Zhamoida V. The morphology of sand spits and the genesis of long-shore sand waves on the coast of the eastern Gulf of Finland. // Baltica, 2011, 24(1), p. 13–24.
- [24] Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря. Гл. ред. О.В. Петров. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. — 78 с.
- [25] Леонтьев О.К., Никифоров Л.Г., Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. — М.: изд-во МГУ, 1975. — 336 с.
- [26] Амантов А.В., Жамойда В.А., Рябчук Д.В., Спиридонов М.А., Сапелко Т.В. Геологическое строение подводных террас восточной части Финского залива и моделирование условий их формирования на послеледниковом этапе развития региона. // Региональная геология и металлогения, 2012, № 50, с.15–27
- [27] О.А. Ковалева, Д.В. Рябчук, А.Ю. Сергеев, В.А. Жамойда, Е.Н. Нестерова. Абразионные процессы южной береговой зоны Финского залива: причины, динамика, прогноз развития // Морская геология, 2014, С. 91-92.
- [28] Проблема нагонных наводнений в С. Петербурге часть 4 влияние кзс на страницах сайта www.electrosad.ru url: <http://www.electrosad.ru/proekt/fz4.htm> (дата обращения 01.06.2018)
- [29] Fishki , статья от 30 июня 2015 URL: <https://fishki.net/1281675-kompleks-zawitnyh-sooruzhenij-sankt-peterburga-ot-navodnenij.html> (дата обращения 05.06.2018).
- [30] Сычев В. И., Эдвардс А. Д. Введение в программное обеспечение для обработки спутниковых изображений. // Краткое руководство пользователя и примеры практического использования программных продуктов ЮНЕСКО - СПб. - ЮНЕСКО: 2008 г., 96с.