

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)

На правах рукописи

Гулиев Аловсат Шура оглы



Разработка методики аэрокосмического мониторинга  
нефтяных загрязнений шельфовой зоны  
(на примере азербайджанского сектора Каспийского моря)

1.6.19. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия

Диссертация на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Научный руководитель –  
доктор технических наук, доцент  
Хлебникова Татьяна Александровна

Новосибирск – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ .....	10
1.1 Анализ действий по предупреждению загрязнений нефтью шельфовой зоны .....	10
1.2 Анализ задач существующего метода автоматизированного распознавания объектов (явлений) по многоспектральным космическим снимкам и другим данным дистанционного зондирования .....	15
1.3 Обзор съемочных средств, применяемых для мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны, а также исследования возможности использования новейших технологий .....	26
Выводы по разделу 1 .....	31
2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ .....	33
2.1 Принципы дистанционного зондирования для мониторинга нефтегазразработок.....	33
2.1.1 Применение космических снимков для получения информации о морской поверхности и ее интерпретация.....	33
2.1.2 Анализ многовременных изображений дистанционного зондирования.....	40
2.1.3 Особенности спектрально-отражательных характеристик космических снимков.....	45
2.1.4 Характерные свойства нефти.....	47
2.1.5 Аэрокосмический мониторинг: основные этапы .....	48
2.1.6 Интерпретация неопределенности в материалах аэрокосмического мониторинга шельфовой зоны .....	52

2.1.7 Специфика задачи обнаружения потенциально возможных неопределенностей в ДАМ МС.....	59
2.1.8 Анализ существующих способов выявления неопределенностей в статистических данных изучений морской среды .....	61
2.1.9 Способы выявления неопределенностей в ДАМ МС .....	62
2.2 Разработка технологической схемы методики аэрокосмического мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны.....	64
2.2.1 Постановка задачи разработки методики.....	64
2.2.2 Разработка технологической схемы методики автоматизированного дешифрирования космических снимков мест нефтеразливов на водной поверхности .....	65
Выводы по разделу 2 .....	88
<b>3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДИКИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОЦЕНКИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ .....</b>	<b>91</b>
3.1 Преобразование данных и формирование пространственно-распределенной базы топографической информации .....	91
3.2 Создание цифровой модели местности и ортофотопланов по материалам аэрофотосъемки .....	99
3.3 Исследование методики интерпретации.....	103
Выводы по разделу 3 .....	110
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>112</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>114</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>131</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>141</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное) АРХИВНЫЕ АЭРОФОТОСНИМКИ МАСШТАБА 1 : 40 000.....</b>	<b>146</b>

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность темы исследования.* В последние десятилетия растет тенденция переориентации ключевых сфер экономики на альтернативные углеводородные источники энергии. Несмотря на это, нефть и нефтепродукты играют ключевую роль в мировой экономике. Это обуславливает необходимость техногенного мониторинга и оценки состояния участков разработок нефти на шельфе, направленных на регулирование процессов и явлений, влияющих на окружающую среду. При мониторинге и оценке состояния месторождений нефти имеет место значительное число потенциально существующих неопределенностей классов объектов, более 30 % которых возникают впервые.

Источниками такого рода неопределенностей (дефектов) являются изменение физико-химических характеристик, протекающих в водных бассейнах, вызванные факторами естественного, природного и антропогенного характера, технические и программно-аппаратные сбои сенсоров, средств контроля исследуемой поверхности и ошибки, обусловленные человеческим фактором. Существующие системы обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из разных спутниковых датчиков обладают удовлетворительными способностями обнаружения известных неопределенностей пикселей. При этом они не всегда способны обнаруживать ранее неизвестные неопределенности классов объектов в данных аэрокосмического мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны.

Эти обстоятельства приводят к необходимости совершенствования вероятностных и статистических подходов описания объектов и явлений, происходящих на водной поверхности в местах добычи нефти.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью оптимизации яркостных характеристик совмещенных изображений, состава и количества измеряемых параметров, характеризующих состояние морской поверхности, а также математического обеспечения, предназначенного для обработки поступающей информации. Это позволит обнаружить и выполнить картографирование загрязненных

участков, на которых происходят просачивание природной нефти и разливы при ее добыче, а также при эксплуатации шельфовых участков, что приводит к технологическим выбросам нефти и нефтепродуктов в окружающую среду.

В связи с этим разработка методики аэрокосмического мониторинга участков шельфовой зоны, загрязненных добываемой нефтью и нефтепродуктами, является актуальной научно-технической задачей. Тем самым решается важная прикладная задача, связанная с безопасной эксплуатацией месторождений нефти для целей народного хозяйства Республики Азербайджан (на примере акватории нефтепромысла Нефтяные Камни).

*Степень разработанности темы.* Разработкой способов и методик выявления неопределенности значений в эмпирических данных, выявления участков нефтегазовых загрязнений и их картографирования занимались ведущие ученые из стран ближнего и дальнего зарубежья, такие как Беленко В. В., Брынь М. Я., Гук А. П., Гаусс К. Ф., Журкин И. Г., Заруцкий И. П., Иванов А. У., Карпик А. П., Колмогоров Н. В., Комиссаров А. В., Копылов В. Н., Лупян Е. А., Малинников В. А., Мелкий В. А., Пяткин В. П., Пирсон К., Романовский В. И., Чебышев П. Л., Шаповалов Д. А., Фишер Р. Д., Юсупов Р. М., Чибуничев А. Г., Чочиа П. А., Госсет У. С. (Стьюдент), Brekke С., Espedal H., Kubat M., Lee J. S., Solberg A. H. S, Topouzelis K. и др.

Этими учеными опубликованы научные статьи в области тематического дешифрирования аэрокосмической информации применительно к задачам наук о Земле. Разработаны эмпирические, статистические параметрические, непараметрические математические модели и методики для выявления неопределенности класса. Разработанные теоретические модели являются основой для решения задач по поиску неопределенности класса пикселей изображений ДЗЗ.

*Цель и задачи исследования.* Целью диссертационного исследования является разработка методики аэрокосмического мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны на примере азербайджанского сектора Каспийского моря (район нефтепромысла Нефтяные Камни), которая позволяет выявить места нефтяных загрязнений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– выполнить информационно-аналитический обзор современных космических средств, используемых для мониторинга и технологий автоматизированного дешифрирования материалов ДЗЗ, позволяющих определять границы нефтяных загрязнений в шельфовых акваториях и физические характеристики водной поверхности зон разработок нефти;

– разработать способ автоматической классификации исследуемых классов объектов по совмещенным разновременным многозональным оптическим и радиолокационным изображениям для распознавания и определения загрязненных участков;

– усовершенствовать алгоритм целостного многомасштабного обучения и тестирования автоматического обнаружения границ нефтяных разливов на поверхности моря с помощью нейронной сети ResNet-10 (Residual neural network) по оптико-электронным и радиолокационным спутниковым изображениям;

– разработать методику аэрокосмического мониторинга границ нефтяных загрязнений шельфовой зоны с использованием современных систем анализа данных ДЗЗ (ENVI (Harris Geospatial), ERDAS Imagine (Hexagon Geospatial), SNAP (Sentinels Application) и пакета прикладных программ Matlab;

– выполнить адаптацию разработанной методики аэрокосмического мониторинга оценки нефтяных загрязнений шельфовой зоны на реальных производственных материалах района нефтепромысла Нефтяные Камни Каспийского моря.

*Объектом диссертационного исследования* является неоднородная водная поверхность шельфовой акватории в районе нефтепромысла Нефтяные Камни Каспийского моря.

*Предметом исследования* является методика аэрокосмического мониторинга состояния участков добычи на шельфовой акватории.

*Научная новизна* заключается в следующем:

– разработан способ автоматической классификации исследуемых классов объектов по совмещенным разновременным многозональным оптическим и радио-

локационным изображениям, позволяющий повысить достоверность обнаружения границ зон нефтяных загрязнений за счет устранения неоднородности спектрального фона изображений;

– усовершенствован алгоритм целостного многомасштабного обучения и тестирование автоматического обнаружения нефтяных разливов на поверхности моря нейронной сетью ResNet-10 (Residual neural network) по оптико-электронным и радиолокационным спутниковым изображениям, позволяющие осуществлять эффективное обнаружение границ загрязненности нефтью за счет контроля скрытых слоев;

– разработана методика космического мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны с использованием современных систем анализа данных ДЗЗ: ENVI (Harris Geospatial), ERDAS Imagine (Hexagon Geospatial), SNAP Desktop (Sentinel Application) и пакета прикладных программ Matlab, позволяющая определять границы нефтяных загрязнений, а также динамику поверхностного морского течения и береговые затопления.

*Теоретическая значимость* исследований заключается в разработке методики анализа и интерпретации совмещенных изображений среднего и высокого разрешения, полученных от различных сенсорных датчиков космических аппаратов с длинными временными рядами для оценки границ нефтяных загрязнений и состояния мест разработок нефти на шельфовой зоне.

*Практическая значимость* заключается в повышении точности и достоверности определения и картографирования границ участков разработок нефти для оценки состояния мест шельфовой акватории и прогнозирования динамики распространения нефтяных загрязнений.

*Методология и методы исследований* включают в себя проведение теоретических исследований с использованием теории вероятности, математической статистики, математического моделирования и системного анализа полевых данных, а также теории ошибок измерений и методов реализации результатов измерений в производственных условиях.

*Положения, выносимые на защиту:*

– способ автоматической классификации исследуемых классов объектов по совмещенным разновременным многозональным оптическим и радиолокационным изображениям, позволяющий повысить достоверность обнаружения границ нефтяных загрязнений за счет устранения неоднородности спектрального фона изображений;

– алгоритм целостного многомасштабного обучения и тестирование автоматического обнаружения границ нефтяных разливов на поверхности моря нейронной сетью ResNet-10 (Residual neural network) по оптико-электронным и радиолокационным спутниковым изображениям, обеспечивающий достоверное обнаружение границ загрязненности нефтью за счет контроля скрытых слоев;

– методика аэрокосмического мониторинга шельфовой зоны с использованием современных систем анализа данных ДЗЗ: ENVI (Harris Geospatial), ERDAS Imagine (Hexagon Geospatial), SNAP Desktop (Sentinel Application) и пакета прикладных программ Matlab, позволяющая определять границы нефтяных загрязнений с учетом специфики шельфовой зоны, динамику поверхностного морского течения и береговые затопления.

*Соответствие диссертации паспорту научной специальности.* Диссертация соответствует областям исследования: 5 – Исследования методами ДЗЗ выбросов в окружающую среду (вода, воздух, почва, растительность) антропогенных и природных загрязняющих веществ, включая эмиссию парниковых газов в воздушную среду; 13 – Теория, методы и технологии создания трехмерных моделей объектов земной поверхности, инженерных и других объектов, на основе различных видов съемки (оптическая, радиолокационная, лазерно-локационная и др.) паспорта научной специальности 1.6.19. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России.

*Степень достоверности и апробация результатов исследования.*

Разработанная методика аэрокосмического мониторинга оценки нефтяных загрязнений шельфовой зоны применена и проверена на реальных объектах района

нефтепромысла Нефтяные Камни (экономическая зона азербайджанского сектора Каспийского моря). Основные положения диссертационного исследования докладывались и обсуждались на, XVII, XVIII, XIX Международных научных конгрессах «Интерэкспо ГЕО-Сибирь», (г. Новосибирск, 2021–2023 гг.), на Второй национальной научно-практической конференции с международным участием Института морской геологии и геофизики ДВО РАН, Технического нефтегазового института СахГУ, Южно-Сахалинск, Россия, в рамках 23-й международной конференции и выставки «НЕФТЬ и ГАЗ САХАЛИНА 2019» (г. Южно-Сахалинск, 2019 г.).

*Публикации по теме диссертации.* Результаты научных исследований представлены в 10 научных статьях, 4 из которых – в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

*Структура диссертации.* Общий объем диссертации составляет 177 страниц машинописного текста. Диссертация состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка литературы, включающего 133 наименования, содержит 8 таблиц, 29 рисунков.

# 1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ

## 1.1 Анализ действий по предупреждению загрязнений нефтью шельфовой зоны

Проблема загрязнения нефтью – одна из наиболее важных проблем при эксплуатации нефтяных скважин. Так как нефть в Азербайджане добывается в море, то необходимо осуществлять как периодический, так и оперативный контроль за состоянием поверхности моря, окружающей среды, нефтяных скважин.

Опасность загрязнения нефтью представляется одной из наиболее значимых при разработке месторождений, а также при дальнейшей транспортировке углеводородов. Зачастую происходят разливы, утечки, потери и прочие аварии, ведущие к непосредственному загрязнению шельфовой среды. В частности, вышеуказанная проблема стала особенно актуальной после аварии на Мексиканском заливе, которая спровоцировала всемирно известную экологическую катастрофу (рисунок 1.1) [22].

Несмотря на признанный нефтяной риск для экологической ситуации в Каспийском море, количество публикаций в этой области недостаточное.

На основе ранее проведенных исследований отметим, что в течение первых десятилетий после распада СССР прагматические методы аргументированной оценки загрязненности Каспийского шельфа были крайне неэффективны. В начале XXI в. началось международное сотрудничество в области улучшения техногенных условий Каспийского шельфа.

В 2000–2001 гг. в рамках Каспийской экологической программы (КЭП) были проведены исследования накопления нефтепродуктов илистых отложений в береговых регионах побережья. В рамках КЭП было создано Рамочное конвенционное законодательство о Каспийском море, посвященное водным биоресурсам, морской науке, защите Каспийского моря от загрязнения нефтью в связи с развитием нефтяной промышленности и другим вопросам в этой области [67].

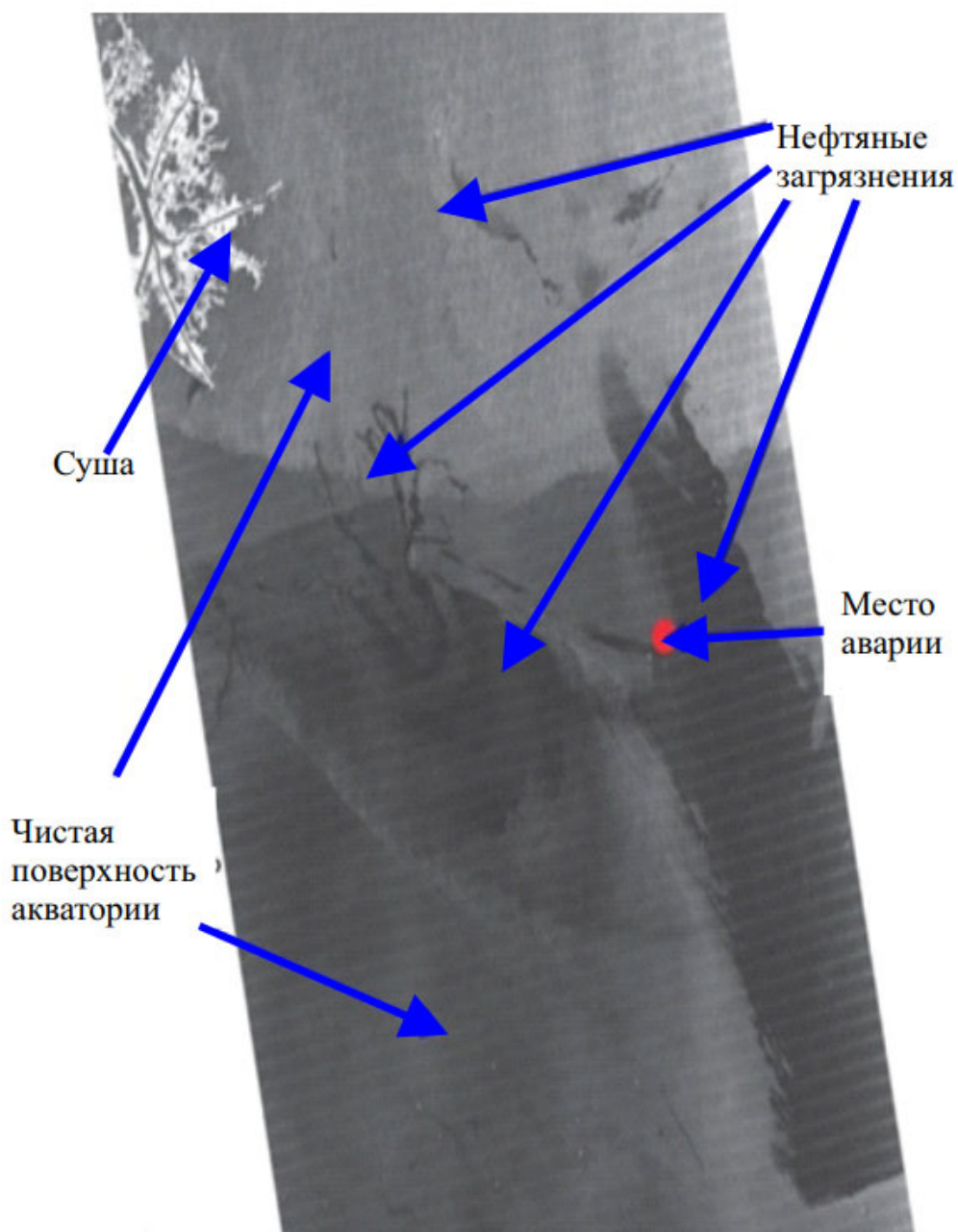


Рисунок 1.1 – Данные аэрокосмического мониторинга, на котором отражена утечки нефти на морском объекте (Мексиканский залив)

В г. Тегеран (Исламская республика Иран) была принята стратегическая программа действий, известная как «Тегеранская Конвенция».

«Тегеранская Конвенция» планирует возможность развивать и укреплять сотрудничество сторон, оказывать содействие рациональному использованию ресурсов Каспийского моря, изучать, защищать и сохранять его природную среду.

В настоящее время анализ последствий загрязнения мест нефтедобычи природными и техногенными факторами проводится на уровне экспертов, когда характеристики изменений уже известны. Такой традиционный подход не ориентирован на оперативную оценку масштабов воздействия и его возможные последствия сразу же после воздействия морской воды и не позволяет принять своевременные меры по контролю за деятельностью морской экологической службы.

Наиболее эффективными методами выявления антропогенного загрязнения в обширной акватории шельфа являются методы получения и обработки регулярных многоспектральных оптических и радиолокационных изображений, получаемых средствами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Современная потребность в оперативной системе ДЗЗ для выявления и анализа параметров загрязненности нефтью на шельфе Каспийского моря постоянно возрастает, поэтому нужно усовершенствовать существующую систему оценки состояния мест нефтеразработок шельфовых зон, направленных на регулирование процессов и явлений, снижающих качество окружающей среды. В настоящее время, благодаря развитию спутниковых цифровых систем съемок с высокой периодичностью, наиболее популярным является внедрение моделей информационных технологий. В частности, имеется возможность выбрать доступные данные и применять коммерческие технологии ДЗЗ, такие как совместное использование диапазонов радиолокационного и оптического спектра, механизмов моделирования ситуации в совокупности с наземной верификацией, позволяющих применять оптимальные и практические способы для решения задач мониторинга нефтяных загрязнений мировых акваторий морей и океанов.

Термин «естественная водная поверхность» относится к отдельным характеристикам и атрибутам водного объекта, присутствующего на месторождении Нефтяные Камни, расположенного в Каспийском море.

Проведенные исследования показали, что Каспийское море является крупнейшим уникальным замкнутым водоемом Земли [132]. Нефтяные Камни – нефтяное месторождение, расположенное в Каспийском море на шельфе. Исследования го-

ворят о том, что изменение поверхностных вод в районе месторождения Нефтяные Камни может произойти из-за действия различных факторов [87]. В [118] определено несколько компонентов, способствующих воздействию морской среды. Эти компоненты связаны с изменением теплоемкости, влажности, направлением течения, количеством водных частиц.

Авторы в [109] проводили исследование гидродинамики Каспийской акватории и обнаружили разные факторы, воздействующие на нее. Некоторыми факторами, влияющими на этот район, являются направление ветров, движение приливов и общий рельеф морского дна в близлежащем районе. В исследованиях [108] получены данные, свидетельствующие о том, что когда вода содержит отложения и другие мелкие частицы, это может привести к тому, что поверхность будет выглядеть неровной и непостоянной. Отложения могут образовываться из различных источников, включая реки, береговые линии и антропогенную деятельность, такую как морское бурение [109]. Наночастицы обладают способностью влиять на прозрачность оптических поверхностей, светопрозрачность и доступ к питательным веществам в воде. Различия воды по внешнему виду на месторождении Нефтяные Камни объясняются множеством факторов, включая температуру, соленость, течение и присутствие отложений.

В настоящее время разработаны и эксплуатируются системы сбора информации о характеристиках морской среды. Наиболее известными из них являются Video Plankton Recorder (VPR) [81], Underwater Video Profiler (UVP) [127], Shadowed Image Particle Profiling Recorder (SIPPER) [80], Zooplankton Visualization System (ZOOVIS) [82], Scripps Plankton Camera (SPC) [99], Imaging Flow Cytobol (IFCB) [117], In Situ Ichthyoplankton Imaging System (ISIIS) [89], ZooScan [90]. Такие системы позволяют собирать значительный объем данных за определенный период времени [82]. Однако задача дистанционного обнаружения и автоматического распознавания нефтяных загрязнений в морской среде для получения численной оценки их количества и вида, не является полностью разрешенной [114, 124, 128, 129]. В задаче отделения пятен нефти от похожих объектов имеет место двойствен-

ная интерпретация, которая возникает из-за разных процессов не только на морской поверхности, но и на глубине. К примеру, актуальная задача достоверного дешифрования космических изображений заключается в механизме точного отделения изображений пленок нефти от следов течения, рельефа дна, вихрей океана, гидрогеологических фронтов и многого другого [22]. Также не конкретизированы задачи определения классов (вода, нефть) неопределенности пикселей в данных аэрокосмического мониторинга (ДАМ) морской среды (МС), оценка их состояния, определение происхождения загрязнений нефтью.

Согласно вышеизложенному, предлагается совместное использование различных геоданных и других материалов, что позволит расширить возможности обработки данных ДЗЗ нефтепроявлений морской поверхности. Это значит, что с одной стороны действует определенная ограниченность в обнаружении нефтяных разливов на поверхности моря, которые сочетаются с яркостью окружающей среды без разлива [19]. Аварийные ситуации в зависимости от типа и вида загрязнения очень разнообразны, поэтому невозможно объединить их в отдельные группы. На современном этапе большинство длительно разрабатываемых месторождений находятся в завершающей фазе разработки, и главными факторами, способствующими загрязнению поверхности моря, могут быть аварийные ситуации, которые приводят к выбросу загрязнений в море, биогенные разложения морских организмов, а также естественные выбросы нефтяных и газовых веществ из грифонов и пластов.

Существующие системы обработки ДЗЗ обладают удовлетворительными способностями обнаружения известных неопределенностей пикселей классов объектов, не способны обнаруживать ранее неизвестные неопределенности в данных аэрокосмического мониторинга и дать полное решение задач оценки нефтяных загрязнений шельфовой зоны.

Большое число публикаций направлено на изучение поверхностного загрязнения шельфа. В них описываются различные стороны происхождения и методы поиска утечек нефти, вероятность правильного поиска которых близка к единице при малой вероятности ложной тревоги.

Существует ряд публикаций по исследованию решения задач выявления загрязненных выбросов по материалам ДЗЗ на поверхность шельфа и их картографированию, связанных с разливами углеводородов с судов, площадок бурения и других последствий человеческой деятельности [19, 45, 111]. После выброса сырая нефть выходит на поверхность моря, образуя нефтяные пятна, которые можно обнаружить методами дистанционного зондирования. Использование многоспектральных спутниковых данных, радиолокационных изображений [97, 100] и их комбинаций [18–20] получили широкое распространение. Разработана и проведена апробация методов, позволяющих визуально интерпретировать возможные нефтегазовые загрязнения, которые возникают из-за природного просачивания нефти и нефтепродуктов [36, 112, 122].

В настоящее время существуют методики определения границ нефтеразливов с использованием сегментированных радиолокационных изображений. Однако метод, оцененный только по спектральным данным матрицы совпадения, имеет ограничения, хотя и предлагает эффективную стратегию выявления нефтяных разливов.

## 1.2 Анализ задач существующего метода автоматизированного распознавания объектов (явлений) по многоспектральным космическим снимкам и другим данным дистанционного зондирования

Процесс получения информации о компонентах местности по их изображениям, выявление свойств объекта и его взаимосвязей представляет собой дешифрирование аэрокосмических изображений.

Визуальное дешифрирование реализуется путем установления непосредственного или косвенного дешифровочного признака оператором-дешифровщиком. Косвенные признаки – это признаки, которые через одни объекты и их свойства свидетельствуют о наличии иных объектов или их особенностей и свойств.

Автоматическое (интерактивное) определение характеристик осуществляется на базе формализованного компьютерного преобразования исходного изображе-

ния, позволяющего повысить визуальный уровень информативности изображения и получить синтезированное изображение. Полученные изображения затем дешифрируются визуально.

Традиционные методы дешифрования не позволяют получить по изображениям оптических многоспектральных съемок необходимую информацию. Это послужило мотивацией для разработки методики. Интерактивная оценка характеристик осуществляется алгоритмом программы для определения объектов. Решение принимается по критериям, заложенным в программе без вмешательства оператора. Этот метод эффективен для использования, однако может быть ошибка сходности. При этом необходима дополнительная проверка достоверности данных. Таким образом, весьма распространенным методом интерпретации считается автоматизированная интерпретация.

Современные съемочные средства ДЗЗ позволяют получать регулярные многоспектральные оптические и радиолокационные изображения одной и той же территории в различных диапазонах и с различными значениями пространственного разрешения.

Результаты трансформации предварительной обработки исходных данных в условиях автоматического дешифрирования объектов называют пространством символов. Идея данного подхода заключается в формировании признаков нового изображения путем перехода от пиксельной обработки изображений к яркостному полю.

Поле признаков идентификации, выявления и классификации поверхностного разлива нефти может быть разделено на пять групп:

- статистические (например, среднее значение и его стандартное отклонение, минимальные/максимальные значения и отношения коэффициентов обратного рассеивания);
- геометрические (например, площадь, периметр, сложность, форм-факторы и пропорции);
- текстура (например, матрица совпадения уровней серого);

- контекстуальные (например, близость судов и нефтяных вышек);
- поляриметрические полосы от одиночных до полных [91].

Экспертная система – IT-система, которая способна заменить собой эксперта-профессионала в решении проблемной ситуации механического характера. Передовые экспертные системы (ЭС) основоположниками искусственного интеллекта начали разрабатываться в 1970-е гг.

Важной частью ЭС являются базы знаний (БЗ) как модели поведения экспертов-профессионалов, осуществляющих логический вывод (ЛВ) и принятие важных технологических решений. Другими словами, БЗ – это хранилище фактов и правил ЛВ в заданной предметной области жизнедеятельности.

БЗ состоит из перечня принципов анализа информации, полученных от пользователя по определённой проблеме. ЭС анализирует исходные материалы и, в зависимости от направленности деятельности ЭС, разрабатывает рекомендации, направленные на решение проблемы.

Различают следующие стадии разработки ЭС:

- идентификации проблем (СИП) – определяются задачи, подлежащие решению, конечные цели разработки, а также избираются эксперты, тип потенциальных пользователей;
- извлечения знаний (СИЗ) – производится содержательное изучение поставленной проблемы, выявляются применяемые понятия, сопутствующие им связи, определяются доступные способы решения;
- структурирования знаний (ССЗ) – определяются методы представления всех видов информации, формализуются главные понятия, определяются методы интерпретации БЗ, моделируется приемлемая работа системы;
- формализации (СФ) – производится заполнение экспертом БЗ.

Поскольку основой экспертных систем являются знания, то соответственно данная стадия является наиболее трудоёмкой стадией разработки ЭС:

- реализация ЭС – разрабатывается один либо несколько прототипов экспертных систем, которые решают заданные задачи;

– тестирование – производится оценка избранного метода представления БЗ в ЭС.

В случае решения вопросов, которые связаны с экологической безопасностью нефтепромысловых объектов добывающих компаний, первостепенная задача заключается в своевременном обнаружении произошедших нефтеразливов и прочих аварий, несущих загрязнение окружающей среды.

Реализовать вышеуказанные задачи возможно методом непрерывного диагностического обследования и аэрокосмического зондирования небезопасных промысловых объектов, проведения ремонтно-восстановительных и предупредительных работ.

Существуют экспертные системы в области мониторинга экологии в Азии, США и Европе:

- Система глобального мониторинга в интересах окружающей среды и безопасности (GMES);
- Глобальная система комплексов наблюдения Земли (GEOSS);
- Международная хартия «Космос и крупные катастрофы»;
- DMC (Международная система мониторинга стихийных бедствий);
- Система предупреждения о катастрофах и стихийных бедствиях Sentinel Asia.

В Российской Федерации перспективной ЭС в области экологического мониторинга считается Международная аэрокосмическая система мониторинга глобальных явлений (МАКСМ) [58].

Данная глобальная экспертная система обладает собственным специализированным комплексом малых космических микроспутников с бортовой аппаратурой, предназначенной для обнаружения признаков раннего проявления стихийных бедствий.

Несмотря на явные преимущества рассмотренных выше систем космического мониторинга, ни одна из ЭС не получила статус исчерпывающего источника информации. Одной из основных причин снижения качества поступаемой и спутниковой информации являются метеорологические условия.

Помимо погодных условий, есть и ряд других недостатков, которые присущи в разной степени всем вышеизложенным ЭС в области экологического мониторинга [51]. Рассмотрим недостатки ЭС:

- недостаточное оборудование специальными техническими средствами;
- наносимый экологический ущерб;
- невозможность обеспечения полностью безопасного мониторинга в условиях стихийных бедствий или метеорологических условий полётов;
- потребность в определённых кадровых, финансовых и материальных ресурсах;
- существенная субъективность в оценке метеорологических условий персоналом в случае визуального наблюдения в отсутствии специальной подготовки;

*Полевой метод* обнаружения изменений в цифровых морских картах масштаба 1 : 50 000 (содержит слой водных параметров).

Этот метод заключается в прямом измерении параметров водных условий, например температуры, мутности, концентрации хлорофилла и разливы нефти в полевых условиях. Карты параметров воды создаются по результатам полевых измерений, а затем производится сравнение водных параметров на карте, созданной в разные промежутки времени. Главным преимуществом данного способа является достоверное определение изменений пространственного расположения и назначения каждого предмета, применяемого в определенной морской среде. Однако главный недостаток этого метода обусловлен тем, что он требует дорогостоящих затрат и продолжительного периода времени.

Методы дистанционного зондирования Земли для обнаружения и картографирования разливов нефти используют космические снимки и аэрофотоснимки.

Многие источники, например, [130] свидетельствуют о том, что данные ДЗЗ включают спутниковые и аэрофотоснимки для получения данных, связанных с поверхностью моря. Алгоритмы классификации позволяют анализировать ряд параметров воды, таких как температура, мутность, концентрация хлорофилла и разливы нефти. Это достигается посредством компьютерных алгоритмов.

Для цифровых обработок космических изображений мест нефтедобычи применяют следующие методы.

*Разностный метод.* В данном подходе по двум изображениям периодов времени  $t_1$  и  $t_2$  вычисляется дополнительное разностное изображение, которое отражает изменение морской поверхности, произошедшим между двумя промежутками времени. В математическом виде:

$$D_{x_{ij}^k} = x_{ij}^k(t_2) - x_{ij}^k(t_1) + C, \quad (1.1)$$

где  $D_{x_{ij}^k}$  – разница между значениями пикселей  $x$ , расположенных в строке  $i$ , колонке  $j$ , для диапазона  $k$ , в момент времени ( $t_1$ ) и момент времени ( $t_2$ );  $C$  – константа, используемый для формирования положительных чисел [36].

Достоинство данного метода – не нужно совмещать разновременные изображения.

Этот метод обычно используется для расчета в одном канале изображения [85].

*Метод объединения данных.* Объединение данных – это совмещение информации разных форматов, получаемых из различных источников, в том числе из изображений ДЗЗ, индивидуальных измерений и моделей океанографии [113]. Совмещение данных ДЗЗ с информацией, полученной от датчиков в районе месторождения нефти, является полезным и улучшает поиск различных условий водных ресурсов, например цветения водорослей и нефтяных пятен.

*Искусственная нейронная сеть (ИНС).* В базовой топологической структуре ИНС представлены три уровня: входной, скрытый и выходной уровни. Процедура обучения ИНС включает в себя определение и корректировку взаимосвязанных весов в соединениях в трех основных этапах, т. е. прямую связь входной информации, вычисление взаимосвязанной ошибки входа и выхода и коррекцию весов. После завершения этапов обучения и оценки точности разработанная нейронная сеть позволяет следить за наличием нефтеразлива в данных. Сложности применения ИНС

в классификации нефтяных разливов заключаются в том, чтобы определить оптимальную комбинацию гиперпараметра ИНС, например, количества скрытых элементов, размер партий, итераций обучения, темпы обучения и импульс, поскольку неправильный выбор может негативно сказаться на его точности и производительности вычисления. Информация точности ИНС по исследованиям разлива нефти составляет от 72 % до 90 %.

*Дерево решений (ДР).* ДР представляет собой простую и понятную непараметрическую классификацию машинного обучения, которая разделяет входной набор информации на ветвяные подмножества, каждый подмножественный набор информации описывается в наборе функций, значений порогового класса и метки класса. В отличие от ИНС и SVM, ДР может быть быстро обучен и выполнен, пользователи легко могут интерпретировать исходные данные моделей.

Важную роль играет размер дерева, поскольку дерево имеет два класса, т. е. разлив нефти и двойники. Деревовидные классификаторы очень чувствительны к небольшим изменениям, которые происходят в обучающем наборе данных; таким образом, требуется тщательная разработка обучающего набора данных, чтобы успешно различать разливы нефти и похожие. В публикациях значения точности ДР и нечеткой логики в исследованиях разливов нефти составляет от 80 до 90 %.

*Машина опорных векторов (SVM).* SVM – непараметрическая методика машинного обучения с обучением, основанном на принципе минимизации структурных рисков из теории статистического обучения в приложениях дистанционного зондирования. Популярность применения в классификации нефтеразливов объясняется возможностью обработки многомерного пространства объекта и достижениями удовлетворительного результата классификации при ограниченном количестве обучающих выборок. Образцы, которые примыкают к границам между классами в пространстве признаков, называются опорными векторами; эти SVM предназначены для определения места расположения разделяющих гиперплоскостей, обеспечивающих оптимальное распределение классов, что позволяет минимизировать ошибочную классификацию и получить удовлетворительный результат.

В публикациях значение точности SVM в исследованиях разливов нефти составляет от 71 до 97 %.

Одним из оптимальных методов определения различных условий водных ресурсов, например цветения водорослей и нефтяных пятен в обширной шельфовой акватории, является обработка регулярных многоспектральных оптических и радиоэлектронных снимков. Результатом такой обработки являются трехмерная пространственная модель предметной области – морской поверхности. Методы обработки регулярных многоспектральных оптических и радиолокационных снимков используются для обнаружения особенностей изображений и их классификации по соответствующим категориям [6, 113]. Для выполнения этой задачи применяются различные методики, такие как извлечение границ, анализ текстуры или распознавания объекта. Алгоритм сегментации изображений может быть комбинирован как стимулирование формализации отдельных участков морской поверхности. Алгоритмы способны различать отдельные участки воды, анализируя их оптические характеристики. Сложность задачи заключается в определении признаков, описывающих пространственное распределение объектов (явлений) распознавания, зависящих от различных состояний морской среды. При реализации решаются следующие задачи:

– *определение местоположения объекта* (зона загрязнения нефтью) заключается в определении каких-либо объектов (явлений), выбранных ранее в наборах цифровых аэрофотоснимков и космических снимков. Определяется связь всего объекта или часть объекта с его изображением путем сравнений пространственных координат. При этом необходимо задавать опорные и контрольную точки;

– *пространственная модель местности*: предусматривает выполнение уравнения фототриангуляционной сети по материалам аэрофотосъемки (в том числе и архивным аэрофотоснимкам), получение каталога пространственных координат точек прибрежной зоны. Опорные данные, аэрофотоснимки, космические снимки выполняют трансформирование космических снимков, получают цифровую модель местности. Для поиска структурных связей между изображениями необходимо

определять соответствующую структуру на изображениях, из которой надо получить многомерную информацию. Проблема моделирования объекта полностью не решена для автоматического вывода сцены модели.

Одна из задач этого подраздела – анализ задач, связанных с определением объектов по двум или более космическим снимкам, полученных из различных временных рядов. При этом возникает неоднозначность в определении признаков. Эта неоднозначность решается методом интерпретации. Необходимо определять соотношения между заранее заданной моделью объектов и одним или несколькими пространственными цифровыми изображениями. Однако это сравнение даёт только промежуточный результат.

Рассмотрим задачу извлечения признаков. Важным вопросом моделирования объекта является вопрос о задании приближенных значений местоположения объекта. Эту задачу часто решают с использованием итерационных методов сравнения с итерацией пирамид изображений.

*Извлечение признаков из цифровых изображений.* В литературе предложено много методик выделения признаков [94]. Однако не опубликовано систематическое исследование, которое позволит выбрать перечни признаков, чтобы составить пространства признаков как входные данные классификатора. Это влечет за собой снижение точности обнаружения.

Эти методики различаются в зависимости от вида признаков и используют различные математические модели, которые приводят к тому, что извлечение признаков можно основывать на анализе первого, или второго уровня серого тона спектральной яркости. В цифровом изображении выделяют три класса характеристик:

- однородные области изображения;
- границы (края) изображения;
- точки изображения.

*Однородные области* – это участки изображения, которые удовлетворяют определенным критериям сходства, таким как однородная интенсивность или цвет. Одинаково описанные области в пространстве могут быть представлены как за-

мкнутые кривые линии, которые являются границей масс однородных областей. Существуют различные методы определения однородных областей:

– методы порогового определения: некоторые цифровые пиксели классифицируются в зависимости от пороговых значений (определяемые пользователем или автоматически). После чего объединяются соседние пиксели, принадлежащие одной категории [95];

– наращивание области: сначала извлекаются исходные участки, которые итеративно перевычисляются на своих границах, принимая новые значения пикселей, соответствующие уже имеющимся в области. После каждой аппроксимации значения однородных областей следует пересчитать, включая новые стартовые пиксели. Динамика прироста региона в значительной степени обуславливается активностью явных стартовых пикселей [95];

– разделение и сочетание: изображение будет последовательно разбиваться на подобласти, пока критерий однородности не будет соблюден. На следующем этапе объединяются соседние области, которые демонстрируют аналогичные показатели однородности [93].

*Извлечение границ (краев) изображений.* Края обладают резкими изменениями интенсивности или цвета. Край – это либо границы двух областей (края ступеней), либо небольшие по площади вытянутые объекты, шириной несколько пикселей, поэтому границы между обеими сторонами объекта слишком близки, чтобы разделить их [116]. Для обнаружения кромок выполняется несколько этапов:

– поиск кандидатов-пикселей на краю: в зависимости от основной модели края пикселя цифровые изображения свертываются производными ядрами первого или второго порядков. В [86] используют для этой цели первую производную ядра Гаусса. Кандидаты-пиксели соответствуют пикселям с большим значением первого производного, поэтому необходимо найти порог для отделения их от однородных. При этом очень значимым является выбор порога. Значения порогов должны быть присвоены изображению по эмпирической оценке. Задача установки порога решается с помощью вторых производных операторов, например оператора Лапласа –

Гаусса (LoG) [92]. Второй производный оператор обычно очень чувствителен к шуму, поэтому необходимо заранее отфильтровать изображение. Именно поэтому в приведенных выше алгоритмах применяется ядро гауссовой свертки. Также очевидно, что при использовании второго производного оператора шум выше, чем для первого производного оператора;

– поиск оптимального кандидата: если оцениваются первые производные операторы, то шаг 1 будет означать, что краевые области имеют ширину больше одного пикселя. Затем отыскивается оптимальный кандидат из пикселей, имеющий наибольшую производную по направлению к краю;

– нахождение краевых элементов: результатом предыдущего этапа остается двоичное растровое изображение с пиксельными кандидатами на краю. На этом этапе вычисляется оптимальное местоположение краевого элемента с точностью субпикселя. Краевым элементом считается крайний пиксель, касающийся края. Положение краевого элемента определяется по результату уравнения второго производного оператора по направлению функции Гаусса через край или путем аппроксимации уровня серого вокруг пикселя в плоскости [92];

– выявление краев (отслеживание краев): с помощью алгоритмов пиксельного отслеживания, соседние элементы краев со сходным направлением необходимо объединить для формирования цепочки [102];

– краевая пиксельная цепочка: краевые пиксельные цепочки должны быть аппроксимированы какими-либо аналитическими функциями, такими как прямые линии или сплайнами [94, 121].

*Извлечение точек изображения.* Точки представляют собой небольшие объекты без физического размера. Они могут находиться в контурах, углах, на местах соединений ребер или представлять собой мелкий сгусток внутри однородных областей небольшого размера. (круговые симметричные точки) [94]. Их можно найти по следующим критериям:

– использование оператора Ferstner. Точки определяют по признакам, на которых значение средней квадратичной ошибки минимально по сравнению со значе-

нием наименьшей средней квадратической ошибки [92]. С помощью этого оператора можно обнаружить все типы точек;

– анализ кривизны краев изображения. Эти операторы могут обнаруживать угловые точки в положениях максимальной кривизны кромок, ранее обнаруженных с помощью какого-либо алгоритма обнаружения кромок.

### 1.3 Обзор съемочных средств, применяемых для мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны, а также исследования возможности использования новейших технологий

В настоящее время имеется значительное количество поставщиков данных ДЗЗ, разработана и функционирует обширная материально-техническая база, включающая различные средства получения данных ДЗЗ. Данные ДЗЗ включают материалы воздушных, космических, наземных и морских съемочных систем с множеством датчиков на борту различных платформ. Эти датчики предназначены для наблюдения за электромагнитной, акустической, ультразвуковой, сейсмической и магнитной энергией для мониторинга окружающей среды и наблюдения за Землей.

Существуют ряд методов дистанционного доступа к информации о Земле. Рассмотрим два наиболее распространенных:

– цифровое космическое изображение оптического диапазона, получаемое средствами оптико-электронной съемочной системы. Современные съемочные системы видимого и дальнего инфракрасного диапазона используют оптический преобразователь линейки – приемник зарядовой связи (ПЗС). Цифровое космическое изображение, полученное оптической системой, представляет собой матрицу цифрового кода яркости. При этом матричная цифровая структура обычно представляет собой квадратную сетку. Один элемент сетки – наименьшая часть изображения, называется пикселем. Пиксель не следует отождествлять с пространственным разрешением системы. Размер пикселя в фокальной плоскости оптико-электронной

съемочной системы предопределяется размерами фоточувствительного элемента структуры ПЗС;

– цифровые космические радиолокационные изображения (РЛИ) представляют собой упорядоченный массив цифрового сигнала, полученного в процессе съемки. Фотограмметрическая обработка радиолокационных сигналов, отражаемая от объектов, является сложной. Математическая модель цифрового РЛИ представляет собой матрицу строк, каждый из элементов которой (пиксель) определяет интенсивность (мощность) сигнала, отражающегося от элемента земной поверхности.

Свойства космического снимка описываются спектром сенсора, пространственной, радиометрической, временной полосой наблюдения. Спектральные полосы обеспечивают количество и расположение спектральных признаков, полученных конкретным датчиком. Пространственное разрешение – количество деталей объекта (явлений), представленных размером пикселей, где чем выше пространственное разрешение, тем мельче детали, которые можно распознать на изображениях. Радиометрическое разрешение представляет собой диапазон и различимое количество дискретных значений яркости в изображении. Временное разрешение представляет собой частоту отображения сенсором одной и той же территории. Полоса обзора описывает размер кадра изображения в эквивалентных наземных единицах измерения. Перечисленные свойства определяют области применения и объем данных, генерируемых конкретным датчиком.

Увеличилось число аппаратов космической съемки Земли в разных зонах спектра электромагнитного излучения, имеющих различные геометрические параметры, параметры полосы наблюдения, даты съемки заданной территории.

С целью выявления нефтяных загрязнений на поверхности акватории и определения их характеристик активно применяется метод радиолокационной съемки поверхности водной среды с использованием радиолокатора синтезированной апертуры.

За последние 20 лет отмечается появление новых возможностей средств ДЗЗ:

– возможность получения снимки с наименьшим размером пикселей – менее 1 м;

– возможность получения сверхвысоких пространственных космических снимков РСА в любое время, вне зависимости от уровня света поверхности, степени освещенности, облаков. Группы с несколькими однотипными спутниками позволяют осуществлять съемку с большей частотой, что позволяет проводить мониторинговые исследования. Основные черты 50-летнего развития спутниковых ресурсов азербайджанского сектора Каспийского моря, сроки их эксплуатации космическими аппаратами с панхроматическими, мультиспектральными и РСА снимками (списанные и действующие) представлены на рисунках 1.2, 1.3. В приложениях А, Б представлены подробные параметры 50-летнего развития спутниковых ресурсов азербайджанского сектора Каспийского моря:

– повышение разрешающего потенциала и иных характеристик полученных изображений в многоспектральной съемочной системе среднего разрешения от 10 до 30 м на местности;

– возможность использовать фазовую и поляризационную информацию, значительное повышение разрешения и качества радиолокационных космических снимков от 1 до 2,5 м;

– увеличение диапазонов гиперспектральной космической съемки;

– разработка цифровой космической оптико-электронной спектральной системы кадровых и сканерных типов, которые выполняют съемку в панхроматическом и спектральном диапазонах, включая коммерческие цифровые космические оптико-электронные спектральные системы: Landsat (США), SPOT (Франция), Sentinel-2 (ESA, Европа), IRS (Индия), ALOS (Япония), Cartosat (Индия), спутники сверхвысокого разрешения Ikonos, Quick-Bird, GeoEye (США), Pleiades-HR (Созвездие оптических изображений высокого разрешения CNES, Франция);

– постепенный рост числа космических аппаратов, оснащённых РСА, с 1978 по 2007 г. и активный с 2008 по 2024 г. За 30 лет запущено примерно на 70 % меньше спутников, чем за последний 20-летний период.

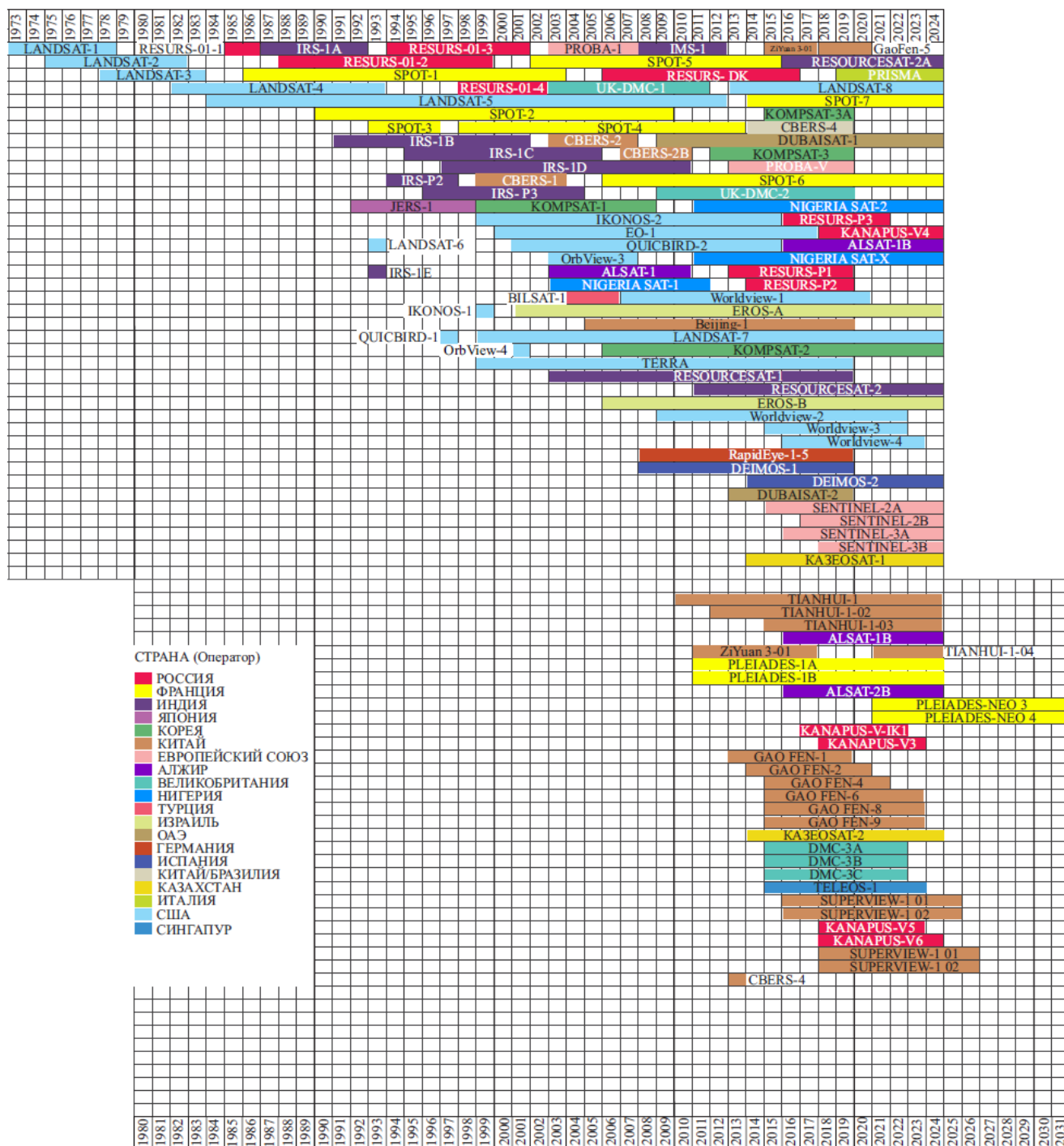


Рисунок 1.2 – Сроки эксплуатации космических аппаратов с панхроматическими, мультиспектральными снимками (1973 по 2024 г.)

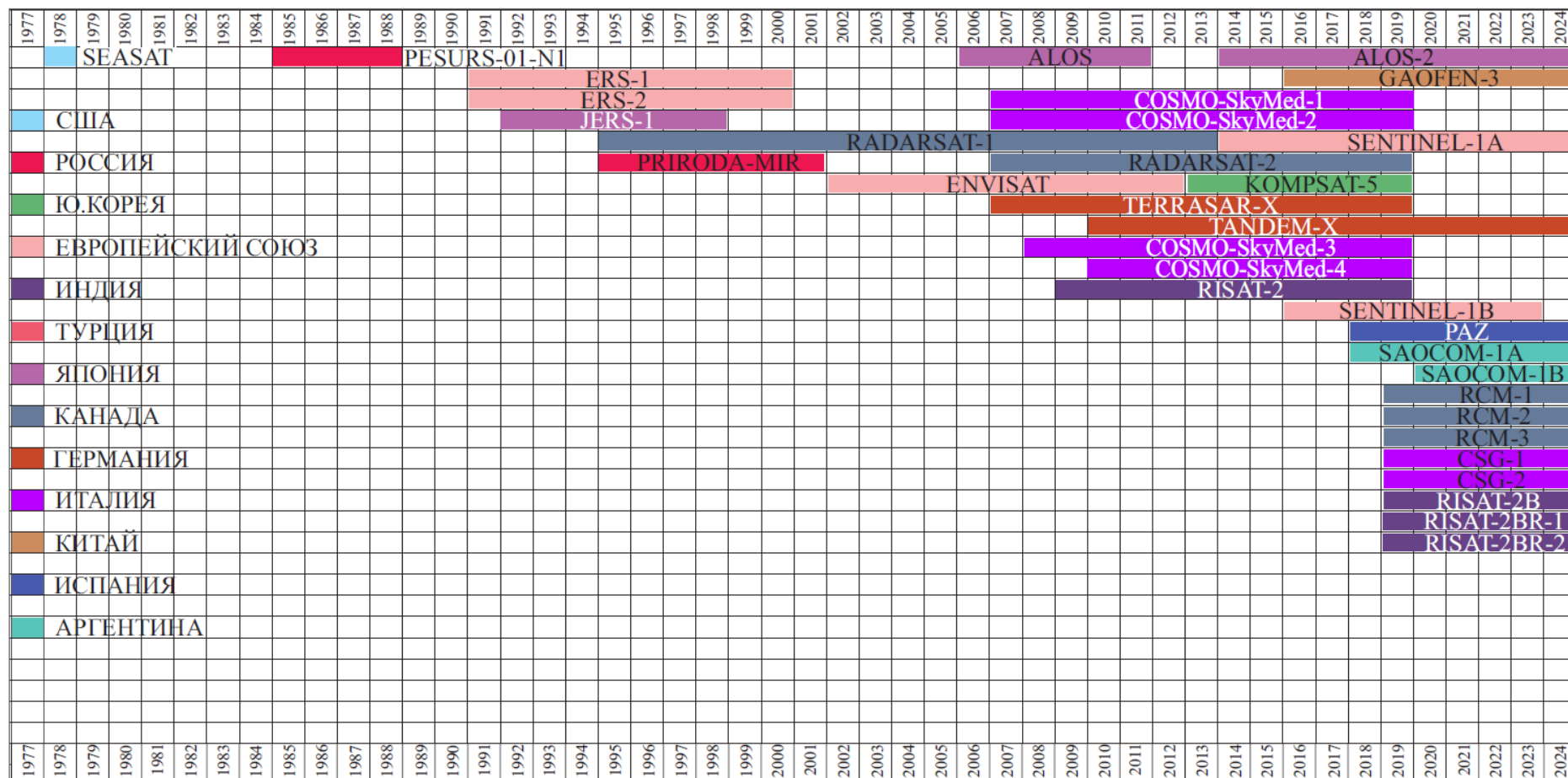


Рисунок 1.3 – Сроки эксплуатации космических аппаратов с РСА (1978 по 2024 г.)

Современные космические РСА обычно обеспечивают съемку несколькими режимами, с различными параметрами, такими как разрешение пространства, охваты, поляризации, диапазоны углов съемки.

Так, к примеру, РСА для спутников Sentinel-1 и Sentinel-2, работают в 4–20 режимах. Радиолокационная информация, получаемая при различных сочетаниях пространственного доступа и разрешения, позволяет исследование процессов, явлений в различных масштабах: локальных, региональных и глобальных.

### Выводы по разделу 1

В результате выполненных исследований показано, что в акватории шельфовой зоны Каспийского моря происходят непредвиденные аварийные ситуации, при которых в море поступают загрязняющие вещества. В последние годы количество случаев загрязнения возросло. Понимание пагубного воздействия разливов нефти на окружающую среду обуславливает необходимость проводить исследования для решения задач аэрокосмического мониторинга мест нефтеразработок.

В настоящее время в Азербайджанской Республике проводится мониторинг нефтяных загрязнений в основном с использованием микроволновых спутниковых данных в одинарной поляризации без подтверждения факта загрязнения авиационными или судовыми наблюдениями.

За последние 20 лет отмечается рост числа космических аппаратов, появилась возможность выполнения съемок с короткой частотой, что позволяет проводить мониторинговые исследования более эффективно. Проведен обзор космических датчиков РСА, оптических спектрально-зонных систем кадровых и сканерных типов съемки, анализ используемых изображений, их характеристик для определения и классификации разливов нефти.

Выполнен анализ методов, применяемых в настоящее время для определения участков загрязнений с использованием как радиолокационных, так и оптико-электронных съемочных систем, современных методов формирования систем признаков для дешифрирования.

Результаты исследований показали, что недостаточно изучены вопросы комплексного использования спутниковых съемочных систем ДЗЗ нового поколения, такие как многоспутниковые орбитальные группировки систем аэрокосмического мониторинга Sentinel, предоставляющие данные в режиме реального времени с определенной частотой обновления.

Исследованы методы автоматической классификации при обработке изображений, в том числе те, в которых используются изображения разных типов датчиков в различные временные интервалы.

Следовательно, необходимы дальнейшие исследования для разработки более эффективных методов выявления разливов нефти на морской поверхности и сохранения экосистемы.

## 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

### 2.1 Принципы дистанционного зондирования для мониторинга нефтеразработок

#### 2.1.1 Применение космических снимков для получения информации о морской поверхности и ее интерпретация

Ввиду необходимости рационального использования имеющихся запасов нефти и газа на Каспийском шельфе, преждевременного предупреждения вероятных неблагоприятных результатов деятельности по добыче углеводородов и оценки текущего состояния области нефтедобычи шельфовых зон за последние несколько лет появились инновационные аэрокосмические технологии [22, 50].

Одним из основных быстро развивающихся направлений в области предотвращения и ликвидации как антропогенных, так и природных аварий, считается использование результатов интерпретации данных ДЗЗ [22].

Данные дистанционного зондирования Земли – это главный источник своевременных сведений о природной сфере, применяемый при изучении земной поверхности, для формирования или поддержания на соответствующем уровне специальных тематических карт, а также иных целей [39].

Способы дистанционного зондирования базируются на получении данных о земной поверхности путем регистрации поступающего с неё электромагнитного излучения (как отражённого, так и своего собственного). Достоверность опознавания объектов и исследование их параметров дистанционными способами обусловлены тем, что рассеивание, излучение, отражение, поглощение электромагнитной энергии в различных зонах спектра различаются для физических объектов земной поверхности. Исследование спектральных характеристик объектов, в том числе текстурных, даёт возможность извлечь из них сведения для их дальнейшей интерпретации средствами дешифрирования [9, 38].

Схематическое изображение интерпретации данных при дистанционном зондировании и получения цифровой модели местности показано на рисунке 2.1 [9].

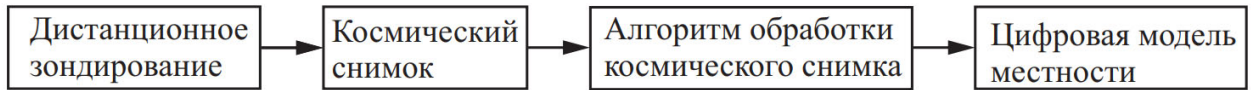


Рисунок 2.1 – Схематическое изображение интерпретации данных ДЗЗ

Результатом такой интерпретации является цифровая модель местности (ЦММ). Согласно этой схеме, при обработке данных ДЗЗ имеется возможность обратной связи – то есть после оценки результатов можно внести соответствующие изменения в траекторию полета носителя, поменять процедуры обработки, в том числе математическую модель, алгоритм работы и т. д. [9].

На рисунке 2.2 представлено схематичное изображение процесса получения ЦММ по ДЗЗ с передаточными функциями (ПФ)  $F_i$ . При этом подразумевается, что используется кадровое изображение [9].



Рисунок 2.2 – Схематическое изображение интерпретации данных ДЗЗ и получения цифровой модели местности с обратной связью

Как правило, ДЗЗ представляют собой изображения (или набор снимков), которые передаются в оцифрованном формате на наземную приёмную станцию непосредственно с помощью радиоканалов.

Космический снимок является двухмерным изображением, полученным при регистрации космическими техническими средствами отраженного собственного излучения с поверхности Земли.

Изображение используется для определения, исследования качественных или количественных характеристик объектов, природных явлений и различных процессов методом измерения, интерпретации с помощью методов дешифрования и картографирования. При мультиспектральной съемке создается набор геометрически совмещённых двумерных космических снимков, в узких зонах длин электромагнитных волн спектра (ЭМВ). Такой набор зональных снимков несёт существенно больше информации, чем снимки, выполненные в одном спектре [9, 53].

На рисунке 2.3 представлено схематичное изображение получения ДЗЗ с надлежащими передаточными функциями  $F_i$ . При этом подразумевается, что используется кадровое изображение [9]. Космический снимок представляется в виде раstra:

$$\begin{aligned} S(n, m); \\ n = 1, \dots, N; \\ m = 1, \dots, M \end{aligned} \quad (2.1)$$

или совокупности линейных рядов:

$$\{S(n), = 1, \dots, N\} (m), m = 1, \dots, M. \quad (2.2)$$

При этом каждое из звеньев системы имеет свою передаточную функцию  $W_i(p)$ . В результате может быть записана общая передаточная функция системы, на выходе которой получается изображение в соответствии с формулой (2.1).

Принципиальная схема получения ДЗЗ приведена на рисунке 2.3.

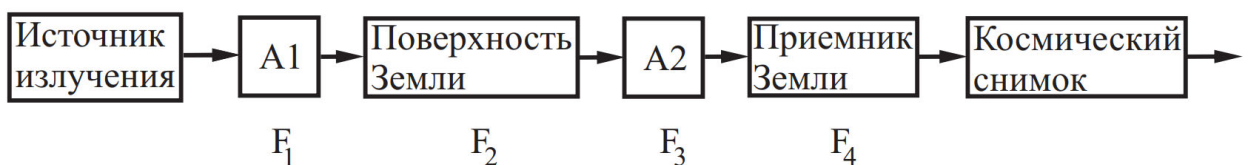


Рисунок 2.3 – Принципиальная схема получения ДЗЗ

В схеме на рисунке 2.3:

– источник излучения – Солнце, поскольку только оно находится в диапазоне видимых частот;

A1, A2 – атмосфера, которой присущи ПЗ  $F_1$  и  $F_2$  соответственно;

– ПЗ – это поверхность Земли с некой моделирующей функцией  $F_2$ ;

–  $F_4$  – приёмник излучения – съёмочная система;

– космический снимок – изображение, полученное при космической фотосъёмке.

Функцию получения изображения можно записать в виде:

$$F_{\text{изображение}} = F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4. \quad (2.3)$$

Для визуальной обработки ДЗЗ возможно использовать аналоговые изображения – диапозитивы. В случае обработки ДЗЗ при использовании средств автоматизированных технологий принципиальная схема процесса получения ЦММ может быть представлена в виде схемы (рисунок 2.4) [9, 54].

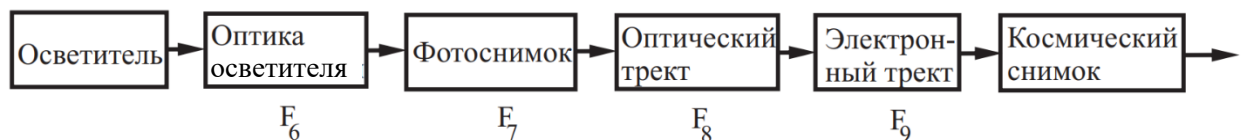


Рисунок 2.4 – Схема получения ДЗЗ

Данные об отдельно взятых объектах или элементах поверхности Земли, их свойствах получают методами дешифрирования материалов космической съёмки (МКС).

Получаемые в процессе съёмок снимки различают прежде всего по их обзорности, то есть по охвату территории местности, их спектральному диапазону, а также по их разрешению. Понятие «разрешение» применяется в ДЗЗ к нескольким характеристикам снимков [72]:

– спектральное разрешение – это число, ширина и соответствующее положение каналов, зафиксированных на снимке (спектральных диапазонов);

- радиометрическое (яркостное) разрешение – это число бит, с помощью которых кодируется яркость (некоторый спектр значений);
- временное разрешение – это частота произведения съёмки на местности;
- пространственное разрешение – это непосредственно размер пикселя, соответствующий определённой области (площадка) на земной поверхности.

Передовые тренды развития для дистанционного зондирования аэрокосмических систем, а также динамика развития технической аппаратуры сопряжены с повышением числа спутников высокого и сверхвысокого разрешения, образованием систем многоспутниковых наблюдений, повышением пространственного разрешения, обширным международным взаимодействием в сфере ДЗЗ. По этим причинам продуктивность внедрения технологий обработки материалов ДЗЗ с каждым годом увеличивается в разных промышленных отраслях.

Материалы космических радиолокационных систем (КРС) дают возможность решения следующих задач: обнаружение разливов нефти и нефтепродуктов, определение направления и скорости приповерхностного ветра, экологический мониторинг мест разработки месторождений углеводородов и их транспортировки [22].

Преимуществами аэрокосмических технологий являются [35, 42, 62, 64]:

- высокая надежность и скорость получения данных;
- возможность получения материалов ДЗЗ в труднодоступных районах;
- широкий диапазон определяемых параметров;
- широкая обзорность.

Возможность оптимального использования данных космических радиолокационных систем для выполнения задач мониторинга состояния для шельфовых объектов добычи углеводородов определяется высокоточной информативностью, а также финансовой доступностью [3, 68].

В большинстве случаев загрязнение пришельфовых территорий нефтепродуктами на изображениях представляется заметными областями, которые отличаются от прочих ярко выраженным контрастом. Данный контраст является свидетельством того, что степень отражаемого сигнала значительно меньше, чем уровень,

исходящий от сигнала фона, что объясняется уменьшением интенсивности или гравитационно-капиллярных волн из-за разницы поверхностного натяжения для участков, подверженных загрязнению нефтью [10]. В то же время запускаются процессы понижения амплитуды длин резонансных волн, формирующих отраженный сигнал, что в итоге вызывает ослабление сигнала радиолокатора. Подобное можно наблюдать и в случае волнения водной поверхности моря выше 1-го балла или при угле визирования свыше  $35^\circ$  той же поверхности радиолокатором [3, 9].

При обработке и интерпретации космических снимков анализируется и рассчитывается пространственное распределение параметров возможной вариации интервалов сигналов обратного рассеяния для разных участков диапазона ЭМВ, с использованием которых становится возможным определение границы раздела участков водной поверхности или глубин. Полученные результаты обработки космических снимков сравнивают с имеющимися данными полевых судовых исследований, которые выполняют при помощи:

- акустического доплеровского профилометра;
- спектрального измерителя уровня ослабления света.

При реализации вышеописанного подхода выявляются зоны аномального проявления морской поверхности. Аномальные зоны вызваны антропогенными процессами глубинных стоков. В таких случаях изучают частоту проявления аномалий и характерные свойства.

В качестве исходных материалов используют:

- архивные космические снимки;
- снимки многоспектральной съемки среднего и высокого пространственного разрешения.

Обработка космических радиолокационных снимков с целью выявления аномалий, которые были вызваны загрязнением территории нефтепродуктами и отображены на двумерных изображениях с резким контрастом, как правило, реализуется в двух режимах:

- интерактивный режим;

– автоматический режим.

*Интерактивный режим.* При использовании этого режима в первую очередь корректируется гистограмма яркостей для отдельно взятых фрагментов радиолокационных снимков для нормализации контрастов между фоном и областями отклонения. В большинстве случаев после реализации такой процедуры пятна нефтепродуктов на морской поверхности появляются на изображении более наглядно. Совершенствование возможности интерпретации подобных пятен нефтепродукции на снимках достигается подавлением так называемого спекл-шума сглаживающими фильтрами [11, 84].

Спекл-шум формируется вследствие когерентного сложения получаемых от большого числа электромагнитных сигналов, которые располагаются в пределах одной ограниченной поверхностной области разрешения, а также изменения состава этой области в случае перехода от одного исследуемого объекта к другому. Природа спекл-шума обусловлена энергетическими помехами, возникающими из-за хаотично распределенных отражателей сигнала с когерентным созданием изображения в сканирующих системах, слишком малой информативности для того, чтоб быть полноценно отображаемыми системой [5, 39,42, 63, 64].

*Автоматический режим.* Определение загрязнённых участков нефтепродуктами по снимкам выполняется с применением способов пороговой классификации. Задаётся значение порога, разграничивающего диапазон значений яркости обрабатываемого снимка на две части. Первая включает в себе область загрязнения нефтепродуктами, вторая соответствует чистой акватории. Пороговую величину подбирают на основе эмпирических сведений. Для их сбора формируются наборы снимков требуемого типа для пробных участков. Затем средствами программного обеспечения сравнивают значения каждого пикселя с пороговым значением. На основании сравнения система принимает решение о степени и наличии загрязненной водной поверхности.

Совместное использование интерактивного и автоматического режимов дает возможность с большей достоверностью выявлять наличия нефтяных пятен. По-

добный подход практически исключает негативные последствия нефтеразливов, поскольку сведения об авариях на объектах нефтедобычи будут поступать оперативно, а аварии – своевременно устраняться.

Совместное использование реализуется в два этапа:

- интерактивная обработка снимков;
- автоматическая обработка, интерпретация и анализ результатов.

Следующим этапом обработки полученных результатов является формирование карт загрязнений, экспорт, загрузка их в геоинформационную базу данных.

### 2.1.2 Анализ многовременных изображений дистанционного зондирования

С точки зрения используемых космических материалов, для исследования акваторий виды мониторинга можно классифицировать по временному интервалу, на протяжении которого выполняют исследования территории:

–долгосрочный космический мониторинг – использует разнородные данные, полученные методом дистанционного зондирования морской поверхности из космоса на большой временной период;

– эксплуатационный космический мониторинг – мониторинг, охватывающий период от 3 до 5 лет до настоящего времени, и мониторинг, для которого отчетным периодом становится получение материалов на определенную дату (например, в течение каждого месяца или года).

Рассмотрим основные типы снимков, которые используются при долгосрочном космическом мониторинге:

– космические оптико-электронные и радиолокационные изображения, полученные на дату мониторинга;

– космические оптико-электронные и радиолокационные изображения на предыдущие даты, полученные с периодом, установленным для мониторинга территории;

- архивные оптико-электронные, радиолокационные и другие космические снимки, доступные для данной территории;
- цифровые изображения, полученные съёмочной системой для тестового участка территории мониторинга.

Эксплуатационный мониторинг выполняется по космическим снимкам, полученным как с помощью радиолокационных, так и оптико-электронных съёмочных систем, одной и той же съёмочной системой или близкой по типу и характеристикам. Для того, чтобы проследить динамику изменений малоконтрастных объектов по радиолокационным данным, необходимо их совместное использование с данными других съёмочных систем – в других масштабах, различного разрешения и т. д. Хотя и в случае «эксплуатационного» мониторинга используют различные типы изображений.

Так как исследования данной диссертации связаны с обработкой разновременных, разномасштабных изображений с высоким разрешением, полученных различными спутниковыми аппаратами, необходимо рассчитать эквивалентные параметры для характеристики изображений различного типа.

Для космических снимков можно косвенными методами рассчитать фокусное расстояние съёмочной системы и масштаб изображения, если эти параметры не приведены. В космических съёмочных системах действительное количество элементов в линейке приемников с зарядовой связью определяется как

$$n = \frac{L}{R_{G_r}}, \quad (2.4)$$

где  $L$  – вектор свободных членов;  $G$  – вектор неизвестных;  $R$  – вектор, определяющий положение точки  $M$ ;  $r$  – вектор, определяющий положение точки  $m$  относительно системы координат  $S_{xyz}$ , и соответственно знаменатель масштаба  $M_3$ :

$$M_3 = \frac{\Delta}{R_{G_r}}, \quad (2.5)$$

$$R = m\Delta, \quad (2.6)$$

где  $\Delta$  – размер элемента изображения.

Положение точек  $m$  и  $M$  в системе координат  $S_{X'Y'Z'}$ , определяется векторами  $r$  и  $R$ , которые коллинеарны, поэтому  $r_{X'} = X'$ ,  $r_{Y'} = Y'$  и  $r_{Z'} = Z'$ .

Если известно значение высоты фотографирования, можно определить эквивалентное фокусное расстояние космической съемочной системы.

Таким образом, перед обработкой разнотипных, разномасштабных и разновременных снимков нужно найти эквивалентные параметры. Это позволит оценить следующие факторы:

- изобразительные свойства;
- возможность приведения к одному масштабу;
- геометрические свойства космических снимков;
- ожидаемые ошибки преобразования и совмещения снимков.

При обработке космических сканерных снимков используют следующие типы моделей.

*Первый тип модели* – строгая математическая модель для высокоточного трансформирования сканерных снимков. Строгая математическая модель сканерных снимков основывается на восстановлении связки проектирующих лучей, формирующих строку изображения. Для использования модели необходимо знать элементы внешнего ориентирования каждой строки изображения ( $X_s, Y_s, Z_s, \alpha, \varpi, K$ ) и элементы внутреннего ориентирования системы, формирующей изображение. Выполняется прямое фототрансформирование в соответствии с соотношением:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{A_1 X + A_2 Y + A_3}{C_1 X + C_2 Y + 1} \\ y &= \frac{B_1 X + B_2 Y + B_3}{C_1 X + C_2 Y + 1} \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

где  $A, B, C$  – коэффициенты направляющих косинусов углов.

*Второй тип* модели основан на непараметрическом подходе и используется для описания связи координат точек снимка и пространственных координат точек местности некоторых функций, определяемых как отношение полиномов заданного вида:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{P_1(X, Y, Z)}{P_2(X, Y, Z)} \\ y &= \frac{P_3(X, Y, Z)}{P_4(X, Y, Z)} \end{aligned} \right\}, \quad (2.8)$$

где  $P_1(X, Y, Z)$ ,  $P_2(X, Y, Z)$ ,  $P_3(X, Y, Z)$ ,  $P_4(X, Y, Z)$  – полиномы; полиномальные модели:

$$\left. \begin{aligned} X &= a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_kx^k \\ Y &= b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_kx^k \end{aligned} \right\},$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты полиномов;

$k$  – степень полинома.

Максимальная степень полиномов выбирается не выше третьей:

$$\begin{aligned} P(X, Y, Z) &= \alpha_0 + \alpha_1x + \alpha_2y + \alpha_3z + \alpha_4x^2 + \alpha_5xy + \alpha_6y^2z + \alpha_7yz^2 \\ &+ \alpha_8z^3 + \alpha x^2z + \alpha, \end{aligned} \quad (2.9)$$

так как использование полинома более высокой степени ведет к неоднозначности решения задачи ввиду плохой обусловленности получаемых уравнений.

Коэффициенты полиномов вычисляются по элементам внешнего ориентирования строк сканерного снимка и называются RPC-коэффициентами (Rational Polynomial Coefficients / Rapid Positioning Capability) [74, 98].

Аппроксимация математической модели космического снимка с использованием RPC-коэффициентов имеет особенность: уравнения применимы к разным изображениям разных сенсоров. Однако материалы различных съемочных систем

имеют различные значения точности аппроксимации математической модели, которые определяют точность их обработки. При использовании исходной модели результирующие погрешности, как правило, будут на порядок превышать разрешение изображений и будут иметь преимущественно систематический характер. RPC-модели имеют широкое использование, связанное с простотой их использования. При этом они подвержены систематическим ошибкам внешнего ориентирования.

Аппроксимация математической модели сканерных изображений методом RPC-коэффициентов с использованием опорных точек позволяет получить точные результаты обработки, соизмеримые с разрешающей способностью изображений. При этом величины погрешностей существенно уменьшаются даже при использовании одной опорной точки.

Космические снимки поставляют вместе со значениями RPC-коэффициентов, а большинство программных комплексов обработки изображений, такие как ERDAS Imagine, SNAP Desktop, ENVI, MapInfo Pro, Geomatika и др., имеют возможности их использования для выполнения трансформирования на основе RPC-коэффициентов.

*Третий тип* – модель, основанная на использовании плановых координат и высот опорных точек.

Такие модели можно использовать после трансформирования с помощью RPC-коэффициентов (при этом повышается точность окончательных результатов) или же для трансформации с RPC-коэффициентами и другими параметрами съемки.

Среди моделей, основанных на использовании плановых координат и высот опорных точек, можно выделить несколько типов преобразований [15, 16, 103]. Аффинное преобразование:

$$\left. \begin{aligned} X &= \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 y \\ Y &= b_0 + b_1 x + b_2 y \end{aligned} \right\}, \quad (2.10)$$

где  $a, b$  – коэффициенты аффинного преобразования.

Полиномиальные преобразования вида:

$$\left. \begin{aligned} X &= \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 xy + \alpha_4 x^2 + \alpha_k x^k \\ Y &= b_0 + b_1 x + b_2 y + b_3 xy + b_4 x^2 + b_k x^k \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

где  $a, b$  – коэффициенты полиномов;

$k$  – степень полинома (обычно не выше третьей степени).

Используя выбранный тип модели вычисления, координаты элементов исходного изображения преобразуют в соответствующие координаты трансформированного снимка в заданном масштабе.

Полученная точность и реалистичность трансформированных снимков обусловлены точностью координат и высот, количеством и расположением опорных точек. Точность и реалистичность трансформирования космических снимков можно увеличить использованием контрольных точек снимка, управляя процессом обработки [98].

### 2.1.3 Особенности спектрально-отражательных характеристик космических снимков

Известно, что изображения разных природных нефтяных загрязнений, полученные по материалам аэрокосмических съемок, зависят от длины волны спектра электромагнитного излучения. Формирование изображений в одном и том же спектральном диапазоне позволяет сохранить пространственную организацию оптически активных элементов в переходе от одного участка спектра к другому. Благодаря спектральной гамме, в которой формируются изображения различных объектов исследуемой поверхности, они могут быть или очень ярко контрастными, или противоречивыми. В то же время границы локальной неоднородности физического пространства, обусловленные элементами территории или их внутренней структуры, не определяются спектральным диапазоном наблюдений, а текстура яркости поля может меняться при переходе из одного спектрального поля в другое.

В то же время границы максимальной неоднородности физического пространства, обусловленные элементами территории, не определяются спектральным диапазоном, а текстура яркости поля может меняться при переходе из одного спектрального диапазона к другому, сглаживая или усиливая контраст. Космические изображения обладают нестационарностью и пространственной неоднородностью. Нестационарность космических изображений связана с различием объектного строения исследуемого объекта, изменяя как характер текстурной зоны фиксированного изображения, так и абсолютную яркость каждого пикселя. Кроме того, нестационарность возникает из-за изменения условий света. Это меняет абсолютное значение яркости каждой части снимка и добавляет дополнительные, в зависимости от положения Солнца. Для моделирования изменений объектного состава необходимо обеспечить следующее:

- «узнаваемость» каждого объекта на изображении, разделенном временным интервалом;
- изменение места и геометрии каждого объекта в зависимости от времени.

Источниками пространственной неоднородности изображений являются: углы наблюдения по полю обзора, что приводит к соответствующим геометрическим искажениям; изменение типа поверхности обзора, вызывающего изменение цвета и значения яркости в зависимости от географического местоположения; наличие облаков, находящихся в кадре; горизонтальная неоднородная атмосфера, которая приводит к увеличению и уменьшению яркостей при других равных условиях и т. п.

Съемочные системы ДЗЗ для обнаружения и картографирования загрязнений нефтью фиксируют как пространственные, так и спектральные параметры. Эти устройства в той или иной степени ограничены, но все они значительно надежнее, чем невооруженный человеческий глаз. Очевидно, что для выявления и классификации разливов нефти использование данных одного датчика малоэффективно. Для решения задач:

- обнаружение нефтяных пленок на водной поверхности;

- картографирование площади нефтеразливов;
- измерение толщины нефтеразливов;
- определение типов нефтеразливов

необходимо использовать мультиспектральные и радиолокационные снимки.

#### 2.1.4 Характерные свойства нефти

В общем смысле характерное свойство нефти относится к такой конкретной характеристике, как энергия излучения, отражения или поглощения в зависимости от длины электромагнитных волн, что позволяет отличить пятна нефти от фона.

Видимая область относится к той части электромагнитного спектра, к которой чувствителен человеческий глаз. В Каспийском шельфе основным механизмом обнаружения нефти является разница в отражательной способности нефти и воды. Коэффициент нефтяного пятна на воде состоит из двух компонентов: зеркального и диффузного. Зеркальное отражение нефтяного пятна всегда больше, чем у воды, тогда как диффузная составляющая отражения обычно меньше, чем у воды. Таким образом, зеркальный компонент излучения всегда дает положительную сигнатуру нефтяных пятен, тогда как компонент рассеянного излучения всегда дает отрицательную сигнатуру.

Показатель преломления всех наблюдаемых на сегодняшний день разливов нефти превышает показатель преломления как пресных, так и соленых вод практически на всех длинах волн, которые можно использовать для оптического дистанционного зондирования Земли. Таким образом, зеркальная составляющая отражения любого нефтяного пятна на воде будет больше, чем только у воды. Величина этого превышения будет зависеть от типа нефти, длины волны и толщины слоя нефтяного разлива.

Максимальный контраст между нефтью и водой наблюдается в областях длин короче 0,4 мкм и длиннее 0,6 мкм. Минимальный контраст нефти и воды наблюдается в интервале от 0,45 мкм до 0,50 мкм. В целом, условия атмосферы влияют на

контраст нефти и воды. Наилучший контраст достигается в условиях пасмурного неба.

У более длинных волн коэффициент диффузного отражения становится меньше. Зеркальное отражение создает более высокую яркость, чем вода. Никаких четко выраженных областей поглощения от другого типа разливов нефти нет.

Возможность фиксации ложных показателей при активном дистанционном зондировании отражательной способности нефтяных пятен зависит от выбранной методики работы. В зоне прозрачности воды можно избежать всех ложных показателей, возникающих из-за подземных воздействий (например, изменения качества воды и отражательной способности дна). Тогда необходимо учитывать только поверхностные явления. В слегка бурной воде порывы ветра могут стать причиной ложного показателя результатов дешифрирования. Кроме того, зеркальное отражение от пятен из-за сходства соответствующих показателей преломления.

### 2.1.5 Аэрокосмический мониторинг: основные этапы

Аэрокосмический мониторинг для оценки нефтяных загрязнений шельфовой зоны в обобщенном виде состоит из следующих этапов:

- сбор, проверка и подготовка исходных данных и материалов;
- исследование состояния мест нефтеразработок шельфовых зон и проведение оценки;
- визуализация и подготовка картографических ресурсов;
- сбор геоинформационных данных;
- полевые изыскания;
- обнаружение неопределенностей на изображениях космических снимков.

Этапы функционально связаны между собой, и их реализация формирует цифровую базу пространственных данных.

При выполнении указанных этапов к исходным данным предъявляются следующие требования: все подобранные показатели должны достоверно определяться по материалам аэрокосмических съемок; показатели поверхностного загрязнения

нефтью должны дешифрироваться на космических изображениях; показатели изменения морской среды должны выражаться общей количественной величиной, которая позволяет выполнять анализ произошедших изменений в структуре и состоянии вод промышленной территории шельфа.

Полевые изыскания являются обязательными для оценки окружающей среды, нефтяных скважин с использованием материалов космической съемки. Основой полевых изысканий является установление дешифровочных признаков и получение необходимых характеристик, которые невозможно определить по космическим снимкам. Полевые изыскания проводятся на ключевых местах территории исследования.

Этап сбора исходной информации включает архивную информацию, актуальные данные пространства и геоинформационные услуги (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Схема состава исходных данных для мониторинга

*Архивные данные* относятся к статистическим данным по состоянию окружающей среды и включают оптико-электронные снимки с вертолёта, самолета, радиолокационные и оптико-электронные данные ДЗЗ, морские аналоговые и аналоговые топографические карты суши масштаба 1 : 50 000, батиметрические данные, геологические и геофизические карты, сейсмические данные и карты.

Использование архивных данных необходимо для сокращения объема полевых исследований до минимального значения.

В справочных и литературных данных, топографических и тематических картах, архивных оптико-электронных снимках с вертолетов, самолетов и радиолокационных данных ДЗЗ содержится значительное число сведений, касающихся характера МС исследуемой территории и ее природных особенностей.

*Актуальные пространственные данные.* К данному типу относятся оптико-электронные и радарные космические снимки, цифровые модели рельефа и местности, а также морские сейсмические данные. В приложениях А, Б представлены оптико-электронные и радиолокационные космические съемочные системы, которые рекомендуется использовать в мониторинге и оценке состояния мест нефтегазовых работ шельфовой зоны.

*Геоинформационные сервисы.* Этот вид данных в настоящее время набирает все больше популярности. Основой функционирования сервисов ГИС являются данные пространства, обработка, визуализация, и поисковые запросы. Эти сервисы решают задачи регулярных космических мониторингов разных направлений хозяйственного оборота. Схема исходных данных приведена на рисунке 2.6.

*Предварительная обработка* данных включает преобразование цифровой пространственной информации в стандартные форматы, сканирование топографических и тематических карт, геометрическую привязку отсканированных карт и выбранных космических изображений, синтез и совмещение космических снимков, обработку цифровых моделей рельефа. Обработанная цифровая пространственная информация вводится в базу картографических данных.

*Анализ пространственных данных* включает в себя анализ технических характеристик съемочной космической и спутниковой систем, наличия другой дополнительной полезной пространственной информации на исследуемой территории. На данном этапе проводится выбор космических снимков с их архивными данными и заказ новых космических съемок в случае необходимости.

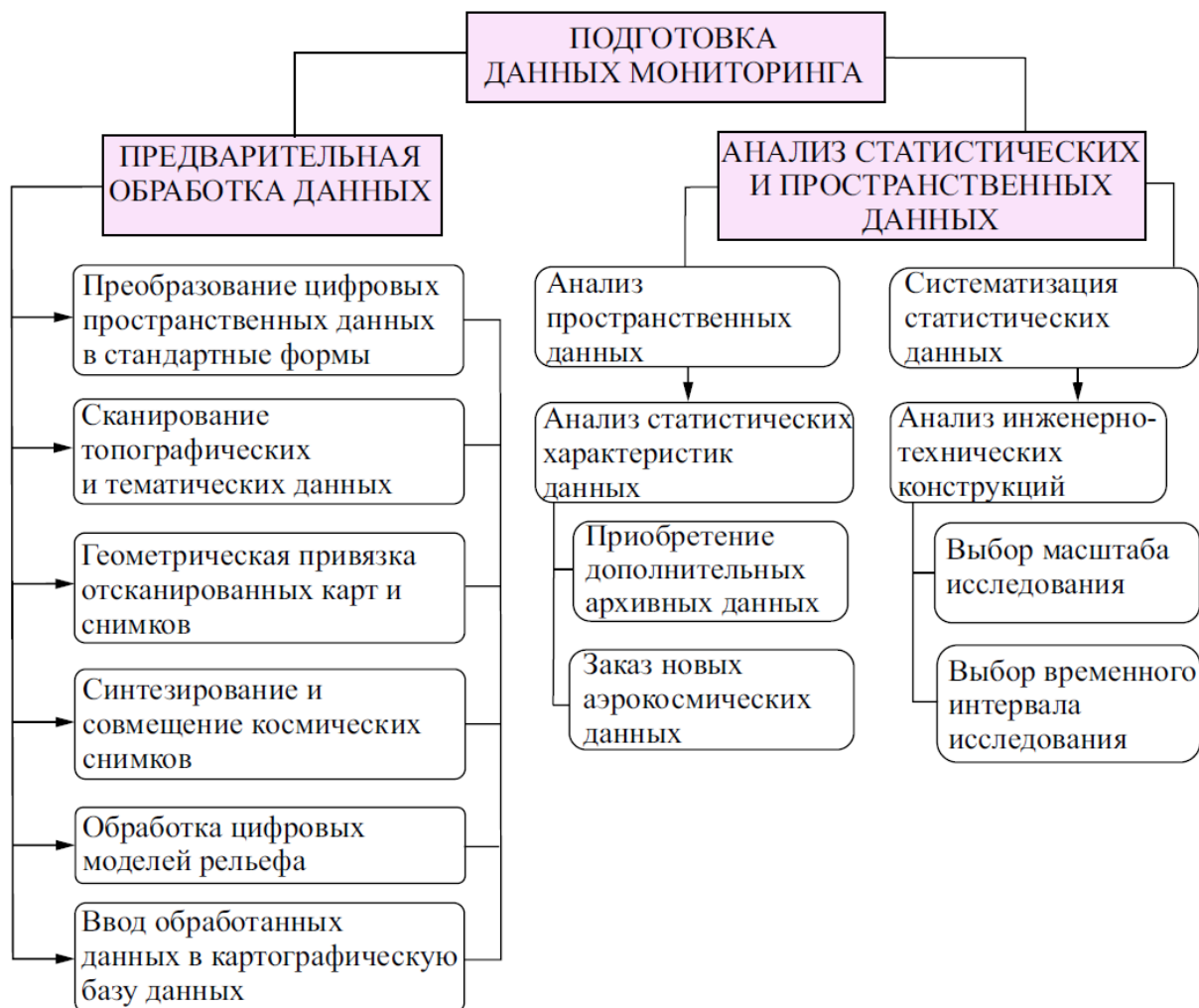


Рисунок 2.6 – Схема подготовки данных для мониторинга

*Анализ статистических данных* предполагает анализ промышленного освоения шельфа с выбором временных интервалов и масштабов исследования и принятие решения о необходимости выполнения полевой работы.

На данном этапе осуществляется набор пространственной информации в цифровой форме с геопривязкой для проведения анализа покрытия пространственной

информации изучаемой территории и приобретения новых космических снимков. Основными требованиями к данным ДЗЗ являются параметры съемки, спектральные составы, значения их пространственного разрешения, а также временной промежуток съемки и местоположение.

Эти этапы позволяют анализировать территорию на дату проведения исследования и описывать изменения, которые произошли в конкретном моменте времени. Количество повторных шагов определяется регулярностью мониторинга зоны исследования.

Предварительная обработка космических изображений проводится с использованием стандартных функций программного обеспечения цифровых фотограмметрических систем SOCET SET, PRO 600, ORIMA IMAGINE OrthoBase (фирма ERDAS, Inc. США), ENVI (Harris Geospatial), SNAP Desktop (Sentinel Application Platform 8.0.0), AutoCAD, MapInfo Pro, нейронной сети ResNet-10, а также ArcMap 10.3 (ArcGIS), GPS, морская навигационная система TRINAV GECO, ГИС Пано-рама и пакета прикладных программ Matlab.

#### 2.1.6 Интерпретация неопределенности в материалах аэрокосмического мониторинга шельфовой зоны

При оценке состояния месторождений нефтеразработок, предназначенной для того, чтобы регулировать процессы и явления, которые ухудшают качество окружающей среды, исследователи сталкиваются с большим числом потенциально существующих неопределенностей классов объектов, более 30 % которых возникают впервые.

Источником такого рода неопределенностей являются физико-химические характеристики, протекающие в водных бассейнах, вызванные факторами естественного, природного и антропогенного характера, технические и программно-аппаратные сбои сенсоров и средств контроля исследуемой поверхности и ошибки, обусловленные человеческим фактором.

В зонах шельфа чаще всего встречаются следующие типы неопределенности: точечные, континентальные, временные, совместные и коллективные.

Неопределенности могут быть разделены на классы в зависимости от степени воздействия на шельфовые зоны моря и, следовательно, на людей. Понятие «неопределенность» часто приводится в литературе. При этом нет четкого определения. Рассмотрим некоторые аномалии, характерные для аэрокосмического мониторинга территории азербайджанского шельфа Каспийского моря в контексте общепринятого понятия неопределенности в различных областях. Рассмотрим классы неопределенности в снимках зон шельфа в Азербайджане, а также типичную методику анализа данных аэрокосмических объектов в контексте ослабления неопределенностей.

В работах [4, 30, 41, 46], посвященных выявлению неопределенных ситуаций мониторинга, определяются свойства неопределенностей, по которым выделяются устойчивые интерпретации несоответствия двух типичных факторов, интерпретируемых как неопределенность в модели (НВМ) и неопределенность в знаниях (НВЗ) обучения и тестирования.

Источниками неопределенностей, интерпретируемых как НВМ, являются неточности данных, которые возникают в результате ошибок в мониторинговых средствах, сложностей в структуре, шуме и различиях характерных свойствах данных, а не моделей. Мотивацией подобных несоответствий является пользовательское, программное и методологическое несовершенство, неточности в хранении и обработке информации, пространственное, временное, проектное пространство [31, 32, 40, 43, 71, 106].

Источникам факторов НВЗ является неопределенность знания, которая возникает в результате получения информации об обучении и тестировании от выборок различных распределений. Это может проявляться при качественном ухудшении состояния водной поверхности шельфа, из-за недостатка объема и разнообразия обучающей информации, изменений в методах расчета признаков, погрешностей в обработке данных или данных со сложной поверхностью, шумом и искажениями. Эти неопределенности вызваны негативными последствиями для морских и климатических условий [12, 47, 60, 79, 101].

Определение степени значимости несоответствия состояния в ряде изменений и интерпретация осуществляются оператором. Методические и алгоритмические возможности обнаружения несоответствия состояния обоих видов факторов во многом совпадают [44, 49, 73, 75, 76, 110, 115].

Формализованная структура факторов приведена на рисунке 2.7.



\* ЛПР – лицо, принимающее решение

Рисунок 2.7 – Формализованная структура обнаружения неопределенностей в данных аэрокосмического мониторинга

Можно выдвинуть гипотезу о том, что обнаружение неопределенности поверхностного загрязнения нефтью является альтернативой нормальной морской среды. Для уточнения гипотезы изначально задается  $X$  набор данных аэрокосмического мониторинга (ДАМ) морской среды (МС) и устанавливается, что это одна из двух функций правдоподобия  $W(X | H)$  или  $W(X | 0)$ , события, связанные с взаимоисключаемыми событиями:  $H$  – присутствие неопределенности,  $0$  – отсутствие неопределенности. Поскольку  $H, x_1, x_2, \dots, x_n$  – случайные величины, то и сам набор  $X$  должен быть случайным и характеризоваться плотностью вероятностей  $W(X)$ .

Обозначим через  $H_1$  и  $H_0$  гипотезы о том, что набор  $H$   $X$  определяется функциями правдоподобия  $W(X | 0)$  и  $W(X | H)$  соответственно, а через  $\gamma_1$  и  $\gamma_0$  – решения, состоящие в принятии или отклонении гипотезы  $H_1$ . Гипотеза  $H_0$  является простой альтернативой  $H_1$ .

Тогда правило принятия решения согласно принципу максимума правдоподобия примет вид:

$$\wedge = \frac{W(X | H) \underset{H_1}{>}}{W(X | 0) \underset{H_0}{<}} C(x_1, x_2, \dots, x) \begin{matrix} \rightarrow \gamma_1 \\ \rightarrow \gamma_0 \end{matrix}, \quad (2.12)$$

где  $C(x_1, x_2, \dots, x_n) = const$  – уравнение поверхности в пространстве наблюдений  $X$ , разделяющей это пространство на две области  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_0$ .

В том случае, если элемент  $X$ , характеризующийся функцией правдоподобия  $W(X | H)$ , попадает в область  $\Gamma_1$  пространства наблюдений, принимается решение  $\gamma_1$  о наличии неопределенности модели данных аэрокосмического мониторинга (истинности гипотезы  $H_1$ ). Если элемент  $X$ , характеризующийся функцией правдоподобия  $W(X | 0)$ , попадает в область  $\Gamma_0$  пространства наблюдений, то принимается решение  $\gamma_0$  об отсутствии неопределенности данных аэрокосмического мониторинга морской среды (отклонение гипотезы  $H_1$ ).

Выражение (2.12) представляет собой правило принятия решения, в левой части которого указывается оптимальная метрика оценки набора данных при условиях наличия возмущения, а в правой части неравенства – принимаемый вариант решения в соответствии с выбранной стратегией. Применение любой заранее установленной стратегии принятия решения в силу случайной природы ДАМ неизбежно приводит к возникновению ошибок 1-го и 2-го рода.

Исходя из приведенных выше обозначений, получим возможные ошибки двух типов.

Ошибка первого типа, или ложная тревога, возникает, если элемент  $X$ , характеризующийся функцией правдоподобия  $W(X | 0)$ , попадает в область  $\Gamma_1$  пространства наблюдений и тем самым применяется гипотеза  $H_1$ , т. е. решение  $\gamma_1$  о возникновении аномалии, когда в действительности верна гипотеза  $H_0$ . Это ошибка характеризуется возмущением состояния МС в зависимости от модели, принимаемой наблюдателем, но это естественная, среда и происходит это скорее из-за недостатка данных об окружающей среде.

Ошибка второго типа, или ложный отбой, возникает, если элемент  $X$ , характеризующийся функцией правдоподобия  $W(X | H)$ , попадает в область  $\Gamma_0$  пространства наблюдений и тем самым принимается гипотеза  $H_0$ , т. е. решение  $\gamma_0$  об отсутствии аномалии, когда в действительности верна гипотеза  $H_1$ . Эта ошибка характеризуется потерей необычной неопределенности в МС,  $N$  – неопределенности, когда она действительно имеет место. Это может быть вызвано недостаточным количеством данных для обучения классификатора, неправильно выбранной математической аппроксимацией или ошибками в способе измерения  $M$ -неопределенности.

Условные вероятности ошибки 1-го типа, ложная тревога, уровень вероятности равны:

$$\alpha = P(\gamma_1 | H_0) = \int_{\Gamma_1} W(X | 0) dX. \quad (2.13)$$

Условная вероятность ошибки 2-го типа, вероятность ложного отбоя, вероятность пропуска равна:

$$\beta = P(\gamma_0 | H_1) = \int_{\Gamma_1} W(X | H) dX. \quad (2.14)$$

Условная вероятность правильного принятия решения, состоящего в принятии гипотезы  $H_1$  об отсутствии неопределенности, мощность принятия решения равны:

$$P(\gamma_1 | H_1) = \int_{\Gamma_1} W(X | H) dX = 1 - \gamma. \quad (2.15)$$

Условные вероятности правильного принятия решений, которые состоят из принятия гипотезы  $H_0$  о наличии противоречия, равны:

$$P(\gamma_0 | H) = \int_{\Gamma_0} W(X | 0) dX = 1 - \alpha. \quad (2.16)$$

Предлагаемая в исследованиях проблемно-ориентированная база дополнительных данных, позволяющая на фоне типового набора данных генерировать управляемые возмущения, дает инструментарий, позволяющий задавать априорные вероятности наличия  $P_0$  и отсутствия в ДАМ МС, тогда становится возможным найти априорные вероятности принятия по формулам:

$$P(\gamma_1) = P_1 P(\gamma_1 | H_1) + P_0 P(\gamma_1 | H_0) = P_1(1 - \beta) + P_0 \alpha, \quad (2.17)$$

$$P(\gamma_0) = P_0 P(\gamma_0 | H_1) + P_1 P(\gamma_0 | H_0) = P_0(1 - \alpha) + P_1 \beta. \quad (2.18)$$

Эта вероятность характеризует частоту возникновения определенных решений при процессе повторных решений по ДАМ. Поэтому интеллектуальная система может автоматически выбирать оптимальное правило принятия решения из имеющихся моделей самых оптимальных для каждой конкретной ситуации путем полного их перебора в модели, имитационного критерия (ИК) по минимуму нормы ошибки, согласно следующему выражению:

$$P_i = P_0 \alpha + P_1 \beta. \quad (2.19)$$

Тем не менее, иногда неопределенное событие остается незамеченным своевременно. Это случается в ситуациях, когда задача статистической гипотезы и ис-

следований влияния заданного фактора на поведение измеряемых объектов не эффективна из-за нескольких объективных факторов. В таких ситуациях необходимы действия для повышения достоверности обнаружения неопределенностей, возникших кратковременно, а также уменьшения вероятности ошибочных решений, т. е. ухудшения уровня ошибки 1-го и 2-го типа.

Улучшения оперативности и сокращение среднего числа неточностей могут быть достигнуты различными методами. В первую очередь, это можно гарантировать увеличением количества оптимальных данных. Этот метод не всегда оптимальный и нередко дорогостоящий. Во-вторых, для достижения оптимального значения необходимо принять научно-методические мероприятия по их достижению. Третий – основан на совершенствовании математических аппаратов и нанотехнологии, включая разработку особых подходов, таких как совершенствование оценки градиента, применение цифровых фильтров, разложение функций в ортогональные базовые, вейвлет-преобразования, использования других интеллектуальных подходов, привлечение эксперта, принимающего решение (ЭПР).

В связи с важностью и комплексностью вышеупомянутых методик и практических задач по обнаружению неопределенностей в данных космических снимков в научно-прикладной экологической задаче становятся очевидными их дальнейшие исследования. Надо отметить, что необходимо учитывать вариативность задачи поиска неопределенности в соответствии с ЭПР и природой решения задачи, по которой пул эффективно использованных моделей и методов может изменяться. Подобные исследования типовых неопределенностей в ДАМ и адаптация методов интеллектуального анализа, многокритериального оценивания данных, адаптивного цифрового фильтра, увеличения размеров данных системного комплексного проблемного решения позволят повысить обоснованность решения проблемных задач о наличии неопределенности в ДАМ и других данных.

Существует большое количество имеющихся неопределенностей, но можно выделить типовые неопределенности и разработать специальные проблемно-ориентированные математические аппараты, адаптивно конфигурируя их, можно построить систему управления принятия решений, которая наиболее эффективно обнаружит каждый вид неопределенностей.

### 2.1.7 Специфика задачи обнаружения потенциально возможных неопределенностей в ДАМ МС

Как правило, современная тенденция решения задач обнаружения неопределенностей в ДАМ МС предусматривает применение аппарата математической статистики, численное имитационное моделирование и интеллектуально обучаемые методы. Современные направления должны быть обеспечены интеллектуальными адаптивными решениями, которые осуществляют декомпозиции с последующей специализацией задач по обнаружению неопределенности вообще. Для обнаружения неопределенностей конкретных видов используют в каждом случае наиболее подходящую ориентированную математическую модель.

Каждая математическая модель проблемно ориентируется на выявление конкретных видов неопределенностей, характерных для исследуемого морского пространства, но не является исчерпывающей, поэтому можно считать, что совокупное их применение позволит оптимально решать задачи исследования для конкретных типов неопределенностей.

В ДАМ окончательно не решена задача неопределенности:

- не существует объективно оптимального критерия качества обнаружения неопределенности. Известен целый ряд эвристических эталонов, ряд алгоритмов, не имеющих отчетливо выраженного эталона, но реализующих оптимальное выявление неопределенности в аэрокосмических снимках «по построению» и все они могут давать разные результаты;

- количество возможных кластеров неопределенности, которые обычно заранее неизвестны и установлены по каким-то субъективным параметрам;

– результаты принятия решений о наличии неопределенности ситуации существенны, зависят от рекомендаций по выбору, которые, как правило, априорны и определяются аналитиками.

Таким образом, необходимо систематически исследовать предложенные в литературе термины неопределенности и, согласно выработанному типовому общепринятому определению, выполнять задачу по обнаружению неопределенности аэрокосмических изображений.

*Анализ понятий неопределенностей в данных аэрокосмического мониторинга.* Термин «неопределенность» имеет достаточно разнообразные понятия.

Некоторые такие понятия, которые приводятся в различных публикациях, сгруппированы по степеням [1, 8, 33, 57, 66, 70, 78]. Есть много прагматических определений неопределенности. Они отличаются научным уровнем и техническими деталями.

В рамках диссертации используется определение неопределенности по ИСО 9000 [120]. Это решение было сделано в силу его отношения к концепции качества аэрокосмических изображений и объектов морской среды:

- неопределенности, несоответствия, связанные с предполагаемыми или указанными применениями;
- несоответствие, неисполнение требования;
- требование потребности или ожидания, которые, как правило, подразумевают или обязательны;
- качество – степень соответствия совокупности характеристик объекта требованиям.

Термин «несоответствие» и «неопределенность» неразрывно связаны и часто могут быть заимствованы в свойстве синонимов. Но они характерны для слов, которые имеют совершенно разные правовые явления [120].

Для простоты в диссертации мы не различаем несоответствие и неопределенность и называем несоответствия неопределенностью. Примеры неопределенностей показаны на рисунке 2.8.

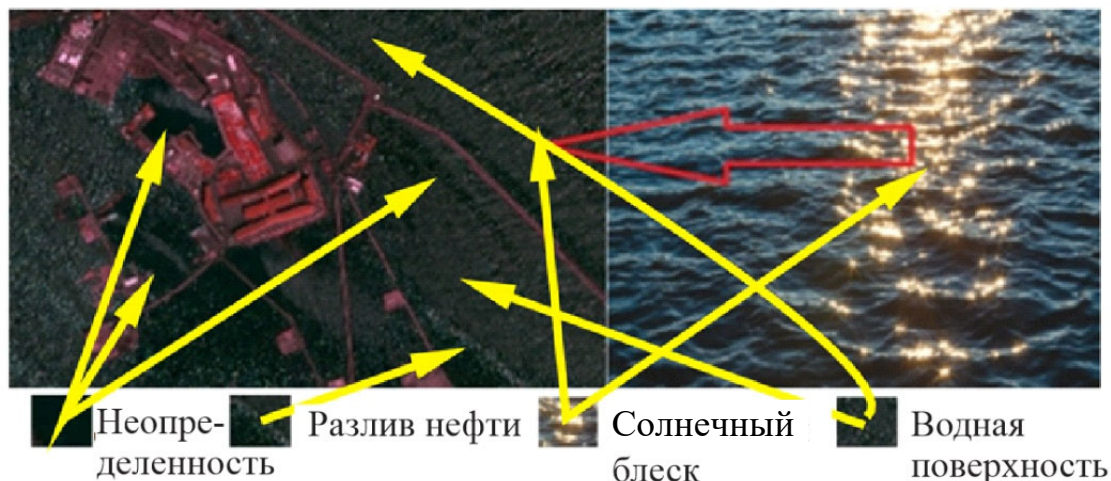


Рисунок 2.8 – Примеры некоторых неопределенностей

### 2.1.8 Анализ существующих способов выявления неопределенностей в статистических данных изучений морской среды

Существует несколько теоретических и практических подходов к решению задачи поиска неопределенности и хаотичности данных в морской среде. Особенность данных – значительное фациальное изменение пространства, времени, многопараметрический характер, при таких обстоятельствах задача о расчленении и о корреляции морского пространства с целью формирования статистической модели представляет собой существенные трудности. Решение задачи обнаружения неопределенности включает определение хаотичных градиентов полей информации, расширение гибкости визуализации.

Исследования количественного состояния динамических и периодических показаний аэрокосмических данных подстилающей поверхности земли, моря и океана осуществляются со дня запуска первого спутникового наблюдения.

Ученые, которые занимались поиском неопределенностей в виде статистически различной ошибки, выброса, несвойственного поведения системы и стохастики, достигли значительных результатов. На практике для решения задач неопределенности применяются методы:

– аналитические, статистические и вероятностные методы:

- а) скрытые Марковские модели [27, 29, 65];
- б) анализ плотности и законов распределений [17];
- в) обнаружение выбросов на основе корреляции [7];
- численные и модельные методы:
  - а) ассоциативные правила [34];
  - б) опорные векторы [59];
  - в) кластерный анализ [61];
- интеллектуальные, адаптивные и обучаемые методы:
  - а) искусственные нейронные сети [52];
  - б) байесовские сети [69];
  - в) нечеткая логика [14].

Поэтому, как следует из вышесказанного, реализация интерпретации морских «пятен» минеральной нефти: «просачивание» природной нефти «разлив» нефти в эксплуатации, применение количественных, интеллектуальных методов обладает большим ресурсом и дает возможность принять решения в разных обстоятельствах.

Анализ научных работ российских и иностранных авторов по вопросам неопределенностей в ДАМ МС аналитическими методами не является исчерпывающими и полноценными. В связи с этим, перспективным видится разработка новых и развитие существующих математических моделей, и в особенности численных методов построения адаптивных интеллектуальных информационных систем обнаружения неопределённости в ДАМ.

### 2.1.9 Способы выявления неопределенностей в ДАМ МС

Существуют различные способы выявления изложенных выше факторов неопределенностей в ДАМ МС. Их специфика заключается в строгой структуре и необходимости обнаружения неопределенностей в значительном объеме ретроспективной информации. Однако по принципу действия они не подходят для того, чтобы выявить мгновенные неопределенности в реальном времени.

Известны самые типичные подходы класса численного метода и критерия обнаружения несоответствия в ДАМ, применяемые в современной системе с указанием главных особенностей их внедрения в контексте решаемых задач исследования:

- пороговые классификаторы и статистические тесты [104];
  - кластеризация (как задача обучения без учителя) и поиск кластеров минимальной ширины [88, 119, 123];
  - информационные критерии и приращение энтропии [107];
- а также комбинация этих методов при участии ЭПР:

- методы подмены задачи;
- ансамбли алгоритмов;
- обучение с учителем (регрессия, классификация);
- решающие деревья.

*Статистические вероятностные методы.* Исследования, посвященные количественным анализам состояний, динамики и периодичности в ДАМ МС, существуют достаточный период времени. Наиболее ранние исследования N-задач по эмпирическим методам были посвящены анализу в ДАМ по природе МС. Например, в [104] рекомендуют использовать математическую модель с характеристиками степени неопределенности в ДАМ по значению отдельного диапазона данных. Также статистические модели обуславливают расчет информационных классификаций ДАМ, по которым распознаются показатели неопределенностей, а потом их сравнение с уровнем порогового уровня, заданного ЭПР.

По мнению ученых, предложенные методики гарантируют высокую результативность поиска неопределенных состояний в ДАМ, которые приводят к потере полной или выборочной пригодности к нему, но имеют ряд недостатков:

- необходимо предварительно очищать от неопределенности, чтобы подготовить достаточное число данных;
- значение порога должно быть определено экспертом. Отметим, что данные, применяемые для определения неопределенности ощутимо зависят от конкретной

исследуемой МС, а также пороговые значения достаточно часто должны быть обозначены, что мешает применению методического подхода;

– оценка показателя неопределенности определенных точек ДАМ, которые можно применить только в задачах выявления М-неопределенности, и неопределенность сведений, приобретающих пространственный и временной характер, останутся необнаруженными.

Известны работы, в которых решения задачи первого фактора осуществляется кластерным анализом, представляя ДАМ как векторы многомерного пространства [88, 119, 123]. Исследована эффективность кластерных методов разделения набора ДАМ на нормальной информации классов. Методики этих авторов основаны на предположениях:

– количество аномальных данных в ДАМ существенно меньше количества нормальных данных;

– аномальные данные качественно отличаются от нормальных.

Наборы данных в таких методах представляют собой векторы многомерного пространства, и кластеризация осуществляется для минимизации суммы внутренних классовых расстояний (между всеми парами векторов одного класса). Поэтому большие кластеры относятся к нормальным, а малые – к неопределенным.

В связи с вышесказанным перспективным направлением решения задачи неопределенности видится использование комплекса численно-аналитических методов совместно с интеллектуальными подходами.

## 2.2 Разработка технологической схемы методики аэрокосмического мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны

### 2.2.1 Постановка задачи разработки методики

Для реализации мер по защите прибрежных территорий, шельфа Каспийского моря необходима актуальная и достоверная информация о их состоянии. Использование технологий ДЗЗ позволяет проводить исследования и получать информа-

цию о состоянии водной поверхности шельфа, окружающей среды наиболее оперативно и с наименьшими затратами.

Существующие методы автоматизированного дешифрирования материалов ДЗЗ не позволяют с достаточной достоверностью выделять границы объектов загрязнения нефтью на водной поверхности, поэтому необходимо совершенствовать методику космического мониторинга оценки нефтяных загрязнений с учетом специфики шельфовой зоны.

Целью разработки методики автоматизированного дешифрирования многоспектральных и радиолокационных космических снимков мест нефтеразработок является повышение уровня достоверности выявления границ объектов загрязнения нефтью на водной поверхности шельфа.

Реализация предложенной методики осуществлялась на шельфовой зоне азербайджанского сектора Каспийского моря (район нефтепромысла «Нефтяные камни»).

Повышение достоверности обнаружения границ зон нефтяных загрязнений осуществляется за счет устранения неоднородности и немонотонности спектрального фона изображений. Это достигается при использовании мультиспектральных и радиолокационных изображений, интеграции нескольких наборов данных, глубоком обучении, а также реализации такого подхода на облачной платформе.

#### 2.2.2 Разработка технологической схемы методики автоматизированного дешифрирования космических снимков мест нефтеразливов на водной поверхности

Вопросы совместной обработки многоспектральных и радиолокационных космических снимков являются актуальными и требуют совершенствования метода автоматизированного дешифрирования с учетом специфики изучаемого объекта – водной поверхности шельфовой зоны азербайджанского сектора.

Создание карт состояния акватории Нефтяных Камней Каспийского моря по данным космических снимков является сложным процессом, на который оказывают влияние следующие факторы: качество материалов ДЗЗ, профессиональный опыт специалистов, территория участка исследования.

Технологическая схема методики аэрокосмического мониторинга нефтеразливов на водной поверхности будет состоять из нескольких этапов (рисунок 2.9).

*Первый этап.* Предварительная обработка исходных данных. В качестве исходных данных используются: разновременные космические снимки, аналоговые изображения карт, морские топографические карты, цифровые сейсмические карты и полевые данные визуального наблюдения на участке исследования. При этом используют растровые изображения и снимки, полученные с разных точек, но в один и тот же момент времени. Это позволяет далее получать совмещённое изображение [19].

Исходные цифровые и аналоговые материалы проходят процесс конвертирования в цифровые файлы для перевода в соответствующий формат и формирование пространственно-распределенной базы топографической информации (БТИ). Архивные снимки представлены в приложении В.

Схема этапов преобразования данных в пространственно-распределенную базу топографической информации представлена на рисунке 2.10.

В результате формируются географически ориентированные пространственно-совмещенные временные ряды многоспектральных космических снимков в формате многослойных изображений. В процессе предварительной обработки массивов данных применяется функция для компенсации пробелов на полученных изображениях.

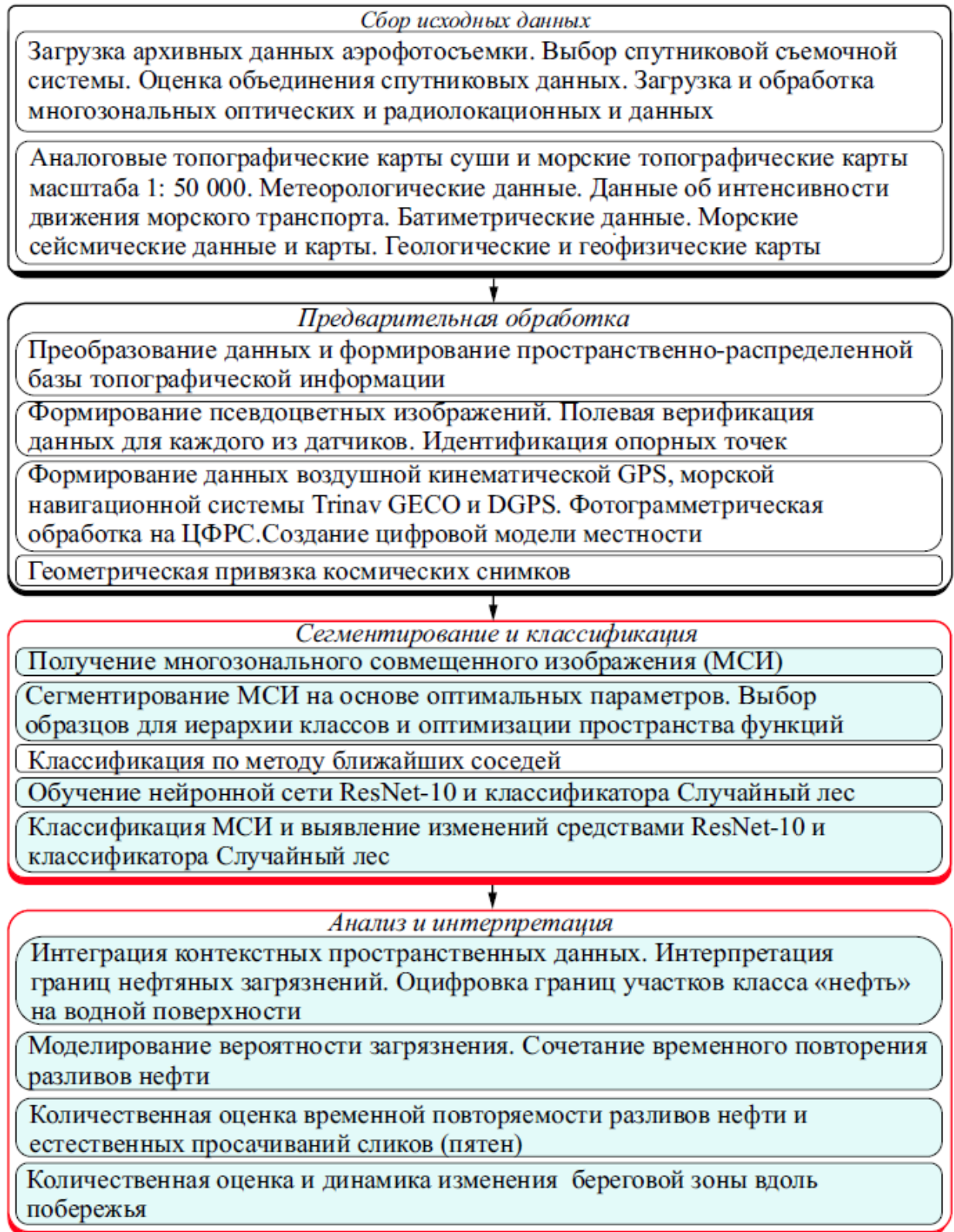


Рисунок 2.9 – Технологическая схема методики аэрокосмического мониторинга оценки нефтяных загрязнений шельфовой зоны

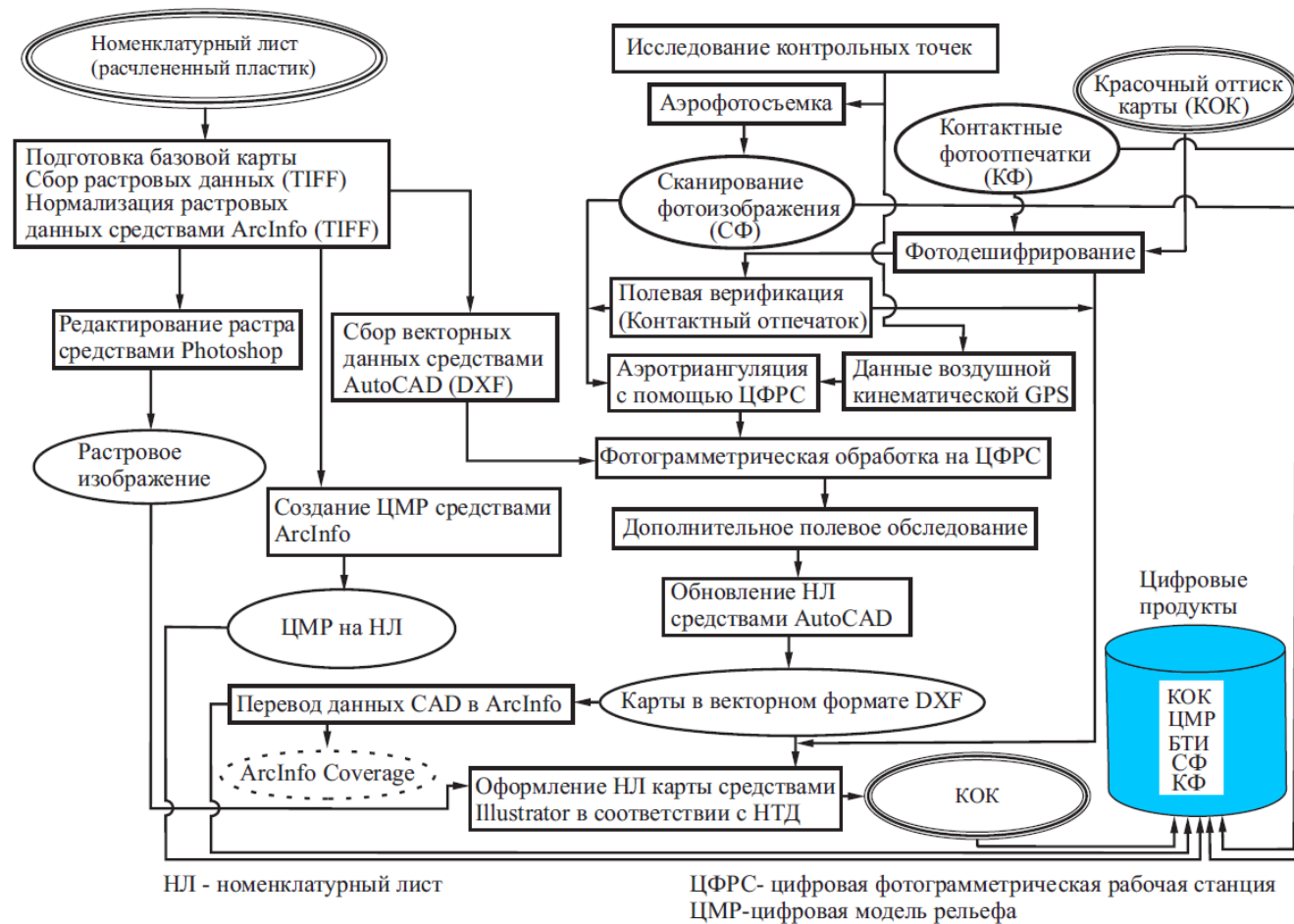


Рисунок 2.10 – Схема преобразования данных в пространственно-распределенную базу топографической информации

*Второй этап.* На этом этапе по радиолокационным снимкам рассчитываются распределения индексов, а также формируются псевдоцветные изображения для всего ряда радиолокационных изображений.

Методы калибровки, фильтрации спекла – шумов и т. д. являются стандартными при обработке радиолокационных данных. Псевдоцветное изображение – это снимок, полученный из синтезирования поляризационных каналов радиолокационного изображения. Формирование таких изображений может выполняться по различным вариантам, исходя из количества поляризации и частоты временного ряда, особенностей исследований.

*В этой связи автором предложено создание псевдоцветных изображений, основанных на амплитуде радиолокационных изображений.*

Предложенный вариант формирования псевдоцветного радиолокационного снимка может быть использован как для визуального, так и автоматического дешифрирования. Для автоматического дешифрирования используются калиброванные по данным радиометра радиолокационные снимки, т. е. снимки, по которым могут выполняться измерения значений коэффициентов обратного рассеяния и классификация объектов.

При проведении исследований использованы исходные радиолокационные изображения (РЛ), дисперсии карты ветрового поля, набор изображений, включающий многоканальные изображения с дополнительными данными. Также использовались данные глобальной нормализации, позволяющие определение двойников и сложных форм нефтяных разливов в различных масштабах.

Отметим, что снимок, предназначенный для автоматического дешифрирования, может иметь более двух каналов, чем изображения для визуального дешифрирования (например, в случае RGB-синтеза используется три канала).

*Для обработки Sentinel-1A предложена комбинация двухполярной поляризации – R – ГГ, G – ГВ, B – ГГ/ГВ. Изображение в голубом канале подчеркивает различие уровней обратной поляризации согласованных и перекрёстных поляризаций.*

Схема создания псевдоцветного амплитудного РЛ изображения для визуального дешифрирования представлена на рисунке 2.11.

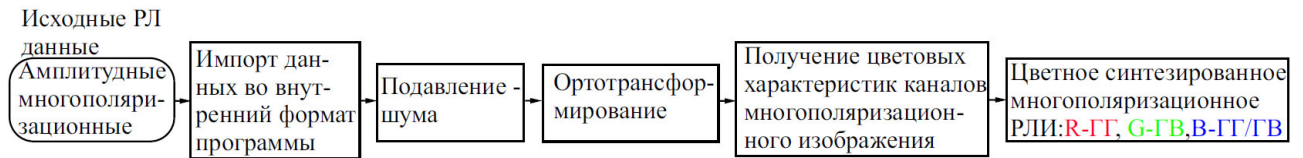


Рисунок 2.11 – Схема формирования псевдоцветного амплитудного РЛ изображения

Визуальное дешифрирование включает выделение псевдоцветных контуров на радиолокационных изображениях вручную по ряду признаков дешифрирования и сравнение их с реальными объектами, используя известные закономерности по взаимодействию электромагнитных лучей с поверхностью и дополнительные источники. Следует отметить, что интерпретация радиолокационных изображений, которая значительно отличается от оптических изображений, представляет собой сложную задачу из-за недостаточной изученности влияния местных свойств (например, волнение моря) на зондируемый радиосигнал, а также отсутствия методов выделения радиосигнала.

Достоверное определение границ объектов на псевдоцветных снимках, схожих по интенсивности обратного рассеяния или характеру её изменений, может быть осуществлено с помощью известных методов автоматической классификации. Методы классификации обладают преимуществом – упрощение исходных радиолокационных изображений: совокупности пикселей группируются в отдельные классы, образующие компактные области. Последние интерпретируются дополнительными источниками информации. Основными недостатками автоматического метода дешифрирования являются невозможность учета косвенного признака и недостаточность опубликованных источников в этой области.

Для полевого дешифрирования необходимы следующие материалы: печатные карты масштаба 1 : 50 000, контактные фотоотпечатки космических снимков, по-

лученные трансформированием снимков в масштабе 1 : 40 000, схема расположения фотоснимков, чернильная ручка синего цвета «STAEDTLER», обычный карандаш черного цвета НВ. На каждом снимке указываются номера, границы полевого дешифрирование. Подготавливается схема расположения фотоснимков.

Для определения координат точек наземного контроля необходимо использовать маркированные геодезические пункты. В районе исследования местности по необходимости используется двухчастотный приемник GPS. В районе мелководья на шельфе необходимо использовать интегрированную навигационную систему навигации, разработанную специально для мелководных морских операций.

Фотограмметрическое сгущение плановых и высотных точек осуществляется при построении блочной или маршрутной фотограмметрических сетей. При многомаршрутной, площадной аэрофотосъемке формируются и уравниваются блочные сети. Построение на всех стадиях и уравнивание сети должно соответствовать требованиям Инструкции по фотограмметрическим работам [37].

Физическое маркирование точек снимков при использовании цифровых фотограмметрических приборов не требуется. Для измерения фотограмметрических точек применяется метод автоматического отождествления точек на смежных снимках. В зависимости от используемого программного обеспечения автоматическое отождествление может выполняться для двух, трех и т. д. снимков

В существующих программах фототриангуляционные сети создаются двумя способами:

- совместного уравнивания полной совокупности геодезических, фотограмметрических и прочих измерений на всей сети;
- путем предварительного создания отдельных частей сети (одиночных моделей, триплетов, маршрутных сетей), а затем объединения частей в более крупное построение.

«Теоретически первый вариант предпочтительнее, и он рекомендуется в качестве основного. На практике на точность окончательных результатов влияют в большей степени погрешности съемочного обоснования и стереоизмерений» [37].

После завершения процесса фототриангулирования по его результатам формируют каталоги координат точек фотограмметрического сгущения, элементов внешнего, внутреннего ориентирования снимков и проводят оценку их точности. К каталогу прилагается комплект фотоабрисов точек.

Результаты фототриангуляции используются для геометрического преобразования космических снимков, конвертации в соответствующий формат и формирования пространственно-распределенной базы изображений.

Далее осуществляется обработка снимков средствами системы анализа данных дистанционного зондирования Земли, предназначенной для автоматизированного комплексного дешифрирования радиолокационных и многоспектральных космических снимков.

В качестве входных данных используют растровые изображения и снимки, которые получены с разных точек, но на одну и ту же дату. Такой подход позволяет получить синтезированные изображения, представляющие собой исходный участок территории с положений нескольких камер [48, 125].

Предварительная обработка космических изображений проводится с использованием стандартных функций соответствующего программного обеспечения. В результате формируются географически привязанные пространственно-совмещенные временные ряды фрагментов многоспектральных космических изображений различных типов в формате многослойных изображений (\*.dat и \*.hdr файлы).

В процессе предварительной обработки массивов космических данных применяется функция «RBV» (Replace Bad Values) для компенсации пробелов на полученных изображениях.

Обработка космических снимков средствами системы анализа данных дистанционного зондирования позволяет:

- выявить оптические неопределенности морской среды в районах интереса;
- определить границы участков прибрежных акваторий, характеризующихся оптическими неопределенностями, обусловленными воздействием глубинных стоков, мелководья и т. д.;

– исследовать оптические характеристики водной среды, подверженной воздействию глубинных стоков, в сравнении с фоновыми участками.

Для эффективной обработки снимков применяется подход, основанный на исследовании и комплексном анализе временных рядов полей распределений цветовых характеристик морской поверхности.

Опыт восстановления абсолютных значений параметров морской среды по космическим многоспектральным данным показывает, что расчетные соотношения, связывающие их с характеристиками сигналов обратно рассеянного излучения, справедливы не для всех типов морских вод и вносят большие погрешности применительно к водам шельфа, где велики концентрации взвеси и растворенных примесей. В связи с этим при обработке массива космических многоспектральных данных, получаемых аппаратурой различного типа в различные сезоны, не решается задача определения абсолютных величин значимых параметров водной среды. Поэтому применяется подход, основанный на выявлении различных изменений регистрируемых параметров.

Он заключался в использовании характеристик относительной изменчивости сигналов обратного рассеяния в различных участках спектра электромагнитных волн и предполагает оценку «индекса цвета» – отношения  $I(\lambda_1, \lambda_2)$  величин сигналов для длин волн  $\lambda_1, \lambda_2$ , на которых ожидаются наибольшие контрасты на границе между зонами антропогенных воздействий и фоном. Очевидно, что такое отношение окажется наиболее чувствительным, если на используемых длинах волн  $\lambda_1, \lambda_2$  контрасты будут «противоположными», т. е. при переходе границы между зоной загрязнения и фоном, сигнал на длине волны  $\lambda_1$  должен возрасти, на длине волны  $\lambda_2$  – падать (или наоборот).

Яркость морской поверхности в коротковолновом участке видимого диапазона спектра электромагнитных волн (синяя область) в значительной степени зависит от концентрации хлорофилла, состава и концентрации растворенных органических веществ, в то время как яркость в зеленой области спектра в большей степени

определяется составом, концентрацией и распределением частиц взвеси по размерам.

Таким образом, при исследовании антропогенных воздействий, связанных с привнесением загрязненных стоков в водную среду, следует ожидать значительных контрастов в синем и зеленом каналах многоспектральных изображений.

Кроме того, очевидно, что на сигналы, регистрируемые многоспектральной космической аппаратурой, помимо изменений цвета воды оказывают влияние такие явления, как слики, пена, локальные течения и др., возникающие на поверхности при полном всплытии струй глубинных стоков.

Вычислять и оценивать пространственные распределения индексов цвета можно следующими формулами:

$$I_1 = G \setminus NIR, \quad (2.20)$$

$$I_2 = B \setminus NIR, \quad (2.21)$$

где  $G$ ,  $B$ ,  $NIR$  – яркости в зеленом, синем и ближнем инфракрасном каналах съемочной аппаратуры соответственно.

Кроме того, будем использовать индекс цвета, основанный на произведении  $G$  и  $B$ , поскольку в областях присутствия глубинных стоков ожидается одновременное увеличение яркости в обоих этих диапазонах:

$$I_3 = G \cdot B. \quad (2.22)$$

При анализе пространственных распределений цветовых характеристик морской поверхности целесообразно использовать также псевдоцветные изображения, сформированные по схеме RGB с использованием ближнего ИК-канала вместо красного, а также оптические панхроматические изображения.

На первом этапе обработки выполняются пробные расчеты пространственных распределений индексов цвета морской поверхности для исследуемых акваторий по выборочным многоспектральным космическим изображениям. Далее проводятся интерпретация и анализ полученных пробных наборов распределений цвето-

вых характеристик морской поверхности с учетом априорных сведений о местах расположения источников загрязнений, полученных в результате обработки подспутниковой информации. В результате должно быть установлено, что зоны проявления оптических неопределенностей, вызванных антропогенными воздействиями, отображаются наиболее контрастно и могут быть с высокой степенью достоверности оконтурены дешифровщиком на основании совместного анализа нескольких типов пространственных распределений цветовых характеристик моря.

С учетом результатов, полученных на первом этапе, на втором этапе рассчитываются распределения индексов  $I_3$  и  $I_1$ , а также формируются псевдо-цветные изображения для всего массива исследуемых данных. Полученный по каждому изображению массив данных дополняется RGB-изображением типа «true color» (в натуральных цветах) и панхроматическим изображением (в случае наличия).

В процессе получения пространственных распределений цветовых характеристик морской поверхности используются такие операции, как контрастирование методом эквализации гистограммы, цветокодирование, пороговая обработка, выделение односвязных областей.

В качестве характеристики, используемой для проведения оперативного экологического мониторинга, предлагается применять показатель ослабления света (ПОС). Выбор ПОС обусловлен тем, что измерения его вертикальных профилей позволяют получить детальную информацию о вертикальной биотической структуре вод.

При обработке результатов измерений ПОС формируются их двумерные распределения для различных длин волн на заданных горизонтах. Также строятся: графики спектральных распределений ПОС, типичные для различных глубин и участков исследуемой акватории; вертикальные профили распределения ПОС для различных длин волн.

Пространственные и вертикальные распределения характеристик морской среды, полученные описанными выше методами, собираются в едином ГИС-проекте, также включающем в себя картографическую информацию (контуры берего-

вой линии, расположение коллекторов сбросовых устройств, батиметрия), точки фиксации сильных выбросов по данным обработки предварительного набора космических изображений, метеоданные и др. Такой подход позволит накопить, объединить и систематизировать полученные временные ряды пространственных распределений цветовых характеристик моря и границы их неопределенностей на исследуемой территории в едином геоинформационном пространстве и обеспечить возможность их сопоставления и комплексного анализа с учетом результатов обработки подспутниковых данных и имеющейся априорной информации.

В результате обработки определяются устойчивые значения коэффициентов, преобразующие пространство измерений (яркости пикселей) в пространство признаков (чистая морская вода, темные пятна).

Различные данные представляются в едином формате – в виде цифровых изображений. Изображения, используемые для дешифрирования, пространственно распределяются по спектральным признакам. Такое представление оказывается удобным и эффективным.

При необходимости точной пространственной привязки наблюдаемых явлений производится перевод изображений в географическую проекцию. Это осуществляется в среде различных геоинформационных систем, таких как ERDAS Imagine, ENVI, ArcInfo и др.

Далее проводится калибровка прибора определения параметров взаиморасположения применяемых камер, а также определение физических параметров. Данный процесс калибровки можно описать математически как поиск матричных коэффициентов для дальнейшего проективного преобразования, который перемещает точки трёхмерной сцены исследуемого участка акватории на камерную плоскость проекции:

$$\begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix} = [X, Y, Z] \times \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \end{bmatrix}, \quad (2.23)$$

где  $P$  – радиус-вектор точки на камерной плоскости проекции, которая измеряется в растровых единицах;

$[X, Y, Z]$  – координаты исследуемой точки, заданные в метрическом базисе;

$A$  – матрица проективного преобразования.

Предположим, что имеются  $k$  изображений  $P_i(x, y)$  исследуемой территории, причем некоторые из них могут быть многозональными, то есть содержать  $n$  измерений:

$$P_i^n(x, y) = \{P_j^{(1)}(x, y), P_j^{(2)}(x, y), \dots, P_j^{(n)}(x, y)\}. \quad (2.24)$$

Изображения отличаются временем съемки  $P_i(x, y, t)$ , масштабом  $P_i(x, y, t_i, m_i)$ , получены в различных условиях и при различном положении съёмочных камер  $P_i(x, y, t_i, G_i, \Phi_i)$ . В этих выражениях:

$G_i$  – вектор параметров – элементов внешнего и внутреннего ориентирования снимков и параметров  $c$ , влияющих на яркость элемента исследуемого изображения, т. е.  $G\{X_s, Y_s, Z_s, \alpha, \omega, \kappa, x_0, y_0, f, c\}$ ;

$\Phi_i$  – вектор факторов, влияющих на яркость элемента исследуемого изображения, т. е.  $\Phi\{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_i\}$ .

Вектор  $G_i$  характеризует геометрию построения изображения, а вектор  $\Phi_i$  характеризует информационные свойства изображения (определяемые численным значением соответствующего элемента изображения).

Многоспектральное изображение ( $n_1 \cdot n_2$ ), каждый элемент которого –  $k$ -мерный вектор измерений яркости элементарного участка поверхности в соответствующей зоне спектра, представляет собой матрицу:

$$\begin{pmatrix} X_{1,1} & X_{1,2} & \cdot & X_{1,n_1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{n_2,1} & X_{n_2,2} & \cdot & X_{n_2,n_1} \end{pmatrix}, \quad (2.25)$$

где  $\overrightarrow{X_{ij}} = \{d_{1ij}, d_{2ij}, \dots, d_{k,ij}\}^T$ ;

$d_{k,ij}$  – яркость элемента  $i, j$  в диапазоне  $k$ .

В ряде случаев слабоконтрастные, с трудом различимые на снимках структуры могут быть выявлены путем специальной обработки изображений – нормализации. Такая обработка способна лишь усилить контраст видимых аномалий, позволяя уточнить их положение, форму и размеры, но не позволяет обнаруживать того, чего на изображении нет. Основные элементы обработки – сглаживание тренда, фильтрация, манипуляции с гистограммами. Обработка такого рода носит отчасти субъективный характер, а критерием служит визуальное качество изображений.

Усиление контраста – необходимая операция для интерпретации изображений. Она проводится, как правило, в сочетании со сглаживанием (низкочастотной фильтрацией). Сглаживание изображений производится окнами с размерами 3 x 3, 5 x 5 пикселей или иным количеством пикселей.

После выполнения этапа интерпретации, определения геометрической структуры изображения – размера элемента цифрового изображения, его пространственного положения, задания проекции и пр. – переходят к следующему этапу. Для соответствующего представления данных нужно выбрать шкалу для представления численных значений «яркостей» элементов.

Затем вектор измерений дополняется значениями «яркости». При условии, что эти значения несут дополнительную информативность, возможно получить качественно отличный от прежнего состояния (режима функционирования) вектор измерений, изменяющий всю структуру данных.

Добавление качественно нового измерения позволит перейти от совокупности данных с исходным распределением к данным с новым распределением соответствующей условной вероятности [19].

При успешном выполнении вышеупомянутых задач будут выполнены процедуры получения многозонального совмещенного изображения (рисунок 2.12). С использованием МСИ формируется цифровая модель местности, максимально приближенная к реальности.

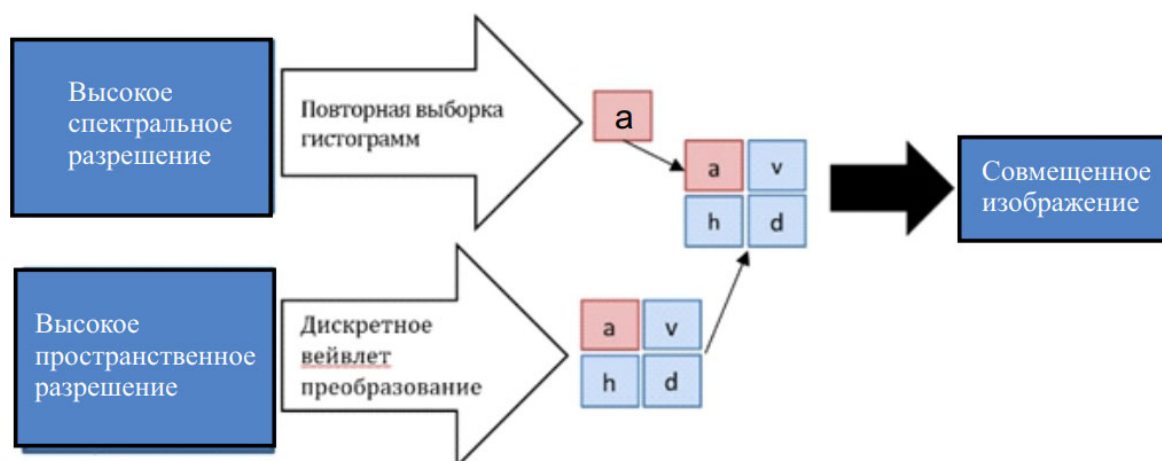


Рисунок 2.12 – Изображение процесса получения многозонального совмещенного изображения

После получения совмещенного (слитого) изображения интерпретация по выявлению изменений выполняется средствами нейронной сети ResNet-10.

Обучение нейронных сетей является процессом, когда параметры устанавливаются средствами моделирования среды, в которой встроена эта сеть.

Процесс подготовки и обучения – это предъявления сетевой выборки примеров обучения. Каждый образец подается на вход сети, затем проходит обработку внутри структуры нейронной сети (НС), вычисляется выходной сигнал сети, который сравнивается с соответствующим значением целевого вектора, представляющего собой требуемый выход сети.

Затем по определенным правилам вычисляются ошибки и изменяются весовые коэффициенты связи внутри сети по выбранному алгоритму. Векторы учебного многообразия предъявляются последовательно, вычисляются ошибки и вес подстраивается под каждый вектор, пока ошибка по весу учебного массива не достигнет допустимо низкого уровня.

Предложена методика обучения сетевой архитектуры средствами глубокой последовательной нейронной сети ResNet-10. Выбранная архитектура сети анализирует все снимки и определяет базовые признаки идентификации, из которых определяются более высокоуровневые признаки идентификации. Кроме того, та-

кая архитектура обеспечивает сохранение размера входного сегментированного изображения на выходе без дополнительных изменений. Поэтому результаты сегментации удобно совмещать с начальными данными. Прямые связи между конечным и начальными слоями позволяют лучше распространять градиент по всей системе, что позволяет более быстро производить обучение и комбинировать низкие и высокие признаки идентификации [13, 105].

При обучении таким способом важен шаг (время) обучения. Для того чтобы столь сложный архитектурный алгоритм не потерял возможности выявления слабо различимых признаков идентификации, обучение проходило при низких значениях шагов обучения 0,00001 и 0,001 (рисунок 2.13). Также он снижался при каждой 20-й итерации.

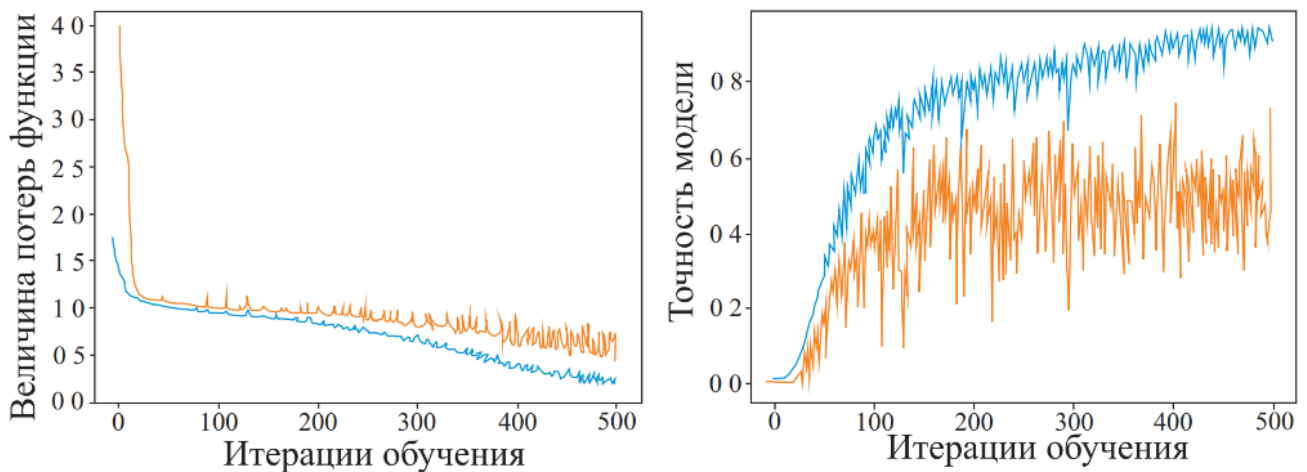


Рисунок 2.13 – График обучения сети с предобработчиком при начальном значении шага обучения 0,001

Более низкое значение шага обучения позволяет сети дольше обучаться с сохранением исходных признаков идентификации. Несмотря на переобучение, которое наблюдалось при обучении всех групп изменений, результат предсказания сети был высоким (более 50 %).

Наблюдаемое переобучение может свидетельствовать о том, что выбранная сеть существенно увеличивает вычислительную способность разработанной мо-

дели, поэтому в ходе последующих экспериментов используется только архитектура ResNet-10 без дополнительных предопределителей с различными характеристиками (рисунок 2.14).

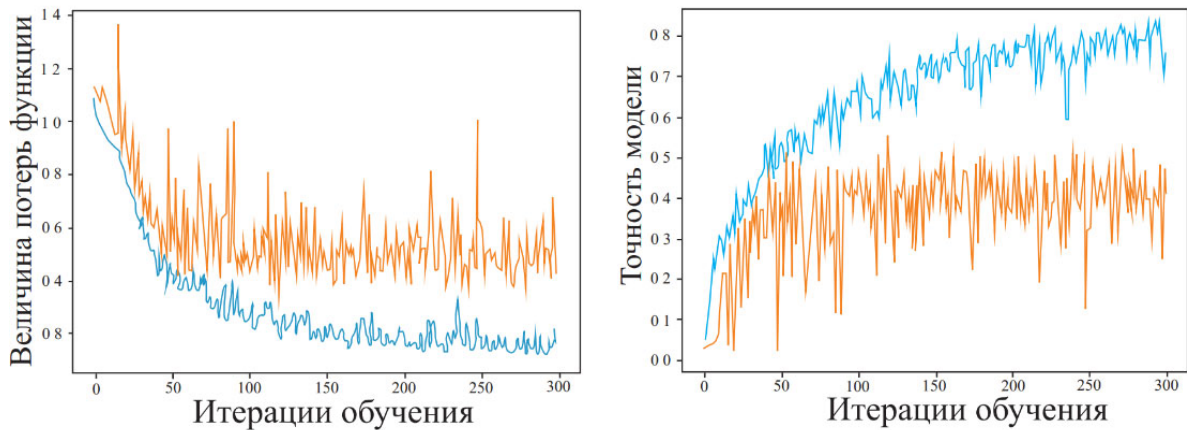


Рисунок 2.14 – График обучения сети при начальном значении шага обучения 0,00001

Базовая сетевая архитектура сети была реализована с помощью библиотеки Tensor-Flow v.2.0 [126], написанной на языке программирования Python. Она содержит базовые конструкции для построения нейронных сетей, различные функции активации и другие виды слоев нейронной сети, что позволяет создавать сложные модели машинного обучения.

*Сетевая архитектура.* В [96] даны примерные описания исходных магистральных версий сетей Res Nets, заменивших исходные магистральные версии сетей ResNet-101. Авторы сообщили о повышении производительности тестовых наборов по оценке вероятности качества  $F$  (равное соотношению значений коэффициента распознавания его формы и линейного размера).

Авторами данного исследования выявлены преимущества и недостатки алгоритмов машинного обучения для решения задачи поиска источников и разливов загрязнения шельфа нефтью. На основе одного из алгоритмов анализа изображений – сверточных нейронных сетей архитектуры глубокого контролируемого

для Res Net (Residual neural network) – предложены дополнительные усовершенствования, описание которых дано далее. В составе сети имеется четыре сверточных этапа и четыре боковых выхода, подключенных к магистрали. Короткие связи строятся на боковых отводах, что позволяет повысить выбор карт объекта из глубоких выводов и добавить их к мелким выводам.

Такая система основывается на принципе интегрирования программных и инженерных проектов, способных работать с трехмерными моделями (рисунок 2.15). Система станет ядром способа моделирования на базе гибких модульных структур: фотограмметрической системы SOCET SET, PRO 600, ORIMA, ResNet-10, IMAGINE OrthoBase фирмы ERDAS, MapInfo Pro, а также ГИС-Конструктор ArcMap 10.3.

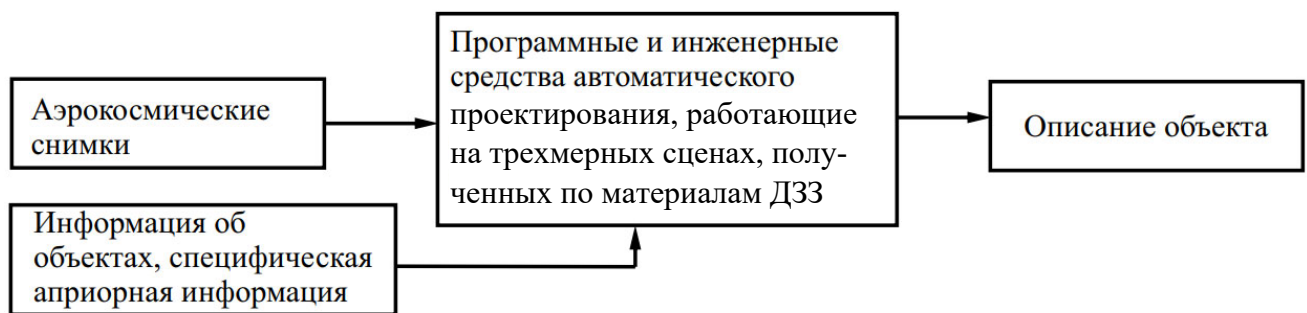


Рисунок 2.15 – Схема интеграции фотограмметрических данных с программным и инженерным оборудованием полуавтоматического проектирования, работающим на трехмерной сцене

Общая архитектура сети показана на рисунке 2.16. На входе сети задается цветное интегрированное многозональное изображение одинакового разрешения пространства до 10 м, полученное при сочетании 13 диапазонов спектров Sentinel-2A оптических и Sentinel-1A радиолокационных изображений (например 400 пикселей). После ввода данных в сеть в соответствии с ResNet-10 сеть выделяет функции разного масштаба в четыре этапа, которые являются свертками каждой оставшейся части.

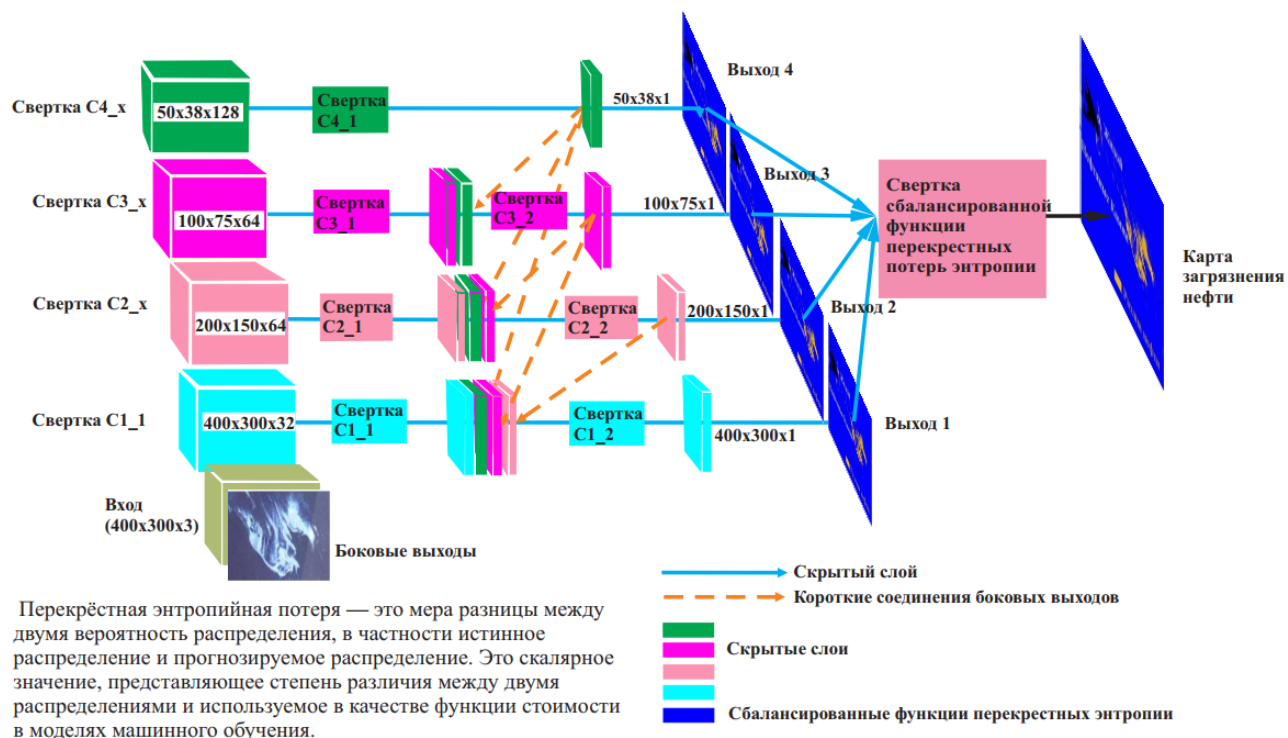


Рисунок 2.16 – Обобщенная архитектура системного контроля глубокой связи для ResNet-10

Оценка использования предложенных усовершенствований определялась сравнением результатов достоверности информации о классе эталонных образцов.

Перед каждым боковым выходом имеется по три последовательных слоя свертки, первый и второй следует свертке Relu, последняя представляет собой свертку размером 1x1.

После этого короткие соединения строятся на разных боковых выходах путем повышения дискретизации обработанного изображения перекрестной энтропийной потерей объектов из более глубоких побочных результатов и объединения их с обработкой более мелких побочных выходов

$$R_{\text{боковые}}^{(m)} = \begin{cases} c_{1X1} \left( \sum_{i=2}^4 r_i^{(m)} R_{\text{боковые}}^i + A_{\text{боковые}}^{(m)} \right), & \text{для } m=1 \\ c_{1X1} \left( r_4^{(m)} R_{\text{боковые}}^{(3)} + r_5^{(m)} R_{\text{боковые}}^{(4)} + A_{\text{боковые}}^{(m)} \right), & \text{для } m=2,3 \\ A_{\text{боковые}}^{(m)}, & \text{для } m=4 \end{cases} \quad (2.26)$$

где  $r_i^m$  – вес короткого соединения с бокового выхода  $i$  на боковой выход  $m$  ( $i > m$ );  $A_{\text{боковые}}^{(m)}$  обозначают окончательную активацию последовательных слоев свертки на переднем конце  $m$ -й стороны выхода; сторона  $R_{\text{боковые}}^{(m)}$  – новая активация каждого бокового выход; и  $c_{1X1}(\cdot)$  обозначает  $1 \times 1$ , операцию свертки проводимую в СверткаS1\_2, СверткаS2\_2, и Свертка S3\_2. На тыловом конце каждого бокового выхода активация  $R_{\text{боковые}}^{(m)}$  подвергается повышающей дискретизации до того же размера, что и входное изображение, посредством внутрисетевой билинейной интерполяции, как реализовано в [131]. Сигмовидная функция применяется к активации с повышенной дискретизацией, которая дает окончательную карту прогнозирования каждого бокового выхода. Перекрестная энтропийная потеря вычисляется по всем пикселям обучающего изображения  $X = \{x_j, j = 1, \dots, |X|\}$  и карта значимости основной истины  $Z = \{z_j, j = 1, \dots, |Z|\}$  следующим математическим выражением:

$$l_{\text{боковые}}^{(m)}(W, w^{(m)}) = - \sum_{z_j \in Z} z_j \log \Pr(z_j = 1 | X; W, w^{(m)}) + (1 - z_j) \log \Pr(z_j = 0 | X; W, w^{(m)}), \quad (2.27)$$

где  $W$  и  $w^{(m)}$  обозначают параметры уровня магистральной сети и выхода  $m$ -й стороны соответственно.  $\Pr(z_j = 1 | X; W, w^{(m)})$  – вероятность значения активации в позиции  $j$  на выходе  $m$ -й стороны. Рассчитываются общие потери побочных выходов:

$$L_{\text{боковые}}(W, w) = \sum_{m=1}^4 \alpha_m l_{\text{боковые}}^{(m)}(W, w^{(m)}), \quad (2.28)$$

где  $w = \{w^{(m)}, m = 1, 2, \dots, 4\}$ ,  $\alpha_m$  обозначает вес потерь  $m$ -й стороны. Впоследствии активации побочных выходов с повышенной дискретизацией объединяются и свертываются с помощью сверточного ядра  $1 \times 1$  (эквивалентно взвешенному суммированию). Таким образом, активация с различных коротких соединений является предохранителем. Применяя сигмовидную функцию к результирующей активации операции совмещения, генерируется еще одна карта прогнозирования. Функция потерь здесь определяется как

$$L_{\text{совмещенные}}(W, w) = \sigma(Z, h(\sum_{m=1}^4 f_m R_{\text{боковые}}^{(m)})), \quad (2.29)$$

где  $f_m$  – вес плавления  $m$ -го бокового выхода;  $h(\cdot)$  обозначает сигмовидную функцию; а  $\sigma(\cdot, \cdot)$  представляет собой потерю перекрестной энтропии между объединенным отображением и соответствующей меткой, которая имеет ту же форму, что и (2.27). Таким образом, общий ущерб рассчитывается как

$$L_{\text{суммал}}(W, w) = L_{\text{боковые}}(W, w) + L_{\text{совмещенные}}(W, w). \quad (2.30)$$

Вместо усреднения карты совмещения и карт прогнозирования побочных результатов для получения окончательной выходной карты, как описано в [96], в предложенном дополнении совмещенная карта прогнозирования принимается в качестве окончательного результата сети. Таким образом, окончательную карту прогнозирования можно рассчитать

$$Z_{\text{совмещенный}} = h(\sum_{m=1}^4 f_m R_{\text{боковые}}^{(m)}). \quad (2.31)$$

Для оценки эффективности использования усовершенствованной архитектуры и уменьшения уровня глубокой контролируемой связи (ГКС) применяется вероятность качества  $F$  и среднее абсолютное ошибочное значение (САО), широко используемое при обнаружении, распознавании и определении характеристик объ-

ектов по их изображению. Для количественного сравнения предлагаемых автором дополнительных усовершенствований определялась сравнением результатов достоверности информация о классе (эталонных образцах). Если матрица измерений значимости  $S$  становится двумя масками  $M$ , используя информацию о классе (эталонах, образцах), то достоверность данной информации может вычисляться при сравнении  $M$  и эталонов  $G$ , предполагая использование следующих математических выражений:

$$\text{Точность} = \frac{|M \cap G|}{M}, \quad (2.32)$$

$$\text{Информативность} = \frac{|M \cap G|}{G}. \quad (2.33)$$

Но даже в этом случае ни точность, ни информативность не могут полностью оценить качество матрицы измерения значимости  $S$ . Чтобы улучшить показатель эффективности, используется вероятность качества  $F$ , рассчитанная в виде средневзвешенных гармонических интерполяций значений точности и информативности с положительным весом  $\beta^2$ :

$$F_2 = \frac{(1 + \beta^2) \text{Точность} \times \text{Информативность}}{\beta^2 \text{Точность} + \text{Информативность}}. \quad (2.34)$$

Достоинство метода общей средневзвешенной интерполяции может заключаться в его регрессии меньших квадратов, формировании поверхностей с меньшим отклонением исходных значений и локализации. В этом методе подбирается математическое значение полинома определенного порядка для всех исходных точек с наземными полевыми данными учебного образца и оптимально используется при плотном расположении точек. Также, изменяя весовую функцию и веса полинома, можно достичь максимума вероятности, то есть настроить значения веса при помощи градиента для получения более точного прогноза, наиболее подходящего для эксперта.

В источниках по исследованиям обнаружения объектов, например в [96],  $\beta^2$  частота устанавливается равной 0,3. Оценка САО может рассчитываться как

$$MAE = \frac{1}{H \times X \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W |\hat{S}(i, j) - \hat{Z}(i, j)|, \quad (2.35)$$

где  $\hat{S}$  и  $\hat{Z}$  соответственно обозначаются как непрерывные демонстрации истины и подтверждаемости. Эти величины нормализовались до 0,1.

Поскольку у бинарных масок только две категории М, т. е. фоновая и кадровая, то показатели семантического сегментирования пересечения (ПНО) определены как

$$\text{ПНО} = \frac{n_{cc}}{N_c + n_{bc}}, \quad (2.36)$$

где  $n_{cc}$  – количество правильных показанных пикселей в пределах шаблона;  $n_{bc}$  – количество прогнозируемых пикселей фона, прогнозируемые пиксели в виде шаблона.

В связи с предположением, что система реагирования и определения местоположения областей загрязнения нефтью работает в реальном режиме времени, значения скорости и точности определения местоположения области расчистки – важные показатели. Поэтому производительность предложенного метода оценивалась в реальной сети, измеряя среднее время обработки каждого космического снимка. Расчет модели, которая участвовала в эксперименте, обучении и тестировании, проводился на рабочем месте автора с графическим процессором NVIDIA GTX 2080 Ti.

Реализация предложенной модели осуществлялась на основе общедоступного Тензор Флоу (Tensor Flow), разработанного на облачной платформе. В гиперпараметры модели входят: вес коротких соединений  $r_i^{(m)}$  (все значения установлены как 1), потеря массы для каждого бокового выхода  $\alpha_m(1)$  и вес слоя

совмещения  $f_m$  (все значения установлены как 0,2); запас для KL-дивергенции  $m_{KL}$  (значение установлено как 3). Начальная частота обучения устанавливалась равной  $1e-4$ , что гораздо больше,  $1e-8$ , потому что сети, применяемые в данном исследовании, являются не подвергающимися предварительному обучению, и для быстрого схождения требуют большую частоту обучения. Для создания модели использовался оптимизатор Адама, который упрощает адаптацию процесса, в отличие от оптимизации стохастического градиента (СГС). Иногда случается, что некоторые побочные выходные данные во время обучения при использовании оптимизатора СГС всхлопываются в пустые области переднего плана, т. е. прогнозы, близкие к 0 или 1.

Для определения веса ядра во всех сверточных слоях использовалась инициализация с помощью инициализатора Xavier, что позволило увеличить производительность, в отличие от инициализатора Гаусса. Все входные космические снимки масштабировались до разрешения  $400 \times 300$ , при более упрощенном выборе дизайна  $512 \times 384$ , сравниваемом с методами Милиото. Размер пакета линии устанавливался равным 4, что в исследованиях позволило достичь более, чем в два раза аналогичный показатель для традиционных пороговых методов, учитывающих только спектральные признаки. Данная методика характерна эффективностью решений задач проверки статистических гипотез и исследования влияния заданных факторов на поведение объектов (явлений) измерения, что находит практическое применение при мониторинге.

## Выводы по разделу 2

Данные дистанционного зондирования Земли получили широкое распространение и являются одним из основных источников для оценки состояния мест нефтеразработок шельфовых зон. Рассмотрены принципы дистанционного зондирования для мониторинга нефтеразработок шельфовых зон.

Приведены принципиальные схемы получения ДЗЗ, интерпретации данных ДЗЗ и получения цифровой модели местности с обратной связью.

Рассмотрены виды мониторинга с точки зрения используемых аэрокосмических материалов для исследования акваторий, нефтеразработок шельфовых зон.

Показано, что для выявления и классификации разливов нефти использование данных одного датчика спутника малоэффективно. Для решения задач обнаружения границ нефтяных разливов на водной поверхности, определения характеристик, типов нефтеразливов, их картографирования предложено использовать многозональные оптические и радиолокационные снимки и дополнительные материалы.

Предложен алгоритм обработки изображений, на основе процедуры «слияния изображений», позволяющий синтезировать цветные изображения высокого разрешения путем объединения данных многозональных оптических и радиолокационных изображений. Алгоритм позволяет обнаружить границы нефтяных разливов за счет повышения разрешения синтезированного многозонального изображения и уменьшения искажений цветопередачи.

Усовершенствован алгоритм классификации автоматического обнаружения границ нефтяных разливов на поверхности моря средствами глубокой последовательной нейронной сети (ГПНС) ResNet-10(Residual neural network) по оптико-электронным и радиолокационным спутниковым изображениям.

Предложена методика обучения сетевой архитектуры средствами глубокой последовательной нейронной сети ResNet-10. Выбранная архитектура сетей анализирует все снимки и определяет базовые признаки идентификации, из которых определяются более высокоуровневые признаки идентификации.

Разработана методика аэрокосмического мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны (включающая предложенные метод и усовершенствованный алгоритм) с использованием современных систем анализа данных ДЗЗ (ENVI (HarrisGeospatial), ERDAS Imagine версии 2014 (HexagonGeospatial), SNAP

(Sentinels Application Platform) 8.0.0 и пакета прикладных программ Matlab), позволяющая повысить достоверность обнаружения границ зон нефтяных загрязнений в шельфовых акваториях морей для принятия управленческих решений в нестандартных ситуациях, возникающих при аварийных разливах нефтепродуктов на морской поверхности.

### 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДИКИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОЦЕНКИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ

#### 3.1 Преобразование данных и формирование пространственно-распределенной базы топографической информации

Экспериментальные работы по исследованию методики аэрокосмического мониторинга нефтяных загрязнений шельфовой зоны (см. рисунок 2.5) выполнялись на азербайджанскую береговую территорию суши (рисунок 3.1) и шельфовой зоны акватории Нефтяные Камни. Протяженность исследуемой территории с запада на восток – 52,08 км, с севера на юг – 45,2 км, площадь 2 354 кв. км (рисунки 3.1, 3.2)

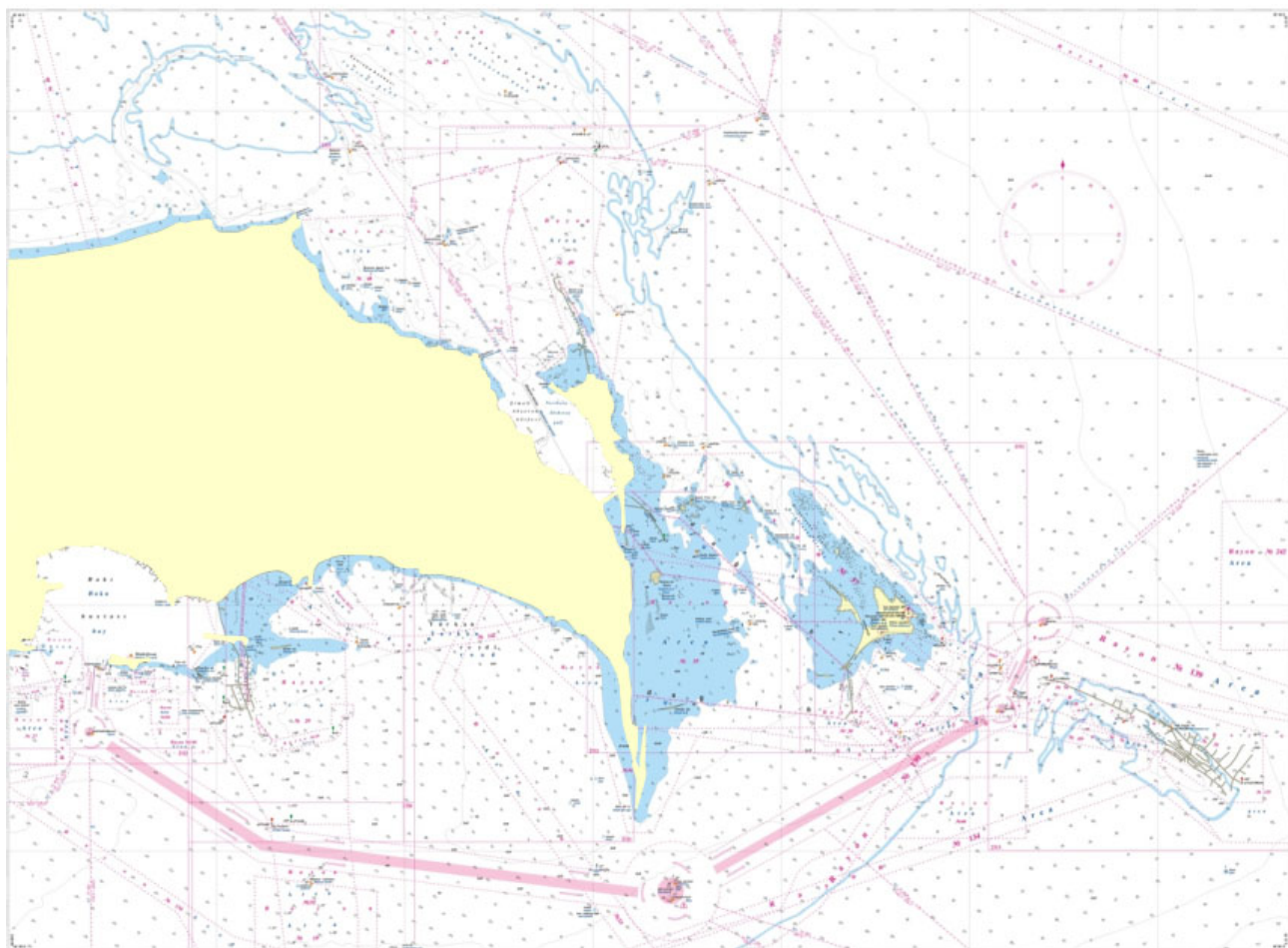


Рисунок 3.1– Изображение морской карты масштаба 1 : 250 000

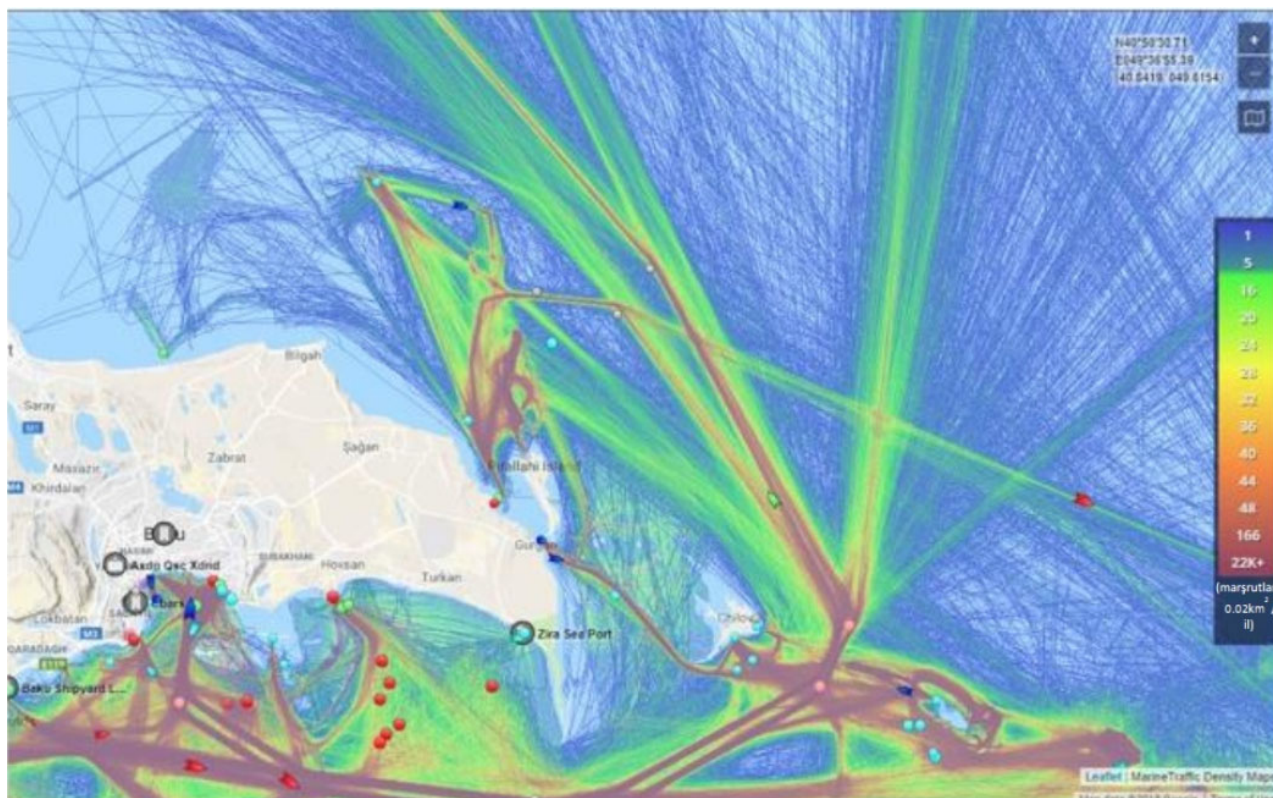


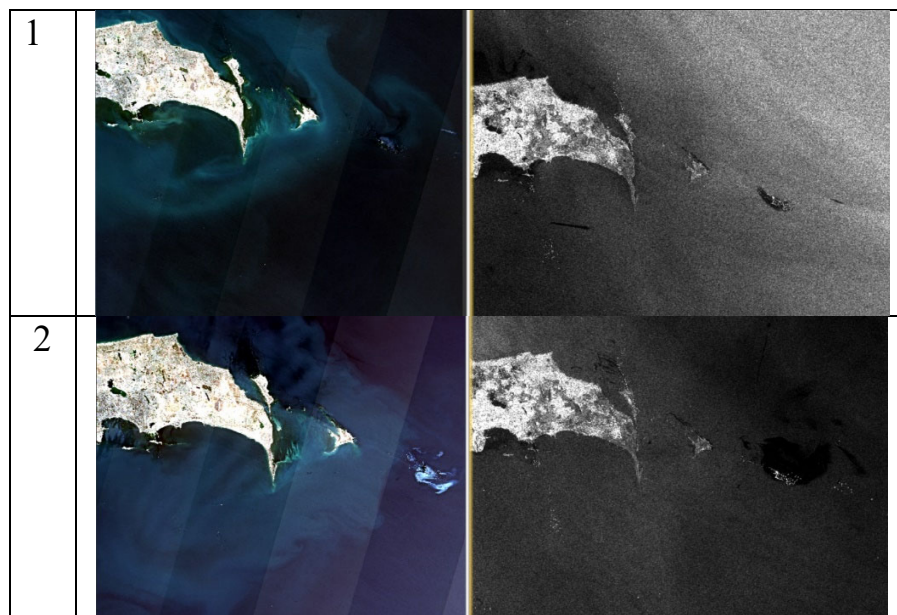
Рисунок 3.2 – Изображения движения судов на карте масштаба 1 : 250 000

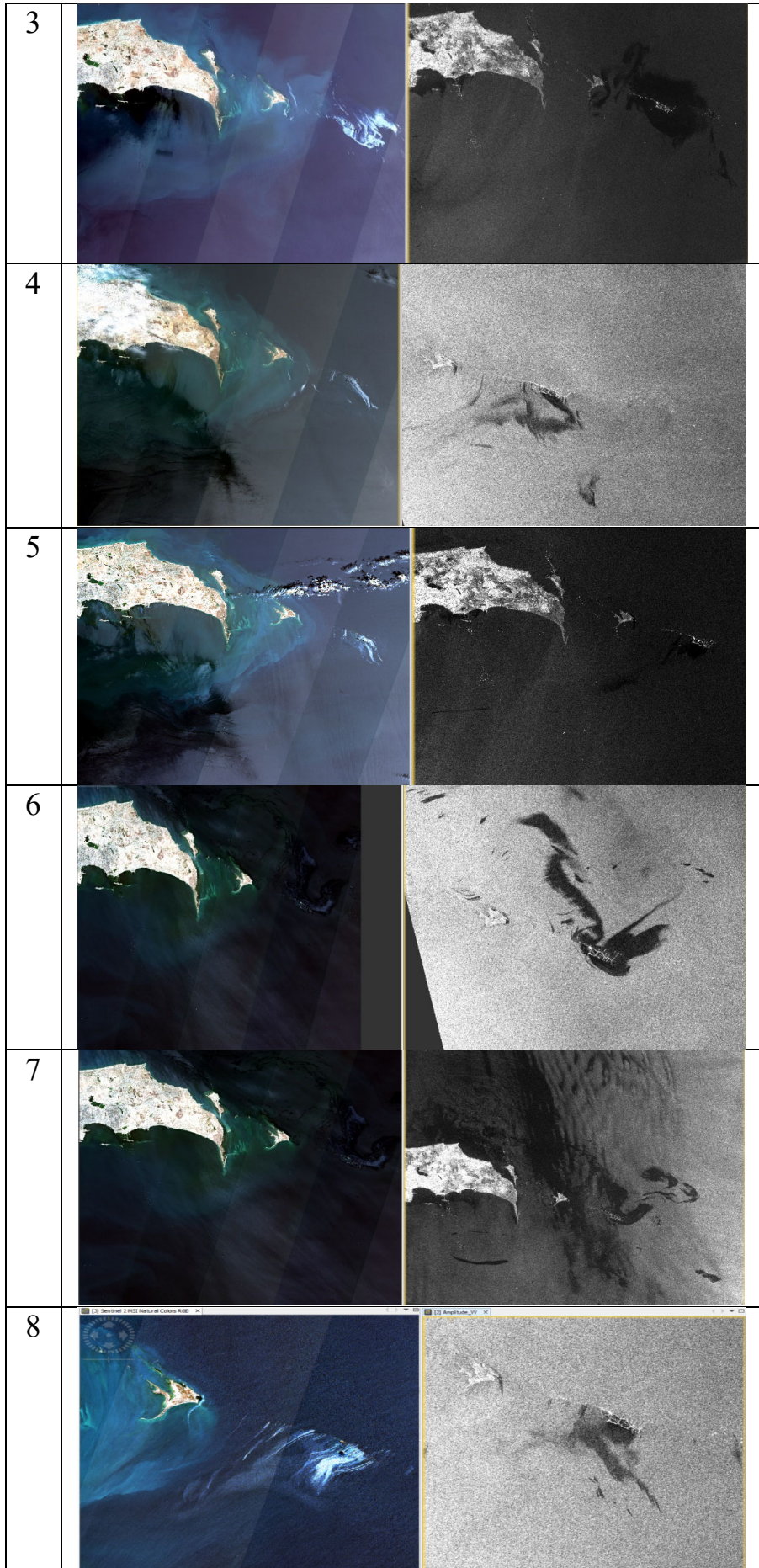
В качестве исходных данных использованы реальные производственные материалы:

- аналоговые топографические карты суши, морские карты и карты масштаба 1 : 50 000;
- цифровые сейсмические данные и карты;
- геологические и геофизические карты,
- батиметрические данные;
- полевые данные визуального наблюдения на участке исследования;
- архивные цифровые аэрофотоснимки масштаба 1 : 40 000;
- разновременные многозональные оптические снимки, полученные со спутника Sentinel-2A,
- радиолокационные изображения, полученные со спутника Sentinel-1A (таблица 3.1 и рисунки 3.3, 3.4).

Таблица 3.1 – Данные космической съёмки

ID	Комбинация (Sentinel-2A, Sentinel-1A)
1	S2A_MSI2A_20220818T072631_№400_RO49_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20220820T024426_044630_0553DD_7932
2	S2A_MSI2A_20220709T072631_№400_RO49_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20220709T1437_044025_05414C_D042
3	S2A_MSI1C_20170605T072621_№205_RO49_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20170605T143655_01C1DB_D2DD
4	S2A_MSI1C_20180620T072621_№206_RO49_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20180619T142852_022427_026DCC_06AB
5	S2B_MSIL2A_20190620T072629_N0212_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190619T143708_027750_0321E6_D47F
6	S2A_MSIL2A_20190824T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190825T142902_028727_0340AB_C93C
7	S2A_MSIL2A_20190824T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190824T024407_028705_033FDA_5369
8	S2A_MSIL2A_20190615T072621_N0212_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190614T142858_027677_031FC0_9845
9	S2A_MSIL2A_20190725T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190725T143710_028275_0331BB_7543
10	S2A_MSIL2A_20200818T072621_N0214_R049_T39TVE GRDH_1SDV_20200818T024413_033955_03F090_B105
11	S2A_MSIL2A_20230813T072621_N0509_R049_T39TVE GRDH_1SDV_20230815T024430_049880_05FFDB_6E19





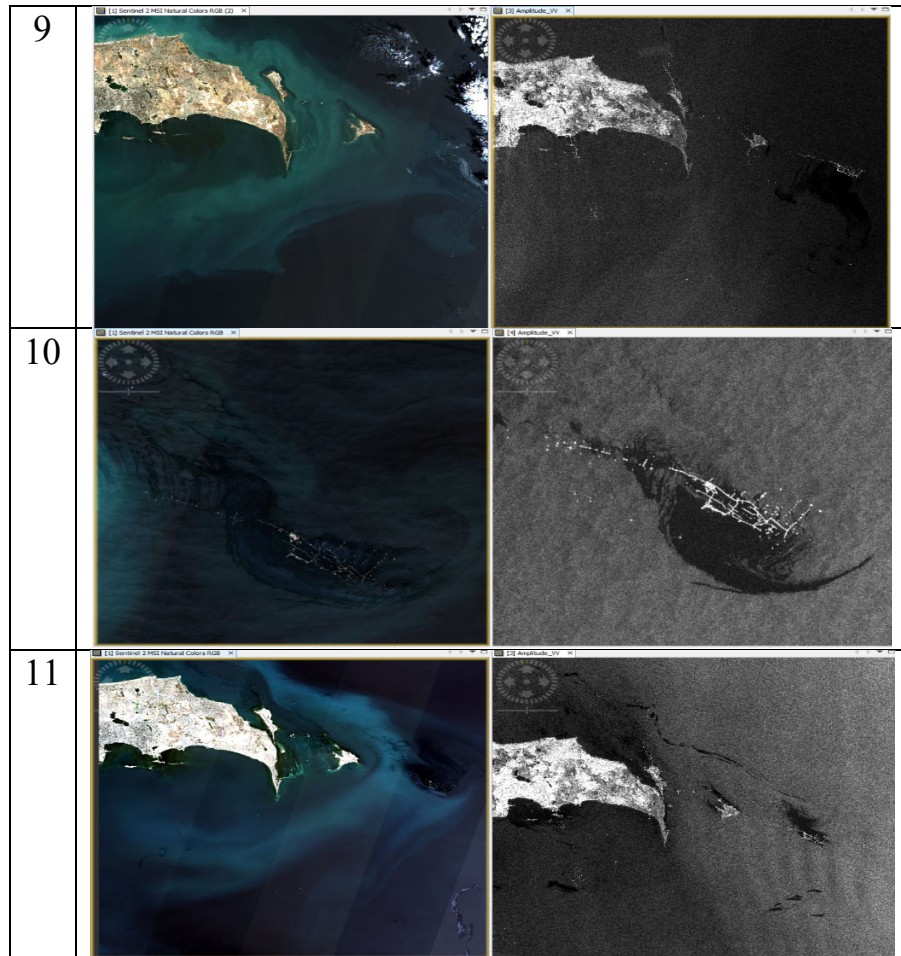


Рисунок 3.3 – Изображения использованных данных космической съёмки



Рисунок 3.4 – Изображения цифровых географических карт масштаба 1 : 250 000

Для преобразования исходных материалов и формирования БТИ выполнялось сканирование аналоговых карт, векторизация растровых изображений, конвертирование в соответствующие форматы. По архивным материалам аэрофотосъемки выполнено фотограмметрическое сгущение сети опорных точек.

Структура рабочего процесса фотограмметрической обработки для цели картографирования типична: изображения ориентируются, затем анализируются и обрабатываются для получения геопространственной информации. На рисунке 3.5 представлено схематическое описание рабочего процесса, включающего две группы операций, в которых используются цифровые снимки аэрофотосъемки масштаба 1 : 40 000.

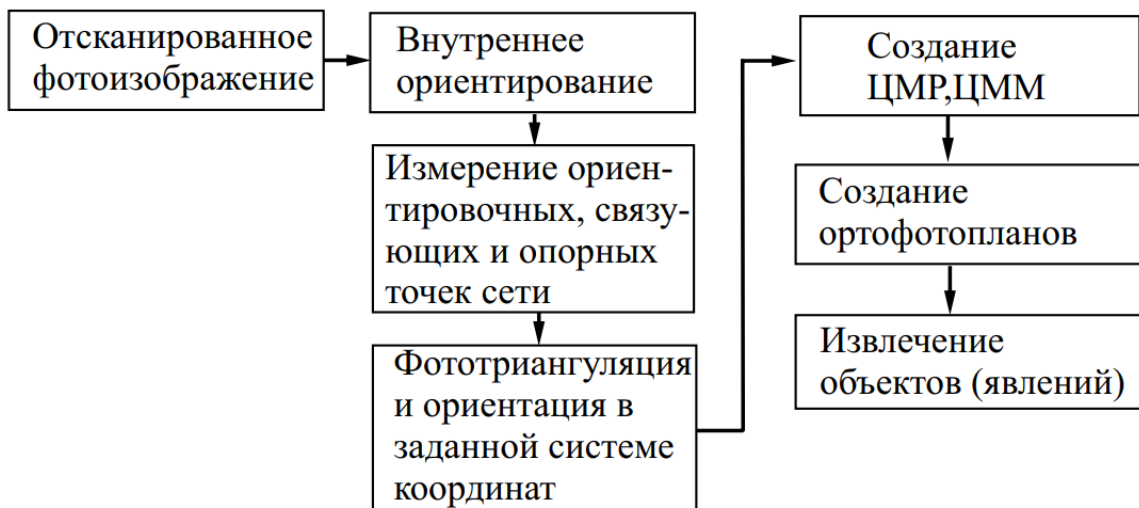


Рисунок 3.5 – Рабочий процесс фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки

Три этапа, изображенные на рисунке 3.5 слева, включают операции, связывающие каждое изображение с другими изображениями и выполняющие ориентирование в заданной координатной системе. Правый столбец содержит этапы: создание цифровых моделей рельефа, местности и ортофотопланов, а также обновление пространственно-распределенной базы топографической информации по ортофотоплану (новые объекты и явления).

Подготовка ортофотопланов выполнялась с использованием программного обеспечения SOGET SET и цифровой фотограмметрической рабочей станции DPW. В настоящее время DPW предоставляет пользователям комплексные автоматические, высокопроизводительные решения и имеет возможность создания трехмерного облака точек. Использовался алгоритм полуглобального сопоставления (ПГС), основанного на идее попиксельного сопоставления взаимной информации и аппроксимации глобального двухмерного ограничения гладкости путем объединения множества одномерных ограничений. Алгоритм описан в виде отдельных этапов обработки, предлагающих общую стереометрию двух или более изображений с известной эпиполярной геометрией.

ПГС включает следующие стадии обработки: расчет попиксельной величины серого по каждому пикселю, реализацию ограничений гладкости, обнаружение и определение неравенств, сопоставление нескольких основных показателей.

В исследованиях использовались архивные аэрофотоснимки масштаба 1 : 40 000, выполненные широкоугольной аэрофотосъемочной камерой. Общие характеристики реальных блоков аэрофотоснимков представлены в таблице 3.2 и на рисунке 3.6.

Таблица 3.2 – Общие характеристики блоков аэрофотоснимков

Индекс блоков	$f_k$ , мм	$H_{cp}$ , м	Размер кадра, мм	Общее количество в блоке					Наличие координат центров фотографирования
				маршрутов	снимков	точек местности	точек снимков	опорных точек	
С	153,4	500	230	21	563	12 934	13 907	8	Да
Ф	153,4	250	230	36	452	9 335	11 200	9	Да
К	153,4	150	230	17	300	6 946	8 370	7	Да
Н	153,4	100	230	7	126	2 780	2 910	6	Да

На фотосканере (точностью 28 мкм) было проведено сканирование аэрофото- снимков, а отсканированные материалы записывались на цифровые носители ин- формации.

Все блоки триангуляции построены в программе SOCET SET. Принималось следующее значение точности (стандартное отклонение): измерения опорных то- чек на местности 0,05 м, измерение положения камеры 0,03 м и измерение угла 0,003°.

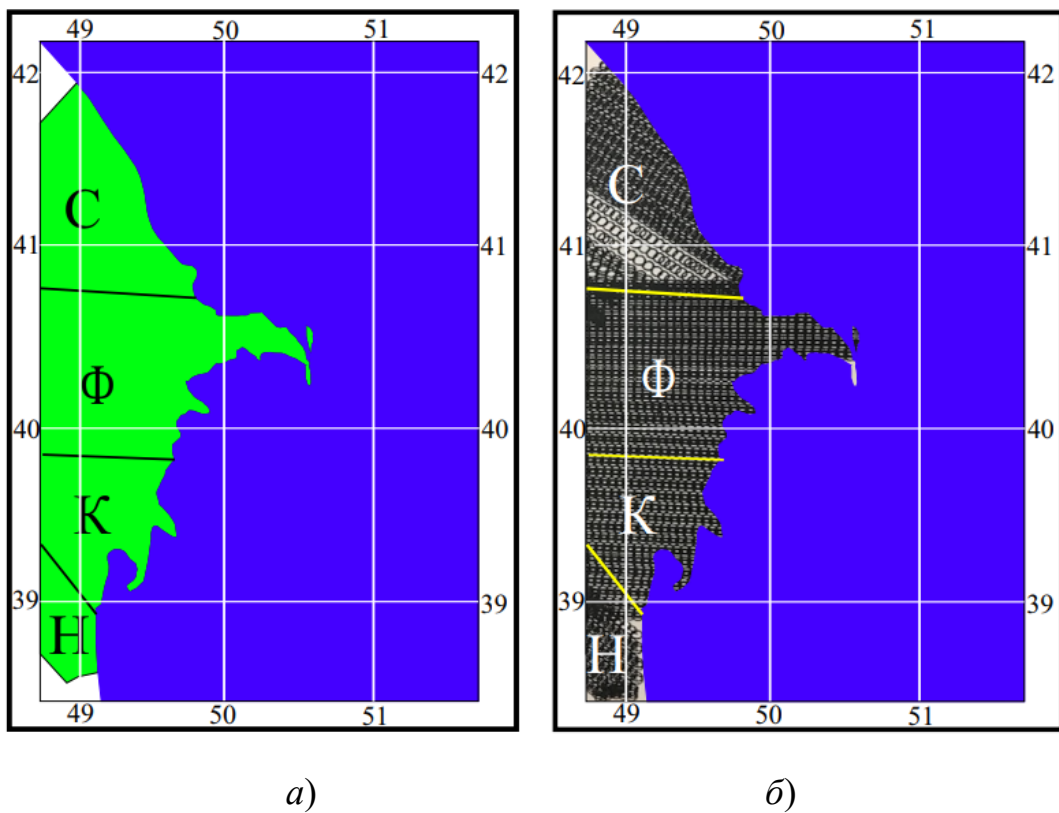


Рисунок 3.6 – Схемы: *a)* расположение блоков аэрофотосъемки по индексам;  
*б)* расположение маршрутов

В таблице 3.3 приведены результаты уравнения блоков фототриангуляции.

Таблица 3.3 – Результаты значений средних квадратических погрешностей (СКП) уравненных фототриангуляционных блоков

Размер пикселя, мкм	Индекс блока				
	С	Ф	К	Н	
	0,28	0,28	0?28	0?28	
СКП в масштабе снимка	<i>x</i>	1,2	1,0	1,2	1,1
	<i>y</i>	1,1	1,1	1,0	1,0
Количество опорных точек / контрольных точек		8/3	9/4	7/2	6/3
СКП опорных точек на местности, м	X	2,90	2,79	3,07	2,90
	Y	3,00	2,40	2,02	3,02
	Z	1,80	3,12	2,50	2,30
СКП контрольных точек на местности, м	X	3,32	3,33	2,75	3,06
	Y	3,64	2,83	3,50	2,84
	Z	3,57	3,30	3,04	3,67
СКП ГНСС центра проектирования, м	X	0,019	0,019	0,019	0,019
	Y	0,018	0,018	0,018	0,018
	Z	0,015	0,015	0,015	0,015
Инерционная единица измерения (угловые элементы)	$\omega^\circ$	0,001	0,001	0,001	0,001
	$fai^\circ$	0,001	0,001	0,001	0,001
	$\chi^\circ$	0,001	0,001	0,001	0,001

Полученные СКП плановых координат на опорных и контрольных точках для каждого блока имели значения от 2,0 до 3,7 м, а СКП высот находились в пределах от 1,8 до 3,6 м. Эти значения не превышали допустимых значений НТД, регламентирующего выполнение сгущения фотограмметрической сети, создание цифрового ортофотоплана масштаба 1 : 50 000.

### 3.2 Создание цифровой модели местности и ортофотопланов по материалам аэрофотосъемки

Цифровые модели рельефа (ЦМР) создавались в виде регулярных сеток GRID с шагом 10 м в программном обеспечении SOCET SET.

Качество полученных ЦМР оценено по двум позициям: полноты и точности по высоте. Функция полноты ЦМР была улучшена визуально. Уточнение модели выполнялось на участках с крупными акваториями и закрытых участков с неполным рельефом. В результате корректировки полнота ЦМР улучшилось до 90 % (оставшиеся пропуски были связаны с возникновением новых строительных объектов). Редактирование включало полуавтоматическое удаление выбросов с использованием настраиваемых фильтров сглаживания, реализованных модулем DTMaster, и минимальные изменения моделей: векторизация насыпей, мостов и других протяженных объектов.

Для того чтобы оценить точность полученных ЦМР по высоте, использовали данные воздушного-лазерного сканирования (ВЛС). Эти ВЛС были выбраны в районе поселка Сангачала, расположенного в 40 км от г. Баку. Для определения координат точек использовалась двухчастотная антенна Trimble 4700b Sokkia. Обработка результатов измерений и модельные расчеты выполнялись с помощью специальных программ: GPS Survey, Remote Controller, Gpload, Gamit/ GLOBK.

Все высоты точек определены с использованием геодезической модели «EGM 2008».

Оценка точности выполнялась при помощи наземных контрольных точек (постоянные метки), высоты которых определены не грубее 0,03 м.

При оценке высот точек ЦМР точность измерения контрольных эталонных точек земной поверхности была в два раза выше.

С помощью GPS-приемника получены координаты 50 точек наземного контроля и массив лазерных отражений, включающий 165 000 точек, и по ним построенная ЦМР в виде нерегулярной сети треугольников (триангуляция Делоне). Затем с помощью модуля Spatial Analyst в ArcGIS Desktop с ЦМР, полученной по результатам ВЛС, извлекались высоты каждой эталонной точки. На основе обработки всей совокупности пар высот точек рассчитывались статистические показатели точности высотной составляющей ЦМР. По расхождениям высот оценивается степень точности и корректности ЦМР.

Основным документом, регламентирующим фотограмметрические работы при создании цифровых топографических карт и планов, является [37]. Следует сказать, что в ней приведена формула для расчёта предельной точности ЦМР, используемой при ортотрансформировании кадровых изображений.

При статистической обработке данных принимались аддитивная модель ошибок, в которой величины  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  представлены в виде алгебраической суммы.

По совмещенным данным ЦМР ВЛС и ЦМР, полученной по материалам аэрофотосъемки, сравнивались высоты точек ЦМР и контрольных точек поверхности.

Точность определения неизвестных высот по двум ЦМР (ВЛС и ЦМР, полученной по материалам аэрофотосъемки) зависят от используемого интерполяционного метода, входных параметров, таких как соседнее расстояние и влияние направления (анизотропия).

Согласно этой модели, разница высот, полученных с ЦМР по данным ВЛС и ЦМР, построенной по материалам аэрофотосъемки, будет равна:

$$\Delta H = H_{влс} - H_{аэрофотосъемки} \quad (3.1)$$

Далее разность  $\Delta H$  рассматривалась в виде суммы систематической ( $\Delta_H$ ) и случайной ( $\delta_H$ ) ошибок:

$$\Delta H = \Delta_H + \delta_H \quad (3.2)$$

В результате вычислены следующие основные показатели точности модели:  
– среднее значение разности высот и оценка систематической погрешности ( $n$  – число измерений):

$$\bar{\Delta}_H = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta H_j; \quad (3.3)$$

– средняя квадратическая погрешность ( $\delta_H$ )

$$СКП_{\Delta H} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta H_j^2}; \quad (3.4)$$

– средняя абсолютная погрешность (СОП):

$$САП_{\Delta H} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |\Delta H_j|. \quad (3.5)$$

После исключения систематической погрешности из результатов измерений ( $\Delta h_i = \Delta H_i - \Delta_H$ ) оценивались параметры случайной составляющей.

Статистические показатели оценки точности по результатам обработки всей совокупности данных приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Статистические показатели точности по результатам обработки всей совокупности данных

Название параметра выборки	Значение параметра
Число точек $n$	700
Систематическая погрешность (среднее арифметическое) $\Delta_H, м$	0,56
Средняя квадратическая погрешность $\Delta_H, м$	2,53
Средняя абсолютная погрешность $\Delta_H, м$	2,07
Минимальное значение разности $\Delta H_{\min}, м$	-1,38
Максимальное значение разности $\Delta H_{\max}, м$	7,21

Изображения результирующей ЦМР показаны на рисунке 3.7.

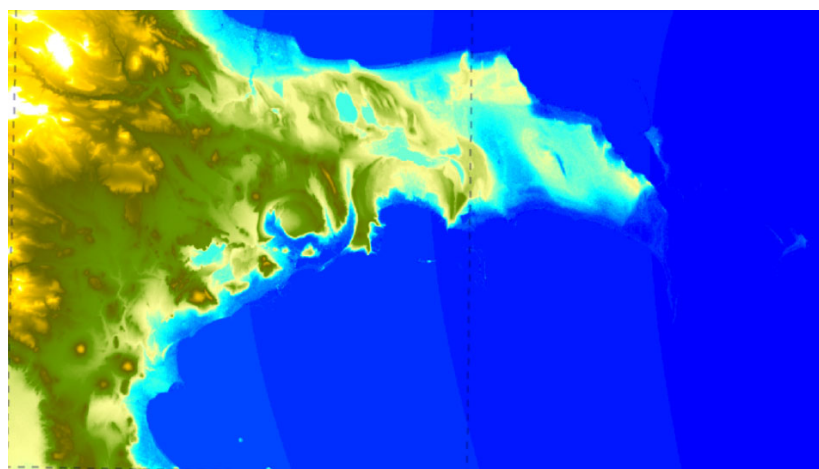


Рисунок 3.7 – Результирующая ЦММ с размером элемента 10 м, построенная по материалам аэрофотосъемки

Ортофотопланы выполнялись по материалам аэрофотосъемки, плановой и высотной основы.

Контроль ортофотоплана проводился по контрольным точкам, полученных геодезическими методами. Фрагмент ортофотоплана показан на рисунке 3.8.

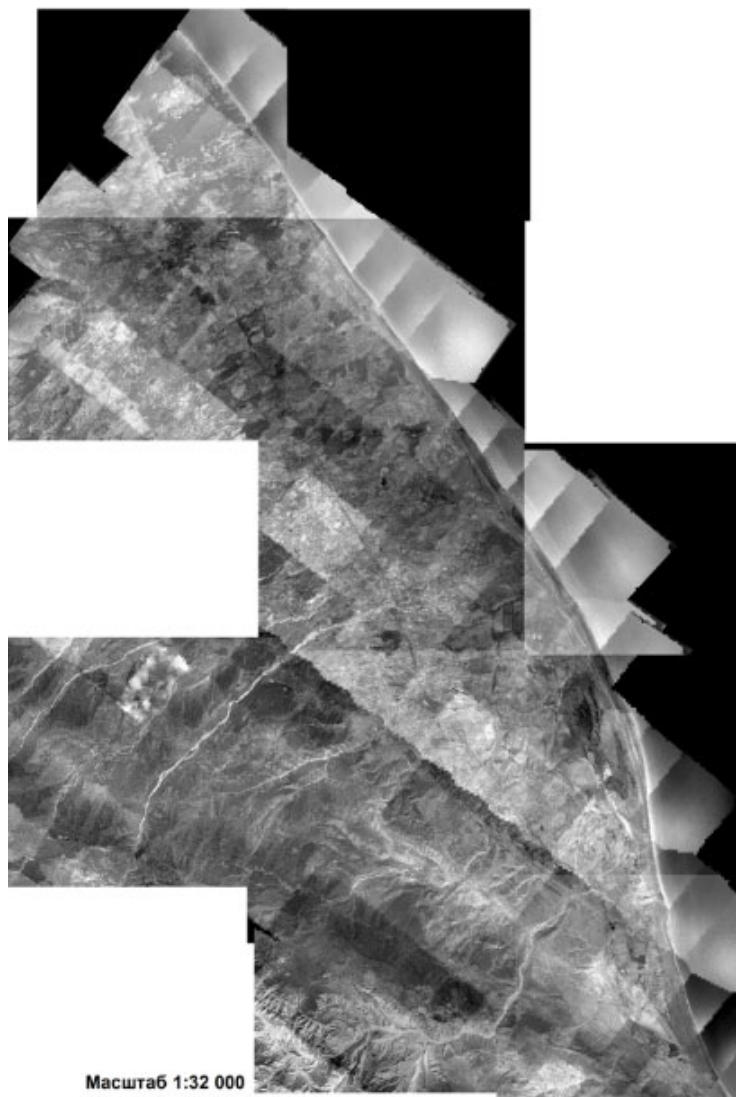


Рисунок 3.8 – Фрагмент ортофотоплана

### 3.3 Исследование методики интерпретации

Пары оптических и радиолокационных изображений, полученные в азербайджанском секторе шельфовой зоны (15 пар снимков Sentinel 2A и Sentinel 1A), геометрически выровненные вручную, использовались для обучения и оценки сети.

Геометрическое выравнивание космических изображений осуществлялось средствами пакета MapInfo Pro в 2021 г. Командами «Register» и «Rectify» создана геопривязанная модель растровых изображений в заданной системе координат.

В качестве контрольных и опорных точек выбраны только наземные и морские четко опознаваемые объекты, такие как углы строений морской промышленности, углы канала, пересечения асфальтовых дорог (рисунок 3.9). Результаты оценки точности на опорных и контрольных точках представлены в таблицах 3.5 и 3.6.

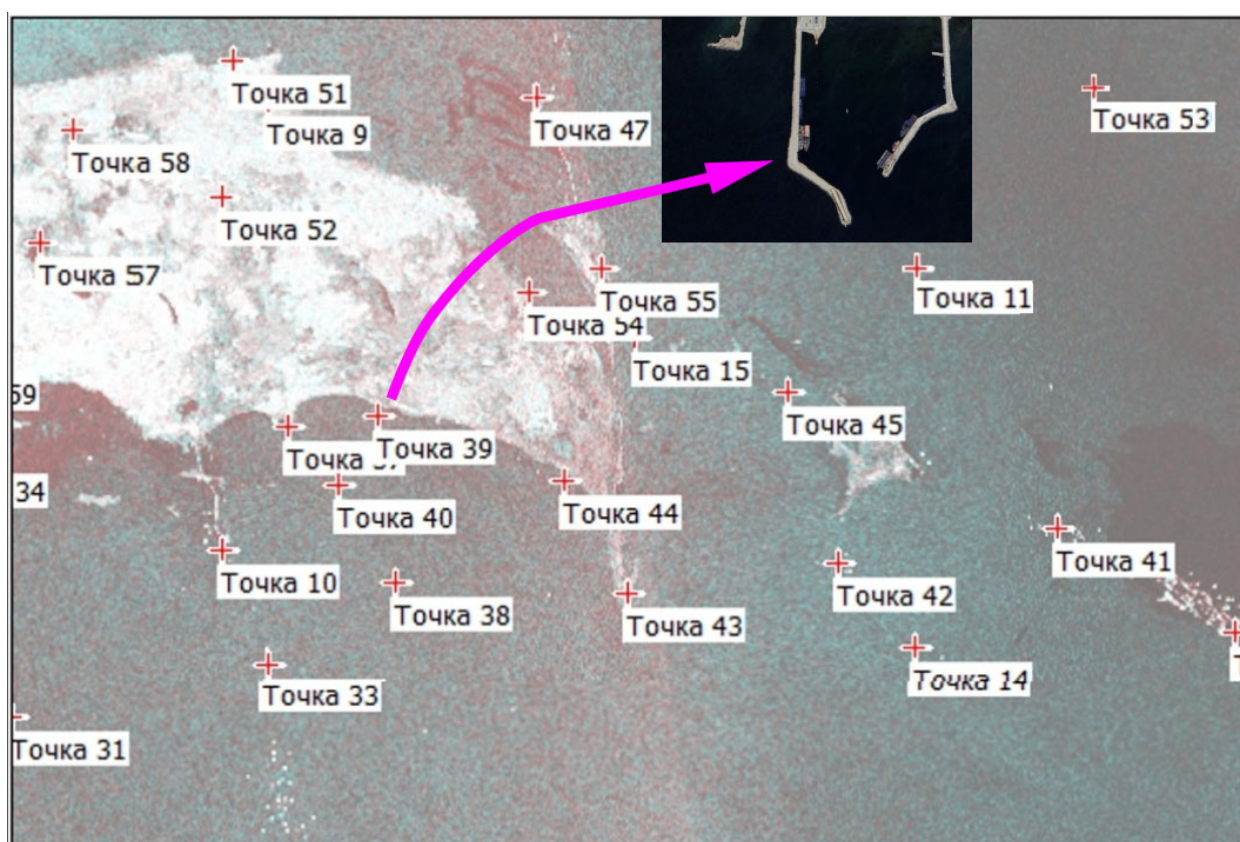


Рисунок 3.9 – Пример изображения опорных и контрольных точек на участке исследуемой территории

Таблица 3.5 – Результаты оценки точности на опорных точках

ID	Комбинация	Опорные точки	
		Мх, м	Му, м
1	S2A_MSI2A_20220818T072631_№400_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20220820T024426_044630_0553DD_7932	7,1	3,4
2	S2A_MSI2A_20220709T072631_№400_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20220709T1437_044025_05414C_D042	7,9	3,8
3	S2A_MSI1C_20170605T072621_№205_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20170605T143655_01C1DB_D2DD	5,2	2,8
4	S2A_MSI1C_20180620T072621_№206_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20180619T142852_022427_026DCC_06AB	6,5	4,8
5	S2B_MSIL2A_20190620T072629_N0212_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190619T143708_027750_0321E6_D47F	9,0	6,3
6	S2A_MSIL2A_20190824T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190825T142902_028727_0340AB_C93C	8.6	7.0
7	S2A_MSIL2A_20190824T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190824T024407_028705_033FDA_5369	9.5	8.2
8	S2A_MSIL2A_20190615T072621_N0212_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190614T142858_027677_031FC0_9845	9.7	6.6
9	S2A_MSIL2A_20190725T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190725T143710_028275_0331BB_7543	7.3	5.8
10	S2A_MSIL2A_20200818T072621_N0214_R049_T39TVE GRDH_1SDV_20200818T024413_033955_03F090_B105	8.2	5.0
11	S2A_MSIL2A_20230813T072621_N0509_R049_T39TVE GRDH_1SDV_20230815T024430_049880_05FFDB_6E19	8.4	9.2

Таблица 3.6 – Результаты оценки точности на контрольных точках

ID	Комбинация	Контрольные точки	
		Мх, м	Му, м
1	S2A_MSI2A_20220818T072631_№400_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20220820T024426_044630_0553DD_7932	2,9	3,1
2	S2A_MSI2A_20220709T072631_№400_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20220709T1437_044025_05414C_D042	4,2	3,9
3	S2A_MSI1C_20170605T072621_№205_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20170605T143655_01C1DB_D2DD	3,6	5,9
4	S2A_MSI1C_20180620T072621_№206_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20180619T142852_022427_026DCC_06AB	3,8	5,7
5	S2B_MSIL2A_20190620T072629_N0212_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190619T143708_027750_0321E6_D47F	4,8	3,1
6	S2A_MSIL2A_20190824T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190825T142902_028727_0340AB_C93C	4,0	2,8
7	S2A_MSIL2A_20190824T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190824T024407_028705_033FDA_5369	3,9	3,2
8	S2A_MSIL2A_20190615T072621_N0212_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190614T142858_027677_031FC0_9845	4,2	5,2
9	S2A_MSIL2A_20190725T072621_N0213_R049_T39TVE IW_GRDH_1SDV_20190725T143710_028275_0331BB_7543	4,6	4,8
10	S2A_MSIL2A_20200818T072621_N0214_R049_T39TVE GRDH_1SDV_20200818T024413_033955_03F090_B105	3,2	4,1
11	S2A_MSIL2A_20230813T072621_N0509_R049_T39TVE GRDH_1SDV_20230815T024430_049880_05FFDB_6E19	6,3	5,2

Для обучения и оценки результатов работы сети использовались пары оптических и радиолокационных изображений (15 пар снимков Sentinel 2A и Sentinel 1A). Трансформирование изображений осуществлялось средствами пакета MapInfo Pro 2021 г. Командами «Register» и «Rectify» создана геопривязанная модель растровых изображений в заданной системе координат.

В исследованиях обозначены классы классификации: нефть, отсутствие нефти. Для классификации «разлив при эксплуатации» использован классификатор Random Forest (RF). Количество применяемых в RF классификаторе деревьев составило 500.

В исследованиях для сравнения результатов интерпретации изображений дополнительно участвовали районы шельфовой зоны «Гошадаш (ГД) и «Нариманов нефть» (НН). Обработка трех районов (НК, ГД, НН) проведена на 15 парах изображений многозональных космических снимков Sentinel-2A и радиолокационных изображений Sentinel-1A.

При оценке признаков пространства использовались автоматические рекурсивные процедуры, рассчитанные на получение значений характеристик с максимальной точностью классификации нефтяных разливов. В первой итерации выбранный алгоритм классифицировал изображение и принимал значения проверенных точек в качестве эталона. В ходе этого процесса оценивалась важность каждой функции, а затем исключались функции с наименьшим значением важности. Этот процесс повторялся до тех пор, пока не получили один признак с наибольшей важностью для разделения классов. Важным моментом было то, что набор функций не всегда имел наилучшую оценку производительности разделения и точность.

Обработки трех районов проведена на 15 парах изображений многозональных космических снимков, охватывающих зону шельфа, полученных со спутника Sentinel-2A и радиолокационных изображений, полученных со спутника Sentinel-1A. На изображении был создан комплект из 5 000 случайных пикселей и определено 25 000 пикселей (т. е. 23 570 пикселей без «разлива при эксплуатации»; 1 430 пикселей с «разливом при эксплуатации»). Проверка сходимости была проведена с использованием матрицы несоответствий.

При анализе результатов интерпретации выбраны десять самых важных признаков текстур (рисунок 3.10).

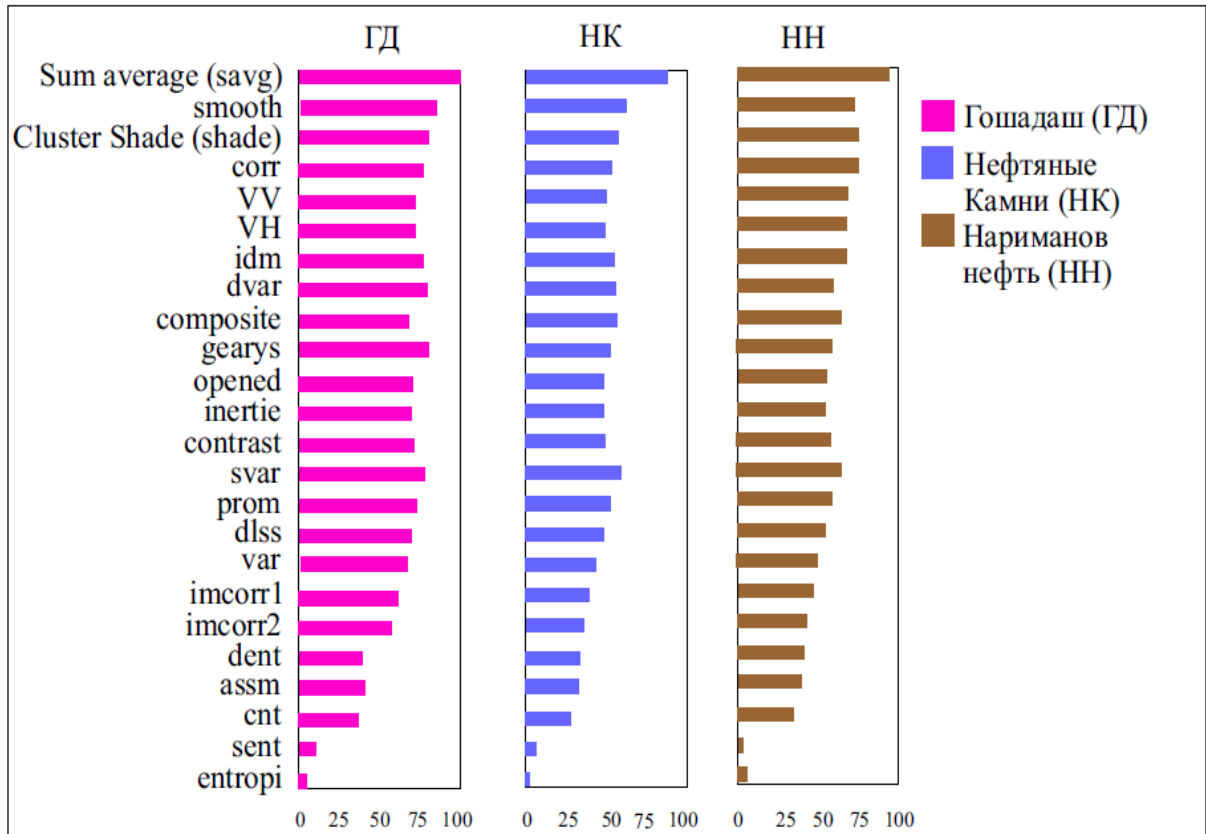


Рисунок 3.10 – Результаты обработки (средняя важность признаков) трех районов шельфовой зоны

На рисунке алгоритмы Savg, Smoth, Shade и Corr вошли в первую четверку по важности. Спектральные характеристики, VV и VH занимают пятое, шестое и их композиция разной поляризация (Composite) девятое места – лучшие в рейтинге. Для трех изображений наиболее заметной характеристикой была средняя сумма (Savg). Энтропия была наихудшей с точки зрения важности.

Район Нефтяные Камни характеризуется хорошими показателями в отношении двух других. За исключением Savg, другие признаки не имели достаточного оптимального значения (см. рисунок 3.10). Значительные отклонения класса «разлив при эксплуатации» получены для районов Гошадаш и Нариманов нефть и «нет раз-

лива» – для трех районов ГД, НК, НН соответственно. В таблице 3.7 приведена сводная информация (среднее отклонение, стандартное отклонение) для оценки определения участков разливов нефти по местоположению. Вне зависимости от количества используемых признаков, в районах ГД и НН показано большее значение точности – общее значение текстурного признака с  $X = 0,9969$ ;  $\sigma = 0,0003$  и  $X = 0,9433$ ;  $\sigma = 0,0032$ .

Таблица 3.7 – Результаты обработки трех районов шельфовой зоны

Район исследования	Статистика	Значение текстурного признака совпадения		
		общее значение	существует разлив нефти	отсутствует разлив нефти
ГД	Среднее отклонение (спектрального вектора X)	0,9969	0,9981	0,9963
	Стандартное отклонение ( $\sigma$ )	0,0003	0,0001	0,0006
НК	Среднее отклонение (спектрального вектора X)	0,9258	0,9422	0,9385
	Стандартное отклонение ( $\sigma$ )	0,0038	0,0018	0,0024
НН	Среднее отклонение (спектрального вектора X)	0,9433	0,9651	0,9538
	Стандартное отклонение ( $\sigma$ )	0,0032	0,0036	0,0007

Обучающая выборка в исследовании разделена на три подмножества: обучение (98 %), контрольная установка данных (1 %), тестовые данные (1 %). Обучение модели нейронной сети выполнялась посредством нескольких вычислений и оценок показателей производительности, а также визуального анализа классифицированной площади нефтеразливов на водной поверхности.

Результаты достоверности распознавания текстур разливов нефти по пяти алгоритмам приведены в таблице 3.8. В первом случае использованы три версии классификатора (Nearest Neighbour Classification) по правилам метода ближайшего со-

седа k-NN и k-9NN, что означает, что для классификации взяты один и девять соседей. Во втором случае использовались средние значения областей обучения (MDM). В третьем случае использовался алгоритм оценки максимального правдоподобия (Maximum Likelihood Estimation) значений параметров модели (ML). В четвертом случае использовался метод случайного леса (Random Forest) с использованием Google Earth Engine (GEE).

Таблица 3.8 – Результаты обработки по пяти алгоритмам

Датчик/ Sensor	Данные	Классификация ближайших соседей			ML, %	RF, %	ResNet-10, %
		Кн- 1NN, %	Кн- 9NN, %	MDM, %			
Sentinel-1A	Совмещенное изображение	76,4	67,2	71,8	54,4	83,2	96,5
Sentinel-2A							

Наилучшее значение было получено при использовании алгоритма классификации автоматического обнаружения разливов нефти на поверхности воды средствами нейронной сети ResNet-10. По результатам определения областей нефтяных загрязнений обновляется содержание БТИ (НЛ карты, цифровая модель местности, ортофотоплан). По обновленным материалам БТИ оценивается состояние шельфовой акватории и прогнозируется динамика распространения нефтяных загрязнений.

### Выводы по разделу 3

Выполнена апробация разработанной методики аэрокосмического мониторинга границ нефтяных загрязнений шельфовой зоны по производственным материалам района нефтепромысла Нефтяные Камни Каспийского моря.

При выполнении исследований методики использованы реальные производственные материалы: аналоговые топографические карты суши, морские карты

масштаба 1 : 50 000, цифровые сейсмические данные, геологические и геофизические карты, батиметрические данные, полевые данные визуального наблюдения на участке исследования, архивные цифровые материалы аэрофотосъемки масштаба 1 : 40 000, разновременные многозональные оптические снимки, полученные со спутника Sentinel-2A, радиолокационные изображения, полученные со спутника Sentinel-1A.

Для формирования пространственно-распределенной базы топографической информации (НЛ карты, цифровая модель местности, ортофотоплан) выполнялось сканирование аналоговых карт, векторизация растровых изображений, конвертирование в соответствующие форматы.

После получения многозонального совмещенного изображения интерпретация по выявлению изменений и распознаванию текстур выполнялась средствами нейронной сети ResNet-10.

Приведены результаты достоверности распознавания текстур разливов нефти по пяти известным алгоритмам.

Наилучшее значение достоверности получено при использовании алгоритма классификации автоматического обнаружения границ разливов нефти на поверхности воды средствами нейронной сети ResNet-10. По результатам определения областей нефтяных загрязнений обновляется содержание БТИ. По обновленным материалам БТИ оценивается состояние шельфовой акватории и прогнозируется динамика распространения нефтяных загрязнений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований достигнута поставленная цель – разработана методика аэрокосмического мониторинга оценки нефтяных загрязнений шельфовой зоны (на примере азербайджанского сектора Каспийского моря) и получены следующие основные результаты:

– выполнен информационно-аналитический обзор по вопросам современных съемочных спутниковых систем и методов дешифрирования материалов ДЗЗ и требований к спутниковым аэрокосмическим данным, а также гидрометеорологическим условиям морской поверхности, на основании которых сделан вывод о необходимости разработки методики аэрокосмического мониторинга оценки нефтяных загрязнений шельфовой зоны;

– разработан способ автоматической классификации классов объектов по совмещенным разновременным многозональным оптическим и радиолокационным изображениям для оценки достоверности распознавания границ нефтяных загрязнений на территориях разработок нефти; определены требования для построения и ориентирования модели из изображений, полученных разными космическими системами в заданной системе координат, и высот первого эталонного цифрового изображения. Разработанный способ позволяет определить границы загрязнений нефтью, динамику поверхностного морского течения и береговые затопления;

– усовершенствован алгоритм целостного многомасштабного обучения и тестирования автоматического обнаружения границ нефтяных разливов на поверхности моря с помощью нейронной сети ResNet-10 по оптико-электронным и радиолокационным спутниковым изображениям, позволяющий повысить достоверность обнаружения границ зон нефтяных загрязнений в шельфовых акваториях морей для принятия управленческих решений в нештатных ситуациях, возникающих при аварийных разливах нефтепродуктов на морской поверхности;

– разработана методика аэрокосмического мониторинга границ нефтяных загрязнений шельфовой зоны, включающая разработанный способ автоматической

классификации исследуемых классов объектов по совмещенным разновременным многозональным оптическим и радиолокационным изображениям и усовершенствованный алгоритм целостного многомасштабного обучения и тестирования автоматического обнаружения границ нефтяных разливов на поверхности моря с помощью нейронной сети ResNet-10 с использованием современных систем анализа данных ДЗЗ (ENVI, ERDAS Imagine, SNAP) и пакета прикладных программ Matlab;

– выполнена апробация разработанной методики аэрокосмического мониторинга границ нефтяных загрязнений шельфовой зоны на реальных производственных материалах района нефтепромысла Нефтяные Камни Каспийского моря, которая показала высокую эффективность выполненных исследований.

Результаты исследований рекомендованы к использованию при обработке материалов космических съемок для поиска потенциально уязвимых районов шельфовой зоны Каспийского моря.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются исследования для ситуации, полностью основанной на обучении сегментации текстур с использованием нейронной 2D-сети с длинной кратковременной сетью памяти (LSTM).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 A system for high-resolution zooplankton imaging / S. Samson, T. Hopkins, A. Remsen, L. Langebrake, T. Sutton, J. Patten. – Текст : непосредственный // IEEE Journal of Oceanic Engineering. – 2001. – Vol. 26, no. 4. – P. 671–676.

2 A three-axis fast-tow digital Video Plankton Recorder for rapid surveys of plankton taxa and hydrography / C. S. Davis, F. T. Thwaites, S. M. Gallager, Q. Hu. – Текст : непосредственный // Limnology and Oceanography: Methods. – Vol. 3, no. 2. – P. 59–74.

3 Automatic plankton image classification combining multiple view features via multiple kernel learning / H. Zheng, R. Wang, Z. Yu, N. Wang, Z. Gu, B. Zheng. – Текст : непосредственный // BMC Bioinformatics. – 2017. – Vol. 18, no. S16.

4 Bayramov, E. Multi-temporal assessment of ground cover restoration and soil erosion risks along petroleum & gas pipelines in Azerbaijan using GIS and remote sensing / E. Bayramov, M. Buchroithner, R. Bayramov. – Текст : непосредственный // Environ Earth Sci. – 2016. – 75:256.

5 Bondur, V. Monitoring of Anthropogenic Influence on Water Areas of Hawaiian Islands Using RADARSAT and ENVISAT Radar Imagery / V. Bondur, V. Starchenkov. – Текст : непосредственный // 31<sup>st</sup> International Symposium on Remote Sensing of Environment. – 2006. – С. 184–187.

6 Bruzzone, L. Automatic analysis of the difference image for unsupervised change detection / L. Bruzzone, D. F. Prieto. – Текст : непосредственный // IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing. – 2000. – Vol. 38, no. 3. – P. 1171–1182.

7 Canny, J. A Computational Approach to Edge Detection / J. Canny. – Текст : непосредственный // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1986. – 8(6). – P. 679–698.

8 Caspian Sea level changes during the instrumental period, its impact and forecast: A review / H. Lahijani, S. A. G. Leroy, K. Arpe, J. F. Crétaux. – Текст : непосредственный // Earth-Science Reviews. – 2023. – 241. – 104428.

9 Chan, P. K. A Machine Learning Approach to Anomaly Detection / P. K. Chan, M. V. Mahoney, M. H. Arshad. – Текст : непосредственный // Technical report, Florida Institute of Technology, Melbourne. – 2003.

10 Cowen, R. K. In situ ichthyoplankton imaging system (ISIIS): system design and preliminary results / R. K. Cowen, C. M. Guigand. – Текст : непосредственный // Limnology and Oceanography: Methods. – 2008. – Vol. 6, no. 2. – С. 126–132.

11 Digital zooplankton image analysis using the ZooScan integrated system / G. Gorsky et al. – Текст : непосредственный // Journal of Plankton Research. – 2010. – Vol. 32, no. 3. – С. 285–303.

12 Fingas, M. A Review of Oil Spill Remote Sensing / M. Fingas, C. Brown. – Текст : непосредственный // Sensors. – 2017. – 18 (2): 91.

13 Forstner, W. A Fast Operator for Detection and Precise Location of Distinct Points, Corners and Centres of Circular Features / W. Forstner, E. Gulch. – Текст : непосредственный // ISPRS Intercommission Workshop. – 1987. – P. 281–305.

14 Fuchs, C. Extraktion polymorpher Bildstrukturen und ihre topologische und geometrische Gruppierung / C. Fuchs. – Текст : непосредственный // PhD thesis. – Institute of Photogrammetry, University of Bonn. Deutsche Geodaätische Kommission. – 1998. – Vol. 502.

15 Fuchs, C. Feature Extraction / C. Fuchs, S. Heuel. – Текст : непосредственный // Third Course in Digital Photogrammetry, Bonn, Germany. Institute for Photogrammetry at Bonn University and Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen. – 1998.

16 Gonzalez, R. Digital Image Processing / R. Gonzalez, P. Wintz. – Текст : непосредственный // Addison-Wesley, Reading, Massachusetts. – 1977.

17 Identity mappings in deep residual networks. / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun. – Текст : непосредственный // European Conference on Computer Vision – 2016. – P. 630–645.

18 Ivanov, A. Y. Characterization of oil pollution around the oil rocks production site in the Caspian Sea using spaceborne polarimetric SAR imagery / A. Y. Ivanov, M.

Y. Dostovalov, A. A. Sineva. – Текст : непосредственный // *Izvestiya Atmos Oceanic Phys.* – 2012. – 48. – P. 1014–1026.

19 Jacobsen, R. Satellite image orientation / R. Jacobsen. – Текст : непосредственный // *The International Archive of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.* – 2008. – Vol. XXXVII. Part B1. – P. 703–709.

20 Jaffe, J. S. To sea and to see: That is the answer / J. S. Jaffe. – Текст : непосредственный // *Meth Oceanogr.* – 2016. – P. 3–20.

21 Karathanassi, V. Spectral Unmixing Evaluation for Oil Spill Characterization / V. Karathanassi. – Текст : непосредственный // *Remote Sens.*

22 Kernel Methods for Remote Sensing Data Analysis. – John Wiley & Sons, Ltd. – 2009. – DOI 10.1002/9780470748992. – Текст : непосредственный.

23 Kerschner, M. Kantenextraktion aus digitalen Bildern und Verfolgung glatter Linien : Diploma Thesis / M. Kerschner // Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna University of Technology. – 1995. – Текст : непосредственный.

24 Kocaman, S. Geometric modeling and validation of ALOS/PRISM imagery and products / S. Kocaman, A. Gruen. – Текст : непосредственный // *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.* – 2008. – Vol. XXXVII. Part B1. – P. 731–737.

25 Krugel, C. Network Alertness Towards an adaptive, collaborating Intrusion Detection System. Dissertation / C. Krugel. – Vienna, Austria, 2002. – Текст : непосредственный.

26 Larabi, M. Convolutional neural network features based change detection in satellite images / M. Larabi, Q. Liu, Y. Wang. – Текст: непосредственный // *Proceedings of the 1 st. International Workshop Pattern Recognition.* – 2016. – Art. no. 100110W.

27 Learning Activity Patterns Using Fuzzy SelfOrganizing Neural Network / W. Hu, D. Xie, T. Tan, S. Maybank. – Текст : непосредственный // *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics.* – Part B (Cybernetics). – 2004. – 34(3). – С. 1618–1626. – DOI 10.1109/tsmcb.2004.826829.

28 Lee, W. Information-Theoretic Measures for Anomaly Detection / W. Lee, D. Xiang // Proceedings. IEEE Symposium. – 2001.

29 Lv, J. Study of Low Salinity Water Flooding in Naturally Fractured Carbonate Reservoirs / J. Lv. – Текст : непосредственный // Master's thesis, Schulich School of Engineering. – 2020.

30 Matikolaie, J. B. Impact of physical process on propagating oil spills in the Caspian Sea / J. B. Matikolaie. – Текст : непосредственный // Marine Pollution Bulletin. – 2021. – 165. – 112147.

31 Meng, Y. Intrusion Detection Using Disagreement-Based Semi-Supervised Learning: Detection Enhancement and False Alarm Reduction / Y. Meng, L. Kwok. – Текст : непосредственный // Cyberspace Safety and Security. – 2012. – С. 483–497. – DOI 10.1007/978-3-642-35362-8\_36.

32 Mityagina, M. Satellite survey of inner seas: oil pollution in the Black and Caspian Seas / M. Mityagina, O. Lavrova. – Текст : непосредственный // Remote Sens. – 2016. – 8:875.

33 Mityagina, M. Satellite survey of offshore oil seep sites in the Caspian Sea / M. Mityagina, O. Lavrova. – Текст : непосредственный // Remote Sensing. – 2022. – 14(3). – 525.

34 Mukhere, S. Assesment of aqricultural draugh using multitemporal sunthetic aperture radar (SAR) and multi-spectral data / S. Mukhere, S. Harva. – Текст : непосредственный // A case study on part of Odisha State, India. Advances in Space Research. – 2022. – 70(12). – P. 3859–3869.

35 Multiclass Support Vector Machines with Example-Dependent Costs Applied to Plankton Biomass Estimation / P. Gonzalez et al. – Текст : непосредственный // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. – 2013. – Vol. 24, no. 11. – С. 1901–1905.

36 Nadiammai, G. V. Effective approach toward Intrusion Detection System using data mining techniques / G. V. Nadiammai, M. Hemalatha. – Текст : непосредственный

// Egyptian Informatics Journal. – 2014. – 15(1). – С. 37–50. – DOI 10.1016/j.eij.2013.10.003.

37 Nalwa, V. On Detecting Edges / V. Nalwa, T. O. Binford. – Текст : непосредственный // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1986. – 8(6). – P. 699–714.

38 Olson, R. J. A submersible imaging-in-flow instrument to analyze nano-and microplankton: Imaging FlowCytobot / R. J. Olson, H. M. Sosik. – Текст : непосредственный // Limnology and Oceanography: Methods. – 2007. – Vol. 5, no. 6. – P. 195–203.

39 Pikovskiy, Y. I. Oil and gas environmental ecology / Y. I. Pikovskiy, N. M. Ismailov, M. F. Dorokhova. – Москва : Academus Publishing, 2019. – 199 с. – Текст : непосредственный.

40 Portnoy, L. Intrusion Detection with Unlabeled Data Using Clustering / L. Portnoy, E. Eskin, S. Stolfo. – Текст : непосредственный // Department of Computer Science Columbia University, New York. – 2001.

41 Quality management systems – fundamentals and vocabulary. Standard, International Organization for Standardization, Geneva, CH, 2015. – Текст : непосредственный.

42 Reconstruction of Free-formed Spatial Curves from Digital Images / G. Forkert, M. Kerschner, R. Prinz, F. Rottensteiner. – Текст : непосредственный // Proceedings of the ISPRS WG 5 Symposium. – Vol. XXX-5W1 of International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. – 1995. – P. 163–168.

43 Search and Detection of Natural Oil Seeps in the Seas Surrounding the Russian Federation Using Spaceborne SAR Imagery / A. Y. Ivanov, E. R. Matrosova, A. Y. Kuchenko, N. A. Filimonova, N. V. Evtushenko, N. V. Terleeva, N. V. Libina. – Текст : непосредственный // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. – 2020. – 56. – P. 1590–1604.

44 Shah, H. Fuzzy Clustering for Intrusion Detection 11 / H. Shah, J. Undercoffer, A. Joshi. – Текст : непосредственный // Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Fuzzy Systems. – 2003.

45 Shishkin, Y. E. Big Data visualization in decision making / Y. E. Shishkin. – Текст : непосредственный // Science in Progress. – 2016. – P. 203–205.

46 Sitz, S. M. Image-based transformation of viewpoint and scene appearance / S. M. Sitz. – Текст : непосредственный // University of Wisconsin – Madison/Dissertation, 1997. – P. 132.

47 Tensor Flow. – URL: [https:// www. – Текст : электронный.](https://www.tensorflow.org/)

48 The Underwater Vision Profiler 5: An advanced instrument for high spatial resolution studies of particle size spectra and zooplankton / M. Picheral, L. Guidi, L. Stemann, D. M. Karl, G. Iddaoud, G. Gorsky. – Текст : непосредственный // Limnology and Oceanography: Methods. – 2012. – Vol. 8, no. 9. – P. 462–473.

49 Tsechpenakis, G. Image Analysis Techniques to Accompany a new In Situ Ichthyoplankton Imaging System / G. Tsechpenakis, C. Guigand, R. K. Cowen. – Текст : непосредственный // OCEANS 2007 Europe. – 2007.

50 Video-Based Real Time Analysis of Plankton Particle Size Spectrum / J. Yu et al. – Текст : непосредственный // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 60020–60025.

51 Wank, H. Image misregistration error in change measurements / H. Wank, E. C. Ellis. – Текст : непосредственный // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. – 2005. – Vol. 71, no. 8. – P. 1037–1044.

52 Xie, S. Holistically nested edge detection / S. Xie, Z. Tu. – Текст : непосредственный // ICCV. 2015. – С. 1395–1403.

53 Yetirmishli, G. Oil and gas potential and modern seismicity of the Azerbaijan sector of the Caspian Sea / G. Yetirmishli, S. Kazimova, I. Kazimov. – Текст : непосредственный // Geofizicheskiy Zhurnal. – 2023. – 45(1).

54 Абрамов, Н. Ф. Словарь русских синонимов и сходных по смыслу выражений. Около 5000 синонимических рядов / Н. Ф. Абрамов ; ред. Е. А. Гришина. – АСТ, 2008. – 672 с. – Текст : непосредственный.

55 Ахмад, Ч. Д. Разработка и исследование методики обработки космических снимков для целей мониторинга застроенных территорий в Ираке : автореферат / Ч. Д. Ахмад. – Москва : МИИГАиК. – 2013. – 24 с.

56 Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса / Под ред. Академика В. Г. Бондура. – Москва : Научный мир, 2012. – 558 с. – Текст : непосредственный.

57 Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. Прикладные информационные технологии / А. Б. Барский. – Москва, 2004. – 176 с. – Текст : непосредственный.

58 Басс, Ф. Г. Рассеяние волн на статистически неровной поверхности / Ф. Г. Басс, И. М. Фукс. – Москва : Наука, 1972. – 426 с. – Текст : непосредственный.

59 Беленко, В. В. Проблемные вопросы обнаружения изменений состава земель методами дистанционного зондирования земли из космоса для целей рационального использования (на примере Республики Кот-д'Ивуар) / В. В. Беленко, Ассех Куаме Фабрис. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2022. – Т. 66, № 4. – С. 86–100. – DOI: 10.30533/0536-101X-2022-66-4-86-100.

60 Болгов, М. В. Современное состояние теории корреляции для гидрологических расчетов и стохастического моделирования / М. В. Болгов. – Текст : непосредственный // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2012. – № 4. – С. 7–20.

61 Большой российский энциклопедический словарь. – Москва : Дрофа, 2009. – 1888 с. – Текст : непосредственный.

62 Бондур, В. Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса / В. Г. Бондур. – Текст : непосредственный // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 6. – С. 3–16.

63 Бондур, В. Г. Дистанционная индикация антропогенных воздействий на морскую среду, вызванных заглубленными стоками: моделирование, эксперименты / В. Г. Бондур, Ю. В. Гребнюк. – Текст : непосредственный // Исследование Земли из космоса. – 2001. – № 6. – С. 49–67.

64 Булатов, М. Г. Физические механизмы формирования аэрокосмических радиолокационных изображений океана / М. Г. Булатов, Ю. А. Кравцов, О. Ю. Лав-

рова. – Текст : непосредственный // Успехи физических наук. – 2003. – Т. 173, № 1. – С. 69–87.

65 Бутакова, М. А. Мера информационного подобия для анализа слабоструктурированной информации / М. А. Бутакова, Е. В. Климанская, В. И. Янц. – Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 130–136.

66 Валидация оценочных показателей земель сельскохозяйственного назначения на основе разработки ее цифрового двойника с применением технологии БПЛА / С. В. Абрамова, О. В. Купцова, Е. Н. Бояров, А. Ю. Соболев, Н. Ф. Двойнова. – Текст : непосредственный // Мониторинг. Наука и Технологии. – 2023. – № 4. – С. 55–63.

67 Веретёхин, А. В. Обеспечение эколого-экономической безопасности промышленного предприятия в условиях повышенной неопределенности экосреды / А. В. Веретёхин. – Текст : непосредственный // Вестник НГИЭИ. 2017. – № 3 (70). – С. 91–101.

68 Воронин, Е. Г. Математическая модель космической оптико-электронной съемки / Е. Г. Воронин. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2014. – № 5. – С. 20–23.

69 Воронин, Е. Г. Модель съемки и модель обработки / Е. Г. Воронин. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2014. – № 5. – С. 20–23.

70 Графкин, А. В. Прикладной анализ случайных процессов / А. В. Графкин, В. В. Графкин, О. А. Дегтярева ; под редакцией С. А. Прохорова. – Самара, 2007. – Текст : непосредственный.

71 Гулиев, А. Ш. Анализ изменений природно-антропогенной трансформации береговой линии азербайджанского сектора Каспийского моря / А. Ш. Гулиев, Т. А. Хлебникова. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28, № 4. – С. 85–93.

72 Гулиев, А. Ш. Выявление мест нефтезагрязнений шельфовой зоны по материалам космических съемок (на примере акватории Нефтяных Камней (Каспий)) /

А. Ш. Гулиев, Т. А. Хлебникова. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 3. – С. 52–64.

73 Гулиев, А. Ш. Исследование возможностей обработки радиолокационных и мультиспектральных космических изображений подстилающей поверхности / А. Ш. Гулиев, Т. А. Хлебникова. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 2. – С. 102–114.

74 Гулиев, А. Ш. Исследование экологической чувствительности западного побережья Каспийского моря к потенциальным выбросам по материалам космических съемок / А. Ш. Гулиев, Т. А. Хлебникова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Междунар. науч. конгр., г., Новосибирск: сборник материалов в 8 т. Т. 4.: Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГИТ, 2023. №1. – С. 171–177.

75 Гулиев, А. Ш. Методы аэрокосмического мониторинга для оценки экологического состояния шельфовых объектов нефтегазодобычи / А. Ш. Гулиев. – Текст : непосредственный // Нефтегазовый комплекс: проблемы и решения: материалы Второй национальной научно-практической конференции с международным участием (Южно-Сахалинск, 24–26 сентября 2019 г.) / Ред. Л. М. Богомолов, В. А. Мелкий. – Южно-Сахалинск : ИМГиГ ДВО РАН, 2019. – С. 4–11.

76 Гулиев, А. Ш. Методы совместной обработки комплексных радиолокационных интерферограмм и мультиспектральных оптических снимков в условиях высокой временной декорреляции / А. Ш. Гулиев, Т. А. Хлебникова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 4 : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – С. 3–9. – DOI 10.33764/2618-981X-2022-4-3-9.

77 Гулиев, А. Ш. Многомерная статистическая модель для обнаружения мест нефтезагрязнений по материалам космических съемок / А. Ш. Гулиев, Т. А. Хлеб-

никова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр., 19–21 мая 2021 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 4 : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – С. 11–16. – DOI 10.33764/2618-981X-2021-4-11-16.

78 Гулиев, А. Ш. Обнаружение и картирование нефтяных slickов в море комбинацией различных источников данных дистанционного зондирования Земли / А. Ш. Гулиев. – Текст : непосредственный // Вестник Заб.ГУ – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 19–30. –DOI 10.21209/2227-9245-2022-28-1-19-30.

79 Гулиев, А. Ш. Флуктуационные характеристики радиолокационных изображений подстилающей поверхности / А. Ш. Гулиев. – Текст : непосредственный // Научная конференция профессорско-преподавательского состава и аспирантов, посвященной 55-летию Азербайджанского технического университета Баку. – 2005. – С. 143–145.

80 Гульятеева, Т. А. Классификация зашумленных последовательностей, порожденных близкими скрытыми Марковскими моделями / Т. А. Гульятеева, А. А. Попов. – Текст : непосредственный // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2011. – № 3 (44). – С. 3–16.

81 Гусейнли, Ш. А. Системно-аэрокосмические методы исследования нефтяного загрязнения водной среды / Ш. А. Гусейнли, А. Ш. Гулиев. – Текст : непосредственный // Февральские чтения-2019 «Творческий потенциал молодежи в решении авиакосмических проблем» : материалы IV Международной научно-практической молодежной конференции. – Баку, 2019. – С. 83–85.

82 Двоенко, С. Д. Оценка параметров ациклических Марковских моделей при сегментации растровых текстурных изображений / С. Д. Двоенко, Ш. Динь Вьет. – Текст : непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 2. – С. 86–95.

83 Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / В. Н. Вагин, Е. Ю. Головина, А. А. Загорянская, М. В. Фомина. – Москва, 2008. – 704 с. – Текст : непосредственный.

84 Дубнов, Ю. А. Байесовская идентификация параметров смеси нормальных распределений / Ю. А. Дубнов, А. В. Булычев. – Текст : непосредственный // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2017. – № 1. – С. 101–111.

85 Дьяконов, А. Г. Выявление аномалий в работе механизмов методами машинного обучения / А. Г. Дьяконов, А. М. Головина. – Текст : непосредственный // Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных ; под ред. Л. А. Калиниченко, Я. Манолопулос, Н. А. Скворцова, В. А. Сухомлина. – 2017. – С. 469–476.

86 Ефремова, Т. Ф. Толковый словарь русского языка Ефремовой. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный. В 3 т. Т. 1. А-Л. / Т. Ф. Ефремова – Москва : Русский язык, 2005. – 1168 с. – Текст : непосредственный.

87 Замятин, А. В. Методы интеллектуального анализа данных в региональных системах аэрокосмического мониторинга / А. В. Замятин. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2016. – № 4 (36). – С. 74–88.

88 Иванов, А. Ю. О восстановлении параметров морской среды по данным космических РСА / А. Ю. Иванов. – Текст : непосредственный // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 3. – С. 77–92.

89 Илющин, Т. В. Использование ГИС MAPINFO PROFESSIONAL для исчисления площадей зон затопления земель и средоформирующего потенциала территорий населенных пунктов / Т. В. Илющин, А. П. Сизов, В. В. Беленко. – Текст : непосредственный // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 319–324.

90 Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. – Москва : ЦНИИГА и К. – 2002. – 100 с. – Текст : непосредственный.

91 Картографирование изменений поверхностных водных объектов города Ханой (Вьетнам) по материалам космических съемок / В. А. Малинников, В. В. Беленко, Ч. Ч. Туна, Ч. С. Чунг. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 2015. – № 4. – С. 89–94.

92 Коберниченко, В. Г. Обработка радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли : лабораторный практикум / В. Г. Коберниченко, О. Ю. Иванов, А.В. Сосновский ; [под общ. ред. В. Г. Коберниченко]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 64 с. – Текст : непосредственный.

93 Ковалев, С. М. Обнаружение особых типов паттернов во временных рядах на основе гибридной стохастической модели / С. М. Ковалев, А. В. Суханов. – Текст : непосредственный // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 4 (153). – С. 142–149.

94 Комарцова, Л. Г. Нейрокомпьютеры : учебное пособие для вузов. / Л. Г. Комарцова, А. В. Максимов. – Москва, 2004. – 399 с. – Текст : непосредственный.

95 Комплексный спутниковый мониторинг морей России / О. Ю. Лаврова, А. Г. Костяной, С. А. Лебедев, М. И. Митягина, А. И. Гинзбург, Н.А. Шеремет. – Москва : ИКИ РАН, 2011. – 480 с. – Текст : непосредственный.

96 Кравченко, Ю. А. Бустинг биоинспирированных алгоритмов для решения задачи кластеризации / Ю. А. Кравченко, А. Н. Нацкевич, И. О. Курситыс. – Текст : непосредственный // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2018. – Т. 1. – С. 777–780.

97 Кропотов, Д. А. Вариационный метод релевантных векторов для задач классификации и регрессии с многомерными массивами признаков / Д. А. Кропотов. – Текст : непосредственный // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2011. – Т. 51, № 8. – С. 1541–1560.

98 Кустышева, И. Н. Проблемные вопросы локального мониторинга земель территорий традиционного природопользования при оценке воздействия нефтегазовых месторождений (на примере Ханты-Мансийского автономного

округа – Югры) / И. Н. Кустышева, В. В. Беленко. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2023. – Т. 66, № 10. – С. 86–100.

99 Луценко, Е. В. Интеллектуальные информационные системы : учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения по специальности «Прикладная информатика» / Е. В. Луценко. – Краснодар, 2004. – 645 с. – Текст : непосредственный.

100 Мадера, А. Г. Метод определения вероятностей прогнозируемых событий при принятии решений / А. Г. Мадера. – Текст : непосредственный // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016. – № 2. – С. 38–45.

101 Мелкий, В. А. Автоматизированное картографирование разрывных нарушений в районе перешейка Поясок (Сахалин) по данным дистанционного зондирования / В. А. Мелкий, О. В. Купцова, А. А. Верхотуров. – Текст : непосредственный // Международная конференция ИнтерКарто. Интер ГИС. – 2023. – Т. 29, № 1. – С. 346–360.

102 Мониторинг загрязнений прибрежных акваторий с использованием многоспектральных космических изображений высокого разрешения / В. Г. Бондур, Р. Н. Килер, С. А. Старченков, Н. И. Рыбакова. – Текст : непосредственный // Исследование Земли из космоса. – 2006. – № 6. – С. 42–49.

103 Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами / В. А. Малиников, А. Ф. Стеценко, А. Е. Алтынов, С. М. Попов. – Москва, МИИГАиК, 2008. – 145 с.

104 Мониторинг районов с чрезвычайными ситуациями международными космическими системами и воздушными судами государственной авиации / И. П. Расторгуев, А. В. Максименко, А. Е. Ефименко, С. А. Смирнов. – Текст : электронный // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-rayonov-s-chrezvychaynymi-situatsiyami-mezhdunarodnymi-kosmicheskimi-sistemami-i-vozdushnymi-sudami-gosudarstvennoy>.

105 Назаров, А. В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А. В. Назаров, А. И. Лоскутов. – Санкт-Петербург : Профи, 2003. – Текст : непосредственный.

106 Нехин, С. С. Возможности российских космических систем ДЗЗ для целей топографического картографирования / С. С. Нехин, Д. И. Безруков. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2015. – Спецвыпуск. – С. 71–74. – DOI 10.22389/0016-7126-2015-71-74.

107 Нехин, С. С. Цифровые фотограмметрические системы: функции, возможности, перспективы развития / С. С. Нехин. – Текст : непосредственный // Пространственные данные. – 2006. – № 3 – С. 23–30.

108 Никитин, А. В. Геодезический контроль строительство опор мостов / А. В. Никитин. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т 22, № 1. – С. 70–80.

109 Никитин, А. В. Определение геометрических параметров автомобильных дорог с использованием приемников ГНСС // А. В. Никитин. – Текст : непосредственный // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2018. – №2 (15). – С. 16–17.

110 Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка. – Издание 4-е, доп. / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова ; ред. С. А. Трушкин. – Москва : ИТИ Технологии. – 2006. – 944 с. – Текст : непосредственный.

111 Патент № 2465729 Российская Федерация, МПК H04 B 7/00. Международная аэрокосмическая система глобального мониторинга (МАКСМ) / И. А. Кузьменко и др. // ФГУП Государственный космический научно-производственный центр имени М. В. Хруничева ; заяв. 07.12.2010 ; опубл. 27.10.2012.

112 Попов, А. А. Построение регрессионных зависимостей с использованием алгоритма опорных векторов с адаптивными функциями потерь / А. А. Попов, А. С. Саутин. – Текст : непосредственный // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2011. – № 1 (42). – С. 17–26.

113 Применение машины релевантных объектов в задачах восстановления числовых зависимостей / Н. А. Разин, Е. О. Черноусова, О. В. Красоткина, В. В. Моттль. – Текст : непосредственный // Машинное обучение и анализ данных. – 2013. – Т. 1, № 5. – С. 641–652.

114 Прогнозирование фазовых переходов в системе «Океан-атмосфера» / В. Г. Бондур, В. Ф. Крапивин, В. Ю. Солдатов, И. И. Потапов. – Текст : непосредственный // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2010. – № 5. – С. 82–93.

115 Рассеяние радиоволн морской поверхностью при бистатической локации / В. Г. Бондур, А. Д. Доброзракова, А. С. Курекин, А. А. Курекин, А. П. Пичугин, С. Е. Яцевич. – Текст : непосредственный // Исследование Земли из космоса. – 2009. – № 6. – С. 3–15.

116 Рис, У. Г. Основы дистанционного зондирования / У. Г. Рис. – Москва : Техносфера, 2006. – 336 с. – Текст : непосредственный.

117 Савин, А. И. Научные основы создания и диверсификация глобальных аэрокосмических систем / А. И. Савин, В. Г. Бондур. – Текст : непосредственный // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13, № 1. – С. 46–62.

118 Скатков, А. В. Использование Марковских моделей для оценки состояния окружающей среды / А. В. Скатков, А. А. Брюховецкий, Д. В. Моисеев. – Текст : непосредственный // Системы контроля окружающей среды 2019. Тезисы докладов Международной научно-технической конференции. – 2019. – С. 115.

119 Словарь русского языка. В 4 т. – 4-е изд., стер. / РАН, Ин-т лингвистич. исследований ; под ред. А. П. Евгеньевой. – Москва : Рус. яз. Полиграфресурсы, 1999. – Текст : непосредственный.

120 Тегеранская конвенция. История Конвенции. – URL: <http://www.tehranconvention.org/spip.php?article=18&lang=ru>. – Текст : электронный.

121 Трифонов, В. Г. 30 лет геологических исследований с помощью космических средств. Тенденции, достижения, перспективы / В. Г. Трифонов. – Текст : непосредственный // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 1. – С. 27–39.

122 Тулупьев, А. Л. Ациклические алгебраические байесовские сети: логико-вероятностный вывод / А. Л. Тулупьев. – Текст : непосредственный // Нечеткие системы и мягкие вычисления. – 2006. – Т. 1, № 1. – С. 57–93.

123 Ушаков, Д. Н. Большой толковый словарь русского языка. Современная редакция / Д. Н. Ушаков. – Славянский Дом Книги, 2014. – 960 с. – Текст : непосредственный.

124 Фатхи, Д. В. Методика определения оптимального числа нейронов выходного слоя сети Кохонена при решении задач кластеризации / Д. В. Фатхи, В. В. Галушка. – Текст : непосредственный // Информационная безопасность регионов. – 2011. – № 2 (9). – С. 41–44.

125 Харазми, Р. Оценка точности различных методов контролируемой классификации в аридных территориях / Р. Харазми. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и Аэрофотосъемка. – 2017. – № 5. – С. 106–110.

126 Чернышев, Ю. О. Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние / Ю. О. Чернышев, Г. В. Григорьев, Н. Н. Венцов. – Текст : непосредственный // Программные продукты и системы. – 2014. – № 4. – С. 136–142.

127 Чибуничев, А. Г. Методы ортотрансформирования по регулярной сетке для космических снимков, Геометрическая модель которых представлена в виде коэффициентов дробно рационального многочлена / А. Г. Чибуничев, А. В. Сонюкин. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 2015. – № 5. – С. 41–46.

128 Шайтура, С. В. Интеллектуальный анализ геоданных / С. В. Шайтура. – Текст : непосредственный // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 6 (18). – С. 24–30.

129 Шелухин, О. И. Обнаружение вторжений в компьютерные сети (сетевые аномалии) / О. И. Шелухин, Д. Ж. Сакалема, А. С. Филинова. – Москва : Горячая линия–Телеком, 2013. – 220 с. – Текст : непосредственный.

130 Энциклопедический словарь медицинских терминов. В 3 т. Советская энциклопедия. 1982–1984. – Текст : непосредственный.

131 Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона. В 5 т. / Ред.: И. Е. Андреевский, К. К. Арсеньев, Ф. Ф. Петрушевский – Москва : Аутопан, 1998. – Текст : непосредственный.

132 Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона. В 5 т. / Ред.: И. Е. Андреевский, К. К. Арсеньев, Ф. Ф. Петрушевский – Москва : Аутопан, 1998. – Текст : непосредственный.

133 Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем / Н. Г. Ярушкина. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 320 с. – Текст : непосредственный.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

## ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Ширина полосы съемки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/ Время повторного визита]	Пространственное/Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ		
Вышедшие из эксплуатации											
Landsat-1 (MSS)	АБШ (USGS/ NASA)	1972 – 1978	ССО (917) [99.2°]	185	– 4x VIS/NIR	– 80	СР1 (6-бит) [18-дней]	Обширный/Частый (1973–2012) (Открытый доступ) [USGS EarthExplorer]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>		
Landsat-2 (MSS)		1975 – 1982	ССО (917) [99.1°]		–	–					
Landsat-3 (MSS)		1978 – 1983	ССО (705) [99.2°]		–	–					
Landsat-4 (MSS & TM)		1982 – 1993	–		4x VIS/NIR 6x VIS/NIR/SWIR 1x TIR	80 30 120				СР1 – СР2 (8-бит) [16-дней]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b>
Landsat-5 (MSS & TM)		1984 – 2012	–		–	80 30 120					
Resurs-O1-1 [Resurs-O1 N1] (MSU-E)	Россия (Роскосмос)	1985 – 1986	ССО (620) [98°]	80	3x VIS/NIR	– 40 –	СР1 (8-бит) [21-дней]	Неизвестно/ Неизвестно (Неизвестно) [Неизвестно]	Неизвестно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Да</b>		
Resurs-O1-2 [Resurs-O1 N2] (MSU-E)		1988 – 1999	ССО (650) [98°]								
Resurs-O1-3 [Resurs-O1 N3] (MSU-E)		1994 – 2001	ССО (678) [97.88°]								
Resurs-O1-4 [Resurs-O1 N4] (MSU-E)		1998 – 2002	ССО (835) [98.75°]								
SPOT-1 (HRV)	Франция (CNES)	1986 – 2003	ССО (822) [98.7°]	60	Pan	10	ВР2 (8-бит) [26-дней]	Обширный/Прерывистый (1986–2003) (Открытый доступ) [Airbus GeoStore]	Платно МСК: SPOT – 4 <b>Да</b> МСК: SPOT – 5 <b>Да</b> МСК СМ: <b>Да</b> <u>SPOT 1–5 МСК</u> Архивные: <b>Быстрая регистрация</b> <u>SPOT 1–5 Полный Архивные: П. п.</u>		
SPOT-2 (HRV)		1990 – 2009	ССО (822) [98.7°]		3x VIS/NIR	20					
SPOT-3 (HVR)		1993 – 1996	–		–	–					
SPOT-4 (HRVIR)		1998 – 2013	ССО (822) [97.8°]	60	Pan 4x VIS/NIR	10 20	ВР2 (8-бит) [26-дней]				
SPOT-5 (HRG / HRS)		2002 – 2015	–	–	Pan 4x VIS/NIR/SWIR	2.5/ 5 10/20	ОВР2 – ВР2 (8-бит) [26-дней]	Обширный/Прерывистый (2002 – 2015) HRS: Constrained [Airbus GeoStore]			

Спутниковая съёмочная система (аппарат) [Название съёмочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км) [Наклон])	Ширина полосы съёмки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/Время повторного визита]	Пространственное/Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК CM						
<b>Вышедшие из эксплуатации</b>															
IRS-1A (LISS-1)	Индия (ISRO)	1988 – 1992	CCO (904) [99°]	148	–	4x VIS/NIR	72	CP1 (7-бит) [22-дней]	Продажа не найдена (Ограниченный доступ) [IRSO NRSC]	Неопределенно МСК: <b>Нет</b> МСК CM: <b>Нет</b>					
IRS-1B (LISS-1)		1991 – 2001													
IRS-1C (LISS-3)		1995 – 2005	CCO (817) [98.7°]	70 / 142	Pan	3x VIS/NIR	5.8 23.5 70.5	BP1 – CP1 (7-бит) [24-дней]	Обширный/ Прерывистый (1996–2005) (Ограниченный доступ) [EOWEB GeoPortal & ESA OSA]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК CM: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b>					
IRS-1D (LISS-3)		1997 – 2010													
IRS-P2 (LISS-2M)		1994 – 1997	CCO (817) [98.7°]	131	–	4x VIS/NIR	– 32.7	MR1 (7-бит) [24-дней]	Неизвестно/ Неизвестно (Неизвестный) [Неизвестный] Невозможно найти данные. Доступ к portalу	Неопределенно МСК: <b>Нет</b> МСК CM: <b>Нет</b>					
IRS-P3 (WiFS)	1996 – 2004	770		–	3x NIR/SWIR	– 190	CP2 (7-бит) [24-дней]								
JERS-1 (OPS)	Япония (JAXA)	1992 – 1998	CCO (568) [98°]	75	–	8x VIS/NIR/SWIR	– 18	BP2 (6-бит) [44-дней]	Обширный/ Прерывистый (1992–1998) (Открытый доступ) [ESA TPM Portal]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК CM: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b>					
KOMPSAT-1 (EOC)	Ю. Корея (KARI)	1999 – 2008	CCO (685) [98.13°]	17	Pan	–	6.6	BP1 (8-бит) [28-дней]	В. Ограниченное/ Нечастое (2001 & 2005) (В. Ограниченный доступ) [Arirang]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК CM: <b>Нет</b>					
CBERS-1 (HRCC/IRMSS)	Китай/ Бразилия (CAST/ INPE)	1999 – 2003	CCO (778) [98.5°]	27/113	2x Pan	4x VIS/NIR	20/80	BP2 – CP2 (8-бит) [26-дней]	Продажа не найдена (Открытый доступ) [INPE Portal]	Неопределенно МСК: <b>Нет</b> МСК CM: <b>Нет</b>					
CBERS-2 (HRCC/IRMSS)		2003 – 2007									2x Pan	4x VIS/NIR	2.7/20	20	OBP1 – OBP2 (8-бит) [26-дней]
CBERS-2B (HRCC/HRPC)		2007 – 2010													
IKONOS-2 EO-1(ALI)	США (NASA)	1999 – 2015	CCO (681) [98.01°]	113	Pan	4x VIS/NIR	0.82 3.3	OBP1 – OBP2 (11-бит) [14-дней]	В. Ограниченный/ Прерывистый (Открытый доступ) [ESA TPM Portal]	Платно МСК: <b>Да</b> МСК CM: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b>					
EO-1 (ALI)		2000 – 2017	CCO (691) [98.7°]	37	Pan	9x VIS/NIR	–	10 30	BP1 – CP1 (12-бит) [16-дней]	В. Ограниченное/ Частое (только 2015) (Открытый доступ) [USGS EarthExplorer]	Платно МСК: <b>Да</b> МСК CM: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b>				
Спутниковая съёмочная система (аппарат) [Название съёмочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км) [Наклон])	Ширина полосы съёмки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/Время повторного визита]	Пространственное/Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК CM						

Вышедшие из эксплуатации									
Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Ширина полосы съемки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК CM
QuickBird-2 [Quick bird] (BGIS-2000)	США (Digital Globe)	2001–2015	ССО (450/482) [93.4°]	11.2/16.5	Pan 4x VIS/NIR –	0.60 2.4 –	ОВР1 – ОВР2 (11-бит) [20-дней]	Обширный/Частый (2002–2014) (Открытый доступ) [DigitalGlobe Geoportal]	ПЛАТНО МСК: <u>Да</u> МСК CM: <u>Да</u> Полный архив: ПП
OrbView-3 (OHRIS)	США (GeoEye)	2003–2007	ССО (470) [98.7°]	8	–	1 4 –	ОВР1 – ОВР2 (11-бит) [3-дней *] * Время повторного посещения	В. Ограниченный / Периодический (Открытый доступ) [USGS Earth Explorer & USGS EarthExplorer & USGS GloVis]	Платно МСК: <u>Нет</u> МСК CM: <u>Нет</u>
PROBA-1 (HRC)	Европейский союз (ЕКА)	2003–2007	ССО (615) [96.97°]	4	Pan – –	8 – –	ОВР1 – ОВР2 (12-бит) [7-дней *] * Время повторного посещения	В. Ограниченный/ (2003–2013) (Открытый доступ) [ESA TPM Portal]	Неопределенно МСК: <u>Да</u> МСК CM: <u>Нет</u>
ALSAT-1 (SLIM6)	Алжир (ASAL)	2002–2010	ССО (700) [98.2°]	600	– 3x VIS/NIR –	– 32 –	СР1 (8-бит) [14-дней]	Миссия Созвездия Обширный/ Прерывистый (2005–2009) (Открытый доступ) [DMCii Online Catalogue]	Платно МСК: <u>Да</u> . Только UK-DMC-2 МСК CM: <u>Да</u> Европейское покрытие 2007  Примечание: только UK-DMC-2, Beijing-1 и Nigeria Sat-1
UK-DMC-1 (SLIM6)	Великобритания (UKSA)	2003–2011	ССО (686) [98.2°]						
Nigeria Sat-1 (SLIM6)	Нигерия (NASRDA)	2003–2011	ССО (686) [98°]						
BILSAT-1 (Pan Cam/MSIS)	Турция (TUBITAK-UZAY)	2003–2006	ССО (686) [98°]	55	Pan 4x VIS/NIR –	12 26 –	ВР2 (8-бит) [14-дней]		
Resurs-DK (Geoton-1)	Россия (Роскосмос)	2006–2016	Наклонный (570) [69.9°]	30	Pan 3x VIS/NIR –	1 3 –	ОВР1 – ОВР2(10-бит) [6-дней *] * Время повторного посещения	В. Ограниченный/ Периодический (2006–2019) (Ограниченный доступ) [ImageHunter Portal]	Платно МСК: <u>Нет</u> МСК CM: <u>Нет</u>
EROS-A(PIC)	Израиль (Image Sat Intl)	(2000 – 2012)	ССО (500) [97.4°]	15	Pan – –	2 – –	ОВР2 (11-бит) [4.5-дней *] * Время повторного посещения	Неизвестно/Неизвестно Ограниченный доступ: [Неизвестно]	Платно МСК: <u>Нет</u> МСК CM: <u>Нет</u>
Вышедшие из эксплуатации									
IMS-1 (Mx-T)	Индия (ISRO)	(2008 – 2012)	ССО (635) [97.94°]	150	– 4x VIS/NIR –	– 36 –	СР 1 (10-бит) [22-дней]	Неизвестно/ Неизвестно (Неизвестный) [Неизвестный]Невозможно найти данные. Доступ к порталу	Неизвестно МСК: <u>Нет</u> МСК CM: <u>Нет</u>
DubaiSat-1 (DMAC)	ОАЭ (EIAST)	(2009 – 2016)	ССО (686)	20	Pan 4x VNIR	2.5 5	ОВР2 – ВР1 (10-бит)	Неизвестно/ Неизвестно	Платно МСК: <u>Нет</u>

			[98.1°]		–	–	[4-дней *] * Время повторного посещения	(Неизвестно) [Неизвестно]Невозможно найти данные. Доступ к порталу	МСК СМ: <b>Her</b>
Zi Yuan 3-01 [ZY-3-01] (TAC / MSC)	Китай (CRESDA)	(2015 – ≥ 2017)	ССО (778) [98.5°]	54	Pan 4x VIS/NIR –	2.4 / 5 10 –	ОВР2 – ВР1 (Неизвестно) [26-дней]	Продажа не найдено (Ограниченный доступ) [ImageHunter Portal]	Платно МСК: <b>Her</b> МСК СМ: <b>Her</b>
Не удалось достичь орбиты									
Landsat-6 (ETM)	АБШ (USGS/NASA)	(1993)	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	185	Pan 6x VIS/ NIR/SWIR 1x TIR	15 30 120	ВР 2 – СР2 (8-бит) [16-дней]	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	Н/Д
IRS-1E / IRS-P1 (MEOSS / LISS-1)	Индия (ISRO)	(1993)	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	510/148	Pan 4x VIS/NIR –	50/158 72 –	СР1 – СР2 (7-бит /8-бит) [22-дней]	Н/Д (Неудачный запуск) (Н/Д) Н/Д	Неопределенно МСК: <b>Her</b> МСК СМ: <b>Her</b>
IKONOS-1 (OSA)	США (NASA)	(1999)	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	11.3	Pan 4x VIS/NIR –	0.82 3.3 –	ОВР 1 – ОВР2 (11-бит) [Н/Д]	Н/Д (Не удалось достичь орбиты) (Н/Д) [Н/Д]	Н/Д
QuickBird-1 (Неизвестно)	США (Digital Globe)	(1997)	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	Неизвестно	Pan VIS/NIR –	3 15 –	ОВР2 – ВР2 (Неизвестно) [Н/Д]	Н/Д (Потерян после запуска) (Н/Д) [Н/Д]	Н/Д
QuickBird-1 (BGIS-2000)		(2000)	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	11.2/16.5	Pan 4VIS/NIR –	0.60 2.4 –	ОВР1 – ОВР2 (11-бит) [Н/Д]	Н/Д (Не удалось достичь орбиты) (Н/Д) [Н/Д]	
Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Ширина полосы съемки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Бит-ность) [Повтор цикла/Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) ЕО]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ
Не удалось достичь орбиты									
OrbView-4 (OHRIS)	США (Geo Eye)	(2001)	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	8	Pan 4x VIS/NIR –	1 4 –	ОВР1 – ОВР2 (11-бит) [N/A]	Н/Д (Не удалось достичь орбиты) (Н/Д) [Н/Д]	Платно МСК: <b>Her</b> МСК СМ: <b>Her</b>
Beijing-1 [DMC-4] (CMT/SLIM6)	Китай (NRSCC)	(2005 – ≥ 2019)	ССО (699) [98.2°]	24/600	Pan 3x VIS/NIR –	4 32 –	ОВР2 – СР1 (8-бит) [14-дней]		
Действующие									
Landsat-7 (ETM+)	АБШ (USGS/ NASA)	(1999 – ≥ 2019)	ССО (705) [98.2°]	185	Pan 6x VIS/NIR/SWIR R 1x TIR	15 30 120	ВР2 – СР2 (8-бит) [16-дней]	Обширный/Частый 1999–2019) (Открытый доступ) [USGS EarthExplorer & USGS GloVis]	Бесплатно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Да</b>
Landsat-8 (OLI/TIRS)		(2013 – ≥ 2019)							
SPOT-6 (NAOMI) SPOT-7 (NAOMI)	Франция (CNES)	(2012 – ≥ 2022) (2014 – 2024)	ССО (694) [98.79°]	60	Pan 4x VIS/NIR –	2 8 –	ОВР2 – ВР1 (12-бит) [26-дней]	Обширный/ Прерывистый	Платно МСК: SPOT-4 <b>Да</b>

								(2012–2019) (Ограниченный доступ) [Airbus GeoStore & ESA TPM]	МСК: SPOT-/6/7 <u>Да</u> МСК СМ: <u>Да</u> SPOT 1-7 МСК SPOT 6-7Пол- ный Архив и заказы: <u>П. п.</u>
Terra (MODIS/ASTER)	США (NASA)	(1999 – ≥ 2019)	ССО (705) [98.3°]	2230	– 36x VIS/NIR –	– 250 – 1 –	СР2 – НР2 (10-бит) [28-дней]	Обширный/ Прерывистый (2000–2019) (Открытый доступ) [USGS GloVis]	Бесплатно МСК: <u>Нет</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
				60	– 3x VIS/NIR 6x SWIR 5x TIR	– 15, 30 90	ВР2 – СР1 (8-бит & 12-бит) [16- дней]		
КОМPSAT-2 (MSC)	Ю. Корея (KARI)	(2006 – ≥ 2019)	ССО (685) [98.13°]	15	Pan 4x VIS/NIR –	1 4 –	ОВР1 – ОВР2 (10-бит) [28-дней]	Обширный/ Прерыви- стый (2007–2019) В. Ограни- ченный доступ) [Arirang / ImageHunter]	Бесплатно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
Спутниковая съёмочная система (аппарат) [Название съёмочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Ширина полосы съёмки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/ Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ
<b>Действующие</b>									
КОМPSAT-3 (AEISS)	Ю. Корея (KARI)	(2012 – ≥ 2019)	ССО (685 км) [98.13°]	15	Pan 4x VIS/NIR –	0.7 2.8 –	ОВР1 – ОВР2 (14-бит) [28-дней]	Ограниченный/ Прерывистый (2013–2019) (В.Ограниченный доступ) [Arirang /ImageHunter]	Платно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
КОМPSAT-3A (AEISS-A/IP)		(2015 – ≥ 2019)	ССО (528 км) [97.5°]	15	Pan 4x VIS/NIR –	0.5 2 5.5	ОВР1 – ВР1 (14-бит) [28-дней]	Ограниченный/ Прерывистый (2015– 2019) (В.Ограниченный доступ) [Arirang]	Платно МСК: <u>Нет</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
СBERS-4 (PANMUX/ MUXCAM/ IRMSS-2)	Китай/ Бразилия (CAST/INPE)	(2014 – ≥ 2019)	ССО (778) [98.5°]	60	Pan 4x+3x+3x VIS/NIR/SWIR 1x TIR	5 10/20/40 80	ВР1 – СР1 (8-бит & 10-бит) [26- дней]	Продажа не найдено (Открытый доступ) [INPE Portal]	Неопределенно МСК: <u>Нет</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
PROBA-V (Végétation-P)	Европейский союз (ЕКА)	(2013 – ≥ 2019)	ССО (820) [98.7°]	2285	– 4xVIS/VNIR/S WIR –	– 100/200 –	MR2 (12-бит) [2-дней*] * Время повторного посещения	Обширный/ Частый (2014–2019) (Открытый доступ) [VITO Portal]	Неопределенно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
UK-DMC-2 (SLIM6-22)	Великобритания (UKSA)	(2009 – ≥ 2019)	ССО (686) [98.14°]	600	– 3x VIS/NIR –	– 22 –	ВР2 (8-бит или 10-бит) [14-дней]	Миссия Созвездия Обширный/ Прерыви- стый (2005–2009) (Открытый доступ)	Платно МСК: <u>Да</u> . Только UK- DMC-2 МСК СМ: <u>Да</u>
Nigeriasat-2	Нигерия	(2011 – ≥ 2019)	ССО	20,300	Pan	2.5	ОВР2 – MR1		

(MRI/VHRI)	(NASRDA)		(718) [98°]		4x & 4x VIS/NIR	5, 32 –	(8-бит) [14-дней]	[DMCii Online Catalogue]	Примечание: только UK- DMC-2 и Nigeria Sat-1
NigeriaSat-X (SLIM6)		(2011 – ≥ 2019)	CCO (681) [98°]	600	– 3x VIS/NIR –	– 32 –	BP1 (8-бит) [14-дней]		
Resourcesat-1 [IRS-P6] WiFS/LISS)	Индия (ISRO)	(2003 – ≥ 2019)	CCO (821) [98.76°]	70/740	– 4x/4x/3x VIS/NIR –	– 5.8/23.5/56 –	BP1 – CP1 (10-бит) [24-дней]	Обширный/ Частый (2004–2013) (Открыто: Awi FS LISS-III содер- жит: LISS-IV) [EOWEB / ISRO NRSC]	Платно MCK: <u>Да</u> MCK CM: <u>Да</u>
Спутниковая съёмочная система (аппарат) [Название съёмочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Ширина полосы съёмки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/ Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория до- ступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО MCK MCK CM
Действующие									
Resourcesat2 [IRS-R2] (AWiFS/LISS)	Индия (ISRO)	(2011 – ≥ 2019)	CCO (817) [98.72°]	70/740	– 4x/4x/3x VIS/NIR –	– 5.8/23.5/56 –	BP1 – CP1 (10-бит) [24-дней]	Обширный/ Частый (2014–2016) (Открыто: AwiFS  LISS-III Содержит: LISS-IV) [EOWEB / ISRO NRSC]	Платно MCK: <u>Да</u> MCK CM: <u>Да</u>
Resourcesat-2A (AWiFS/LISS)		(2016 – ≥ 2021)						Обширный/ Частый (2017) (Открыто: AwiFS LISS-III [EOWEB / ISRO NRSC]	Платно MCK: <u>Да</u> MCK CM: <u>Да</u>
Resurs-P 1 (Geoton- L1/ShMSA)	Россия (Роскосмос)	(2013 – ≥ 2019)	CCO (475) [97.3°]	38 – 441	1x/1x/1xPan 5x/5x/5x VIS/NIR –	1/12/60 4/12/120 –	OBP2 – BP1 (8-бит) [46-дней]	Обширный/ Частый (2006–2010) (Открытый доступ) [ALOS PLATFORM]	Платно MCK: <u>Да</u> MCK CM: <u>Да</u>
Resurs-P2 (Geoton- L1/ShMSA)		(2014 – ≥ 2019)							
Resurs-P 3 (Geoton- L1/ShMSA)		(2016 – ≥ 2021)							
EROS-B (PIC-2)	Израиль (Image Sat Intl)	(2006 – ≥ 2022)	CCO (510) [97.4°]	7.5	Pan – –	0.7 – –	OBP1(10-бит) [3-дней *] * Время повторного посещения	В. Ограниченный/ Периодический (2010–2016) (Ограни- ченный доступ) [ImageSat Catalogue]	Платно MCK: <u>Нет</u> MCK CM: <u>Нет</u>
Worldview-1 [WV-1] (WV60)	США (Digital Globe)	(2007 – ≥ 2020)	CCO (496) [97.2°]	17.7	Pan – –	0.50 – –	OBP1 (11-бит) [1.7-дней *] * Время повторного посещения	Обширный/ Частый (2008–2019) (Ограни- ченный доступ) [Digital Globe Geoportal]	Платно MCK: <u>Да</u> MCK CM: <u>Да</u>
Worldview-2 [WV-2] (WV110)		(2009 – ≥ 2022)	CCO (770) [97.8°]						
Worldview-3		(2014 – ≥ 2021)	CCO						

[WV-3] (WV110)			(617) [98°]						
Worldview-4 [WV-4 / GeoEye-2] (SV-110)		(2016 – ≥ 2023)	ССО (617) [98°]	13.1	Pan 8x VIS/NIR –	0.31 1.24 –	ОВР1 – ОВР2 (11-бит) [3-дней *] * Время повторного посещения		
Спутниковая съёмочная система (аппарат) [Название съёмочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Ширина полосы съёмки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/ Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) ЕО]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ
Действующие									
RapidEye-1 RapidEye-2 RapidEye-3 RapidEye-4 RapidEye-5 (REIS)	Германия (Rapid Eye)	(2008 – ≥ 2019)	ССО (630) [97.9°]	78	– 5x VIS/NIR –	– 6.5 –	ВР1 (12-бит) [5.5-дней]	Миссия Созвездия Ограниченное/ Частый (Открытый доступ) [ESA TPM]	Платно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u> <u>Полный Архив и заказы: П. п.</u>
DEIMOS-1 (SLIM6)	Испания (Elesnor-Deimos)	(2008 – ≥ 2019)	ССО (660) [98.1°]	600	– 3x VIS/NIR –	– 22 –	ВР2 (8-бит & 10-бит) [14-дней]	Обширный/Частый (Открытый доступ) [Deimos Imaging Catalogue]	Платно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u> <u>Полный Архив и заказы: П. п.</u>
DEIMOS-2 (HiRAIS)		(2014 – ≥ 2024)	ССО (620) [98°]	12	Pan 4x VIS/NIR –	1 4 –	ОВР2 - ВР1 (10-бит) [4-дней *] * Время повторного посещения		
DubaiSat-2 (HiRAIS)	ОАЭ (EIAST)	(2013 – ≥ 2019)	ССО (600) [97.8°]	12	Pan 4x VIS/NIR –	1 4 –	ОВР1 – ОВР2 (10-бит) [4-дней *] * Время повторного посещения		Платно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
TIANHUI-1 [TH-1C] (Pan/MS)	Китай (PLA/CAST)	(2010 – ≥ 2019)	ССО (454.2) [97.6°]	60	Pan 4x VIS/NIR –	5 10 –	ВР1 (Неизвестно) [Неизвестно]	Неизвестно/ Неизвестно (Открытый доступ) [CRESDA LOSDS Platform]	Неизвестно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
TIANHUI-1-02 [TH-1C] (Pan/MS)		(2012 – ≥ 2019)	ССО (465.5) [97.6°]						
TIANHUI-1-03 [TH-1C] (Pan/MS)		2015 – ≥ 2019)	ССО (478.1) [97.8°]						
TIANHUI-1-04 [TH-1C] (Pan/MS)		2021 – ≥ 2019)	ССО (502.8) [97.3°]						
ALSAT-1B (SLIM6)	Алжир (ASAL)	(2016 – ≥ 2021)	ССО (690) [98.2°]	600	– 3x VIS/NIR –	12 24 –	MR1 (8-бит) [7- дней *] * Время повторного посещения	Неизвестно/ Неизвестно (Неизвестно) [Неизвестной] Невозможно найти портал доступа к данным	Неизвестно МСК: <u>Нет</u> МСК СМ: <u>Нет</u>
ALSAT-2B (NAOMI)		(2016 – ≥ 2021)	ССО (670) [98.1°]	17.5	Pan 4x VIS/NIR –	2.5 10 –	ОВР2 – ВР1 (12-бит) [Неизвестно]		

Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота(км)) [Наклон]	Ширина полосы съемки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/ Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) ЕО]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ		
<b>Действующие</b>											
Zi Yuan 3-02 [ZY-3-01] (TAC / MSC)	Китай (CRESDA)	(2011–2017)	ССО (778) [98.5°]	51	Pan 4x VIS/NIR –	2.1 /3.5 6 –	ОВР2 – ВР1 (Неизвестно) [59-дней]	Неизвестно/Неизвестно (Неизвестно) [Неизвестно] Невозможно найти данные.	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>		
Pléiades-1A (HiRI)	Франция (CNES)	(2011 – ≥ 2019)	ССО (694 км) [98.2 °]	20	Pan 4x VIS/NIR –	0.7 2.8 –	ОВР1 – ОВР2 (12-бит) [1-день*] * Время повторного посещения	Миссия Созвездия Ограниченное/Частый (2012–2019) Открытый и ограниченный доступ [Airbus GeoStore]	Платно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b> Архив и заказы: <b>П. п.</b>		
Pléiades-1B (HiRI)		(2012 – ≥ 2019)				–					
Pléiades-NEO 3 (HiRI)		(2021 – ≥ 2031)	ССО (620) [97.9 °]			0.3 2.8 –					
Pléiades-NEO 4 (HiRI)		(2021 – ≥ 2031)	ССО (620) [97.9 °]			–					
KANOPUS-V-IK1 (PSS/MSU/MSS)	Россия (Роскосмос)	(2017 – ≥ 2022)	ССО (510) [97.4 °]	20/ 2000	2x Pan 4x VIS/NIR –	2.5/ 25 12 200	ОВР2 – ВР2 (12-бит) [Неизвестно]	Обширный/ Прерывистый (2017–2019) (Ограниченный доступ) [Roscosmos Geoportal]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>		
KANOPUS-V3 [Canopus-V N3] (PSS/MSU/MSS)		(2018 – ≥ 2023)		20/ 250		2.5/ 25 12 –				ОВР2 – ВР2 (12-бит) [5-дней *] * Время повторного посещения	Сбор данных не найден (ограниченный доступ) [Roscosmos Geoportal]
KANOPUS-V4		(2018 – ≥ 2023)		–							
Gao Fen-1 [GF-1] (PMS / WFI)	Китай (CNSA)	(2013 – ≥ 2019)	ССО (646) [97.46°]	60/ 800	Pan 4x+4x VIS/NIR –	2 8/16 –	ОВР2 – ВР2 (10-бит) [41-дней]	В.Ограниченный / Нечастое (2014–2019) (Открытый доступ: VIS/NIR) (Очень ограниченный доступ: PAN) [ImageHunter Portal]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>		
Gao Fen-2 [GF-2] (PAN / MUX)		(2014 – ≥ 2020)	ССО (631) [97.2°]	45.3		Pan 4x VIS/NIR –				0.8 3.2 –	ОВР1 – ОВР2 (14-бит) [69-дней]
Gao Fen-4 [GF-4] (VNIR / MWIR)		(2015 – ≥ 2023)	ГСО (35,78) [Н/Д]	400/ 7,000		Pan 1x MWIR –				50 400 –	СР1 – НР (Неизвестно) [N/A]
Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Ширина полосы съемки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/ Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) ЕО]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ		
<b>Действующие</b>											
Gao Fen-5 [GF-5] (VIMS)	Китай (CNSA)	(2018 – ≥ 2026)	ССО (708) [98.2°]	Неизвестно	– 4x TIR	– 40	СР1 (Неизвестно) [Неизвестно]	Продажа не найдено (неизвестно) [CRESDA LOSDS]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>		

								Platform]	
Gao Fen-6 [GF-6] (PMS/WFV)		(2015 – ≥ 2023)	CCO (475) [97.4°]	90/ 800	Pan 4x +4xVIS/NIR -	2 8/16 -	OBP2 – BP2 (Неизвестно) [30-дней]	Неизвестно/ Неизвестно (Открытый доступ: VIS/NIR) (Очень ограниченный доступ: PAN) [CRESDA LOSDS Platform]	
Gao Fen-8 [GF-8] (PMS-2)		(2015 – ≥ 2023)	CCO (475) [97.4°]	48	Pan 4x VIS/NIR -	0.8 3.2 -	OBP1 – OBP2 (Неизвестно) [60-дней]		
Gao Fen-9 [GF-9] (PMS-2)		(2015 – ≥ 2023)	CCO (650) [97.9°]						
KazEOSat-1 (NAOMI)	Казахстан (Казкосмос)	(2014 – ≥ 2021)	CCO (759) [98.54°]	10	Pan 4x VIS/NIR -	1 4 -	OBP1 – OBP2 (12-бит) [Неизвестно]	Неизвестно*/ Неизвестно* (Неиз- вестно) [KazEOSat Earth Observation] *Доступ за- прошен, но не представлен	Платно MCK: <b>Her</b> MCK CM: <b>Her</b>
KazEOSat-2 (KEIS)		(2014 – ≥ 2021)	CCO (630) [98°]	78	- 5x VIS/NIR -	- 6.5 -	OBP1 – OBP2 (10-бит) [1-дней *] * Время по- вторного посещения		
DMC-3A DMC-3B DMC-3C [Triplesat] (VHRI-100)	Великобритания (UKSA)	(2015 – ≥ 2022)	CCO (647) [97.8°]	23	Pan 4x VIS/NIR -	1 4 -	OBP1 – OBP2 (10-бит) [1-дней *] * Время повторного по- сещения	Обширный/ прерывистый (ограни- ченный доступ) [Earth-i Portal]	Платно MCK: <b>Her</b> MCK CM: <b>Her</b>
Sentinel-2A (MSI)	Европейский союз (ЕКА)	(2015 – ≥ 2022)	CCO (796) [98.6°]	290	- 13xVIS/NIR/S WIR -	- 10/20/60 -	BP1 – CP1 (12-бит) [10-days]	Миссия Созвездия Обширный/частый (2015–2019) (Открытый доступ) [Copernicus OAH]	Бесплатно MCK: <b>Н/Д</b> MCK CM: <b>Н/Д</b>
Sentinel-2B (MSI)		(2017 – ≥ 2024)							
Sentinel-3A (OLCI / SLSTR)	Европейский союз (ЕКА)	(2016 – ≥ 2023)	CCO (810) [98.63°]	740/1270	- VIS/NIR/SWI R MWIR/TIR -	- 300/500/1000 -	CP2 – HR (10-бит) [27-дней]	Обширный/частый (2016–2019) (Открытый доступ) [Copernicus OAH]	Бесплатно MCK: <b>Н/Д</b> MCK CM: <b>Н/Д</b>
Sentinel-3B (OLCI / SLSTR)		(2018 – ≥ 2025)							
TeLEOS-1 (TeLEOS-1)	Сингапур (Agilospace)	(2015 – ≥ 2020)	NEqO (550) [15°]	12	Pan - -	1 - -	OBP1 (10-бит) [1-дней *] * Время повторного по- сещения	Нет покрытия в Азер- байджане (из-за около- экваториальной орбиты)	Платно MCK: <b>Her</b> MCK CM: <b>Her</b>

Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км) [Наклон])	Ширина полосы съемки (км)	Спектральные диапазоны (Pan, VIS, NIR, SWIR, TIR)	Пространственное разрешение (м – км)	Класс пространственного разрешения (Битность) [Повтор цикла/ Время повторного визита]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК CM
<b>Действующие</b>									
Superview-1 01 Superview-1 02 [GaoJing-1-01/02] (Imager)	Китай (CNSA)	(2016 – ≥ 2025)	CCO (530) [98°]	12	Pan 4x VIS/NIR –	0.5 2 –	ОВР1 – ОВР2 (11-бит) [4-бит *] * Время повторного посещения	Неизвестно/ Неизвестно Обширный/ Частый (2017–2019) (Ограниченный доступ) [ImageHunter Portal]	Платно МСК: <b>Her</b> МСК CM: <b>Her</b>
Superview-1 01 Superview-1 02 [GaoJing-1-01/02] (Imager)		(2018 – ≥ 2026)							
KANOPUS-V5 (PSS/MSU/MSS)	Россия (Роскосмос)	(2018 – ≥ 2023)	CCO (510) [97.46°]	20/ 250/ 25	2x Pan 4x VIS/NIR –	2.5/25 12 –	ОВР1 – ВР2 (12-бит) [5-дней *] * Время повторного посещения	Продажа не найдена (ограниченный доступ) [Roscosmos Geoportal]	Платно МСК: <b>Her</b> МСК CM: <b>Her</b>
KANOPUS-V6 (PSS/MSU/MSS)									
PRISMA (PAN)	Италия (ISA)	(2019 – ≥ 2023)	CCO (614) [98.19°]	30	Pan - -	5 - -	ВР1 (12-бит) [29-дней]	Неизвестно/Неизвестно (Ограничено) [PRISMA Portal]	TBD МСК: <b>TBD</b> МСК CM: <b>TBD</b>
Landsat-9 (OLI/TIRS)	США (USGS/ NASA)	(2021 – ≥ 2026)	CCO (709) [98.2°]	185	Pan 8x VIS/NIR/SWIR 2x TIR	15 30 100	ВР2 – СР2 (14-бит) [16-дней]	Обширный/частый 2021–2026) (Открытый доступ) [USGS EarthExplorer]	Бесплатно МСК: <b>Да</b> МСК CM: <b>Да</b>
EROS-C3 (PIC-2)	Израиль (Image Sat Intl)	(2022 – 2032)	CCO (510) [97.4°]	11.5	Pan VIS/NIR/SWIR 2x TIR	0.3 0.6	ОВР2 (11-бит) [4.5-дней *] * Время повторного посещения	Неизвестно/ Неизвестно Ограниченный доступ: [Неизвестно]	Платно МСК: <b>Her</b> МСК CM: <b>Her</b>
<b>Не удалось достичь</b>									
CBERS-4 (PAN-MUX/MUXCAM/ IRMSS-2)	Китай/ Бразилия (CAST/ INPE)	(2013)	Н/Д (Н/Д) [Н/Д]	60	Pan4x+3x+3x VIS/NIR/SWIR 1x TIR	5 10/20/40 80	ВР1 – СР1 (8-бит & 10-бит) [26-дней]	Продажа не найдена (Открытый доступ) [IRSO NRSC]	Неизвестно МСК: <b>Her</b> МСК CM: <b>Her</b>

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

### РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Диапазон (центральной частота (GHz)) [длина волны (см)]	Направление обзора (ширина полосы обзора (км)) [угол падения]	Поляризация (цикл повторения/время повторного посещения) [Радиометрическое разрешение (битность)]	Класс пространственного разрешения (азимут, дальность) [режим датчика]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ	
<b>Вышедшие из эксплуатации</b>										
SEASAT (PCA)	США (NASA)	(1978–1978)	ДГС (785) [108°]	L-диапазон (1.275) [23.5]	Правосторонн. напр. обзора (100) [22°]	Одинарный (только НН) (17-дней) [5-бит]	BP2 (6,25) [Режим изображения]	Ограниченный/ Нечастое (1978) (Открытый доступ) [ESA Earth Online]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b>	
Resurs-O1-N1 (PCA -Travers)	Россия (Роскосмос)	(1985–1988)	ССО (620) [98°]	L-диапазон (1.227) [23.4] S-диапазон 3.28 [9.1]	Неизвестно (80) [35°]	Одинарный (21-дней) [4-бит]	BP2 (20,100) [PCA]	Неизвестно/ Неизвестно (Неизвестно) [Неизвестный]	Неизвестно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>	
ERS-1 (AMI- PCA)	Европейский союз (ЕКА)	(1991–2000)	ССО (785) [98.52°]	С-диапазон (5.3) [5.6]	Правосторонн. напр. обзора (100) [20.1°-25.9°]	Одинарный (только VV) (35-дней) [8-бит (4I+4Q)]	BP2 (5,25) [Режим изображения]	Обширный/Частый (1991–1999) (Ограниченный доступ) [ESA ODC]	Бесплатно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Н/Д</b>	
ERS-2 (AMI- PCA)		(1991–2000)						Обширный/Частый (1995–1999) (Ограниченный доступ) [ESA ODC]		
JERS-1 [FUYO-1] (PCA)	Япония (JAXA)	(1992–1998)	ССО (568) [98°]	L-диапазон (1.275) [23.5]	Правосторонн. напр. обзора (75) [32°-38°]	Одинарный (только НН) (44-дней) [3-бит]	BP2 (6,18) [Режим изображения]	Обширный/Частый (1992–1998) (Открытый доступ) [ESA ODC]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Да</b> МСК Архив: <b>Бесп.</b>	
Space Shuttle Endeavour [SIR-C] (C-RADAR / X-RADAR)	Международный (NASA/ DLR/ASI)	(1994)	НОО (224) [57°]	S-диапазон (5.3) [5.6]	Н/Д (15–90) [20°-55°]	Двойной (Н/Д) [8-бит]	CP1 (30) [Scan SAR]	В.Ограниченное/ Нечастый (1994) (Открытый доступ) [USGS Earth Explorer]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>	
				L-диапазон (1.275) [23.5]						Очень ограниченный/ нечастый (1994) (Открытый доступ) [EOWEB Geoportat]
				X-диапазон (9.6) [3.1]						BP2 (25) [Scan SAR]

RADARSAT-1 (PCA)	Канада (CSA)	(1995–2013)	ССО (798) [98.59°]	С-диапазон (5.3) [5.65]	Правосторонн. напр. обзора (40–500) [20°-52°]	Одинарный (только-НН) (24-дней) [8-бит (4I+4Q)]	BP1 - CP1 (8,8) [Маршрутный режим]	Обширный/ периодический (1997–2007) (Ограниченный доступ) [ASF Vertex & NASA EarthData]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Да</b> <u>Полный Архив и заявки: П.п.</u>
Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Диапазон (центральная частота (GHz)) [длина волны (см)]	Направление обзора (ширина полосы обзора (км)) [угол падения]	Поляризация (цикл повторения/время повторного посещения) [Радиометрическое разрешение (битность)]	Класс пространственного разрешения (азимут, дальность) [режим датчика]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) ЕО]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК МСК СМ
Вышедшие из эксплуатации									
PRIRODA-MIR (SAR-Travers)	Россия (Роскосмос)	(1996–2001)	ССО (400) [98.59°]	L-диапазон (1.227) [23.4] S-диапазон (3.28) [9.1 см]	Неизвестно (50) [35°]	Одинарный (6-дней *) [4-бит] * Время повторного посещения	BP2 (20,100) [PCA]	Неизвестно*/ Неизвестно* (Неизвестный) [Неизвестный] *Невозможно найти данные. Доступ к порталу	Неизвестно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>
Space Shuttle Endeavour [Shuttle Radar Topography Mission] (C-RADAR / X-RADAR)	США (NASA)	(февраль–2000)	НОО (233) [57°]	С-диапазон (5.3) [5.6] X-диапазон (9.6) [3.1]	Н/Д (50–225) [15°-55°] Н/Д (50–225) [17°- 60°]	Двойной (Н/Д) [8-бит] Одинарный (Н/Д) [12-бит]	CP 1 (30) [Широкозахватный режим Скансар] BP2 (25) [Широкозахватный режим Скансар]	Обширный/ Периодический (2000) (Открытый доступ) [USGS EarthExplorer]	Бесплатно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>
ENVISAT (ASAR)	Европейский союз (ЕКА)	(2002–2012)	ССО (774) [98.5°]	С-диапазон (5.331) [5.6]	Правосторонн. напр. обзора (100–400) [15°-45°]	Одинарный/ Двойной (35-дней) [8-бит (4I+4Q)]	BP2 – HP (10,30) [Режим обзора]	Обширный/частый (2002–2012) (Ограниченный доступ) [ESA ODC]	Бесплатно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Н/Д</b>
ALOS (PALSAR)	Япония (JAXA)	(2006–2011)	ССО (692) [98.16°]	L-диапазон (1.27) [23.6]	Правосторонн. напр. обзора (40–350) [10°-51°]	Одинарный/ Двойной (46-дней) [5-бит]	BP2 – CP1 (10,30) [Режим обзора]	Обширный/ Периодический (2006–2010) (Открытый доступ) [ESA ODC]	Платно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Н/Д</b> <u>МСК Архив: Бесп.</u>
ALOS-2 (PALSAR2)		(2014 – ≥ 2020)	ССО (640) [97.9°]	L-диапазон (1.27) [23.6]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (25–350) [7.3°-58.8°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная (14-дней) [32-бит (16I+16Q)]	OBP1 – CP1 (1,3) [Прожекторный режим обзора]	Обширный/частый (2014–2019) (Открытый доступ) [ALOS PLATFORM]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>
Действующие									
RADARSAT-2 (PCA)	Канада (CSA)	(2007– ≥ 2019)	ССО (798) [98.59°]	С-диапазон (5.405) [5.55]	Правосторонн. напр. обзора (18–500) [20°- 49°]	Одинарный/ Двойной/ Четырехдиапазонный (24- дней) [8-бит (4I+4Q)]	OBP1 – CP1 (1,3) [Прожекторный режим обзора]	Обширный/частый (2009–2019) (Ограниченный доступ) [MDA RADAR-SAT-2 Portal]	Платно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Да</b> <u>Полный Архив и заявки: п.п.</u>
Спутниковая съемочная система (аппарат)	Страна (Оператор)	Срок функционирования	Тип орбиты (Высота (км))	Диапазон (центральная частота (GHz)) [длина волны (см)]	Направление обзора	Поляризация (цикл повторения/время повторного посещения)	Класс пространственного разрешения	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК

раг) [Название съемочной системы] (Датчик)		(г. г.)	[Наклон]	ная частота (GHz) [длина волны (см)]	(ширина полосы обзора(км)) [угол падения]	[Радиометрическое разрешение (битность)]	шения (азимут, дальность) [режим датчика]	Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	МСК СМ	
Действующие										
TerraSAR-X [TSX] (PCA-X)	Германия (DLR)	(2007 – ≥ 2019)	ССО (515) [97.4°]	X-диапазон (9.65) [3.1]	Правосторонн. напр. обзора (4–270) [20°- 45°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная (11-дней) [32-bit (16I+16Q)]	ОВР1 – СР1 (0.24 x 0.6) [Прожекторный режим обзора]	Обширный/Нечастый (2007–2017) (Открытый доступ) [EOWEB Geoportal]	Платно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Да</u> Полный Архив и заказы: <u>П.п.</u>	
TanDEM-X [TDX] (PCA-X)		(2010 – ≥ 2019)								Продажа не найдено (Открытый доступ) [EOWEB Geoportal]
COSMO-SkyMed-1 [CSK-1] (PCA 2000)	Италия (ASI)	(2007 – ≥ 2019)	ССО (620) [97.86°]	X-диапазон (9.65) [3.1]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (10–200) [20°-50°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная (16-дней) [16bit (8I+8Q)]	ОВР1 – СР1 (≤ 1 x ≤ 1) [Прожекторный режим обзора]	Ограниченное/Частое (2008–2017) (Ограниченный доступ) [ASI e-geos Catalog]	Платно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Да</u> Полный Архив и заказы: <u>П.п.</u>	
COSMO-SkyMed-2 [CSK-2] (PCA 2000)		(2008 – ≥ 2019)								Обширный/Частый (2008–2019) (Ограниченный доступ) [ASI e-geos Catalog]
COSMO-SkyMed-3 [CSK-3] (PCA 2000)										В.Ограниченное/ Нечастый (2009–2016) (Ограниченный доступ) [ASI e-geos Catalog]
COSMO-SkyMed-4 [CSK-4] (PCA 2000)		(2010 – ≥ 2019)								Обширный/Частый (2011–2019) (Ограниченный доступ) [ASI e-geos Catalog]
RISAT-2 (PCA-C)	Индия (ISRO)	(2009 – ≥ 2019)	ДГС (550) [41°]	X-диапазон (9.59) [3.1]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (10–50) [20°- 45°]	Одинарный/ Двойной (14-дней) [Неизвестно]	ОВР1 – СР1 (≤ 1, ≤ 1) [Прожекторный режим обзора]	Неизвестно*/Неизвестно* В.Ограниченный доступ [Неизвестно] *Невозможно найти портал доступа к данным	Платно МСК: <u>Нет</u> МСК СМ: <u>Нет</u>	
KOMPSAT-5 (COSI)	Ю. Корея (KARI)	(2013 – ≥ 2019)	ССО (550) [97.6°]	X-диапазон (9.66) [3.1]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (5–100) [20° - 45°]	Одинарный/ Двойной (28-дней) [16bit (8I+8Q)]	ОВР1 – СР1 (≤ 1, ≤ 1) [Точечный PCA]	В.Ограниченный/ Нечастое (2014–2016) (Ограниченный доступ) [ESA ODC]	Платно МСК: <u>Да</u> МСК СМ: <u>Нет</u>	

Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Диапазон (центральная частота (GHz)) [длина волны (см)]	Направление обзора (ширина полосы обзора(км)) [угол падения]	Поляризация (цикл повторения/время повторного посещения) [Радиометрическое разрешение (битность)]	Класс пространственного разрешения (азимут, дальность) [режим датчика]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО / ПЛАТНО МСК СМ
<b>Действующие</b>									
Sentinel-1A [SI-A] (PCA -C)	Европейский союз (ЕКА)	(2014 – ≥ 2021)	CCO (693) [98.2°]	С-диапазон (5.405) [5.55]	Правосторонн. напр. обзора (80–400) [15°- 45°]	Одинарный/ Двойной (12-дней) [32-bit (16I+16Q)]	BP1 – CP1 (5,5) [Маршрутный режим]	Обширный/Частый (2014–2024) (Открытый доступ) [Copernicus OAH]	Бесплатно ССМ: <b>Нет</b> ESA TPM: <b>Да</b>
Sentinel-1B [SI-B] (PCA -C)		(2016 – ≥ 2023)	CCO (693) [98.2°]					Обширный/Частый (2016–2024) (Открытый доступ) [Copernicus OAH]	
Gaofen-3 [GF-3] (C-PCA)	Китай (CNSA)	(2016 – ≥ 2024)	CCO (755) [98.4°]	С-диапазон (5.4) [5.55]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (10–650) [20°- 50°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная (29-дней) [8-bit]	OBP1 – HP1 (1,1) [Прожекторный режим обзора]	Неизвестно/ Неизвестно (Нет доступа) [CRESDA LOSDS Platform]	Нет доступа ССМ: <b>Нет</b> ESA TPM: <b>Нет</b>
PAZ [SEOSAR] (Paz PCA-X)	Испания (MDE/ CDTI)	(2018 – ≥ 2023)	CCO (514) [97.4°]	Х-диапазон (9.65) [3.1]	Правосторонн. напр. обзора (5–100) [15°- 60°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная (11-дней) [16-bit (8I+8Q)]	OBP1 – CP1 (≤ 1, ≤ 1) [Прожекторный режим обзора]	В настоящее время недоступно (Ограниченный доступ) [TBD]	Платно МСК: <b>Да</b> МСК СМ: <b>Нет</b>
SAOCOM-1A (PCA -L)	Аргентина (CONAE)	(2018 – ≥ 2023)	CCO (620) [97.89°]	L-диапазон (1.275) [23.5]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (30–320) [15°– 50°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная 16-дней [TBD]	BP1 – CP1 (≤10, ≤10) [Маршрутный режим]	В настоящее время недоступно (Неизвестно) [TBD]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>
RCM-1 RCM-2 RCM-3 [RADARSAT Constellation Mission] (SAR-RCM)	Канада (CSA)	(2019 – ≥ 2026)	CCO (592) [97.7°]	С-диапазон (5.405) [5.55]	Правосторонн. напр. обзора (20–350) [20° - 49°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная 12-дней [TBD]	BP1 – CP1 (1,3) [Прожекторный режим обзора]	В настоящее время недоступно (Ограниченный доступ) [ASI e-geos Catalogue]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>
CSG-1 CSG-2 [COSMO-SkyMed Second Generation] (SAR-2000SG)	Италия (ASI)	(2019 – ≥ 2026) (2022 – ≥ 2029)	CCO (629) [97.88°]	Х-диапазон (9.60) [3.1]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (10–320) [20° - 50°]	Одинарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная 16-дней [TBD]	BP1 – CP1 (0.35, 0.55) [Прожекторный режим обзора]	В настоящее время недоступно (Ограниченный доступ) [ASI e-geos Catalogue]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Да</b>

Спутниковая съемочная система (аппарат) [Название съемочной системы] (Датчик)	Страна (Оператор)	Срок функционирования (г. г.)	Тип орбиты (Высота (км)) [Наклон]	Диапазон (центральная частота (GHz)) [длина волны (см)]	Направление обзора (ширина полосы обзора(км)) [угол падения]	Поляризация (цикл повторения/время повторного посещения) [Радиометрическое разрешение (битность)]	Класс пространственного разрешения (азимут, дальность) [режим датчика]	Пространственное/ Временное покрытие в азербайджанском секторе Каспийского моря (категория доступа) [портал(ы) EO]	БЕСПЛАТНО/ ПЛАТНО МСК МСК СМ
RISAT-2B	Индия (ISRO)	(2019 – ≥ 2024)	НОО (557.4) [37.0°]	Х-диапазон (9.59) [3.6]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (10–50) [20°- 45°]	Одиарный/ Двойной (14-дней) [Неизвестно]	BP1 (1 x 0.5 и 0.5 x 0.3) [Прожекторный режим обзора]	Неизвестно*/Неизвестно* В.Ограниченный доступ [Неизвестно] *Невозможно найти портал доступа к данным	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>
RISAT-2BR-1									
RISAT-2BR-2									
SAOCOM-1B (PCA -L)	Аргентина (CONAE)	(2020 – ≥ 2025)	ССО (629) [97.89°]	Л-диапазон (1.275) [23.5]	Правосторонн. или левосторонн. напр. обзора (30–320) [15°– 50°]	Одиарная/ Двойная/ Четырехдиапазонная 16-дней [TBD]	BP1 – CP1 (≤10, ≤10) [Маршрутный режим]	В настоящее время недоступно (Неизвестно) [TBD]	Платно МСК: <b>Нет</b> МСК СМ: <b>Нет</b>

LEO (Low Earth Orbit) – низкая околоземная орбита.

ДГС – дрейфующий геостационарный спутник.

НОО – низкая околоземная орбита.

ПП – проектное предложение.

ОЭО – околоэкваториальная орбита.

NEqO – околоэкваториальная орбита.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

## АРХИВНЫЕ АЭРОФОТОСНИМКИ МАСШТАБА 1 : 40 000

Блок/Номера маршрутов съемки	Номера маршрутов съемки	Номера снимков
С	1	2130–2128
	2	2124–2116
	3	2102–2115
	4	2099–2082
	5	1965–1984
	6	1512–1480
	7	15133–1513
	7	3383–3374
	8	1512–1480
	8	3365–3373
	9	1440–1479
	10	1439–1399
	11	3386–3424
	12	3328–3363
	13	3299–3327
	14	3266–3297
	15	2699–2722
	16	2673–2696
	17	2654–2672
	18	2628–2652
	19	2594–2627
	20	2560–2593
	21	2518–2557

Номера точек	Географическая Широта WGS-84	Географическая Долгота WGS-84	Высота полета	Номера снимков	Блок/Номера маршрутов съемки
00001	40 30 33.41948	48 39 31.07027	7053,750	2560	Блок С Маршрут 20
00002	40 31 48.64044	48 37 21.78682	7047.129	2561	Маршрут 20
00003	40 33 04.71283	48 35 11.46224	7057.422	2562	Маршрут 20
00004	40 34 19.64006	48 33 03.03289	7066.644	2563	Маршрут 20
00005	40 35 45.34357	48 30 34.89930	7079.301	2564	Маршрут 20
00006	40 37 07.73285	48 28 13.64444	7064.655	2565	Маршрут 20
00007	40 38 18.99290	48 26 10.79081	7076.133	2566	Маршрут 20
00008	40 39 30.77392	48 24 05.56150	7066.709	2567	Маршрут 20
00009	40 40 42.74922	48 22 02.34480	7057.664	2568	Маршрут 20
00010	40 41 55.38599	48 19 56.42656	7058.245	2569	Маршрут 20
00011	40 43 09.24859	48 17 46.53960	7051.994	2570	Маршрут 20
00012	40 44 23.64202	48 15 37.83355	7058.147	2571	Маршрут 20
00013	40 45 37.91030	48 13 28.26966	7058.638	2572	Маршрут 20
00014	40 47 03.84544	48 11 00.44592	7063.922	2573	Маршрут 20
00015	40 48 03.84544	48 08 31.90297	7078.672	2574	Маршрут 20
00016	40 49 59.03393	48 05 54.66757	7077.686	2575	Маршрут 20

00017	40 51 48.82406	48 02 42.09860	7069.544	2576	Маршрут 20
00018	40 53 35.47226	47 59 34.00847	7053.408	2577	Маршрут 20
00019	40 54 44.64684	47 57 34.70065	7056.588	2578	Маршрут 20
00020	40 55 53.34478	47 55 31.49040	7053.511	2579	Маршрут 20
00021	40 57 03.46565	47 53 30.12482	7063.657	2580	Маршрут 20
00022	40 58 12.99493	47 51 28.57126	7063.101	2581	Маршрут 20
00023	40 59 20.23645	47 49 27.88198	7063.023	2582	Маршрут 20
00024	41 00 27.36245	47 47 32.86104	7068.035	2583	Маршрут 20
00025	41 01 33.59089	47 45 32.76356	7080.124	2584	Маршрут 20
00026	41 02 43.59606	47 43 31.75216	7069.521	2585	Маршрут 20
00027	41 03 53.26272	47 41 27.05881	7076.148	2586	Маршрут 20
00028	41 04 58.46077	47 39 33.05455	7076.943	2587	Маршрут 20
00029	41 06 04.55134	47 37 35.78477	7064.021	2588	Маршрут 20
00030	41 07 08.77375	47 35 48.85001	7055.237	2589	Маршрут 20
00031	41 08 06.30956	47 34 00.90991	7057.193	2590	Маршрут 20
00032	41 09 02.57596	47 32 16.37660	7058.208	2591	Маршрут 20
00033	41 10 03.50054	47 10 30.40502	7053.564	2592	Маршрут 20
00034	41 11 02.43150	47 28 45.71188	7058.332	2593	Маршрут 20
00035	41 09 18.25578	47 38 45.42752	7689.951	2594	Блок С Маршрут 19
00036	41 07 44.21824	47 41 12.64549	7689.617	2595	Маршрут 19
00037	41 06 51.84108	47 42 47.12706	7690.009	2596	Маршрут 19
00038	41 05 49.87504	47 44 36.75786	7700.293	2597	Маршрут 19
00039	41 04 45.22080	47 46 27.54253	7701.499	2598	Маршрут 19
00040	41 03 45.35294	47 48 16.08754	7696.835	2599	Маршрут 19
00041	41 02 42.99299	47 50 06.92034	7698.535	2600	Маршрут 19
00042	41 01 40.07651	47 51 58.12996	7693.571	2601	Маршрут 19
00043	41 00 30.22103	47 54 02.02147	7688.207	2602	Маршрут 19
00044	40 59 04.32895	47 56 38.58713	7702.790	2603	Маршрут 19
00045	40 58 12.25286	47 58 07.86889	7707.509	2604	Маршрут 19
00046	40 57 37.72868	47 59 08.43925	7708.121	2605	Маршрут 19
00047	40 57 03.55212	48 00 08.17614	7708.859	2606	Маршрут 19
00048	40 56 27.52472	48 01 12.00547	7703.824	2607	Маршрут 19
00049	40 55 12.58720	48 03 21.67182	7688.256	2608	Маршрут 19
00050	40 54 04.97221	48 05 24.62143	7693.084	2609	Маршрут 19
00051	40 53 02.49234	48 07 13.25790	7683.482	2610	Маршрут 19
00052	40 52 00.90174	48 09 04.98265	7677.762	2611	Маршрут 19
00053	40 51 00.68850	48 10 52.07135	7685.285	2612	Маршрут 19
00054	40 49 57.96721	48 12 42.08699	7679.870	2613	Маршрут 19
00055	40 48 47.91031	48 14 45.85034	7670.506	2614	Маршрут 19
00056	40 47 37.95428	48 16 53.40018	7697.411	2615	Маршрут 19
00057	40 46 28.97112	48 18 55.99980	7710.892	2616	Маршрут 19
00058	40 38 01.28663	48 33 02.41236	7679.884	2617	Маршрут 19
00059	40 39 10.40746	48 31 08.03010	7690.892	2618	Маршрут 19
00060	40 40 21.60797	48 29 05.66761	7691.027	2619	Маршрут 19
00061	40 41 40.60187	48 26 49.84692	7694.921	2620	Маршрут 19
00062	40 43 00.76710	48 24 31.26935	7688.554	2621	Маршрут 19
00063	40 44 31.53998	48 21 55.40666	7676.366	2622	Маршрут 19
00064	40 45 57.92796	48 19 24.23395	7684.605	2623	Маршрут 19
00065	40 47 21.60456	48 16 57.55379	7682.735	2624	Маршрут 19
00066	40 48 41.21086	48 14 40.93595	7710.091	2625	Маршрут 19
00067	40 49 53.61175	48 12 34.54754	7695.480	2626	Маршрут 19
00068	40 51 05.52413	48 10 28.42716	7681.979	2627	Маршрут 19
00069	40 34 49.94479	48 45 03.96317	8619.510	2628	Блок С Маршрут 18

00070	40 36 43.90945	48 41 49.73503	8621.980	2629	Маршрут 18
00071	40 38 21.96503	48 38 58.34357	8616.881	2630	Маршрут 18
00072	40 39 55.45796	48 36 19.29629	8619.224	2631	Маршрут 18
00073	40 41 18.62833	48 33 58.63086	8628.330	2632	Маршрут 18
00074	40 42 39.41309	48 31 36.38377	8641.464	2633	Маршрут 18
00075	40 44 22.60068	48 28 39.55742	8641.862	2634	Маршрут 18
00076	40 45 59.39496	48 25 52.08114	8630.722	2635	Маршрут 18
00077	40 47 12.73866	48 23 44.19294	8633.606	2636	Маршрут 18
00078	40 48 28.02553	48 21 34.42860	8628.047	2637	Маршрут 18
00079	40 49 46.10744	48 19 18.43849	8638.820	2638	Маршрут 18
00080	40 51 07.12782	48 16 56.68320	8645.820	2639	Маршрут 18
00081	40 52 25.83955	48 14 43.21752	8644.978	2640	Маршрут 18
00082	40 53 41.88206	48 12 26.63683	8634.487	2641	Маршрут 18
00083	40 55 14.63336	48 09 45.68364	8616.252	2642	Маршрут 18
00084	40 56 35.07086	48 07 27.30306	8630.314	2643	Маршрут 18
00085	40 57 52.88983	48 05 10.52552	8654.384	2644	Маршрут 18
00086	40 59 11.70791	48 02 51.77749	8667.767	2645	Маршрут 18
00087	41 00 23.54674	48 00 43.72657	8657.507	2646	Маршрут 18
00088	41 01 38.58031	47 58 34.17967	8644.667	2647	Маршрут 18
00089	41 02 54.46896	47 56 19.99183	8630.072	2648	Маршрут 18
00090	41 04 02.65415	47 54 19.73642	8615.106	2649	Маршрут 18
00091	41 05 01.67867	47 52 37.18952	8627.193	2650	Маршрут 18
00092	41 06 09.74833	47 50 36.04405	8640.559	2651	Маршрут 18
00093	41 07 27.05678	47 48 19.92290	8639.400	2652	Маршрут 18
00094	41 08 21.82657	47 46 15.68680	8654.510	2653	Маршрут 18
00095	41 06 26.08492	47 56 39.85735	9570.114	2654	Блок С Маршрут 17
00096	41 05 14.43973	47 58 48.65185	9570.879	2656	Маршрут 17
00097	41 03 57.66203	48 01 01.40102	9587.372	2657	Маршрут 17
00098	41 02 39.81192	48 03 21.10471	9584.629	2658	Маршрут 17
00099	41 01 19.49876	48 05 41.54431	9588.472	2659	Маршрут 17
000100	40 59 40.70956	48 08 33.90835	9606.100	2670	Маршрут 17
000101	40 57 58.51717	48 11 32.48722	9593.119	2671	Маршрут 17
000102	40 56 15.20945	48 14 33.11761	9598.652	2672	Маршрут 17
000103	40 54 43.39058	48 17 14.96638	9595.341	2673	Маршрут 16
000104	40 53 06.54702	48 20 02.93176	9592.875	2674	Блок С Маршрут 16
000105	40 51 23.93381	48 23 00.59320	9584.074	2675	Маршрут 16
000106	40 49 46.69000	48 25 48.30254	9590.174	2676	Маршрут 16
000107	40 48 09.67457	48 28 36.94850	9594.116	2677	Маршрут 16
000108	40 46 41.17336	48 31 11.98258	9569.670	2678	Маршрут 16
000109	40 44 47.73667	48 34 25.71244	9567.042	2679	Маршрут 16
000110	40 42 49.56610	48 37 50.59178	9569.779	2680	Маршрут 16
000111	40 41 04.11688	48 40 52.00666	9584.243	2681	Маршрут 16
000112	40 39 17.64176	48 43 54.27815	9578.585	2682	Маршрут 16
000113	40 37 22.39162	48 47 09.85312	9577.937	2683	Маршрут 16
000114	40 37 39.51566	48 53 10.57826	9586.266	2684	Маршрут 16
000115	40 39 22.24454	48 50 14.79476	9572.069	2685	Маршрут 16
000116	40 41 18.82842	48 46 57.87955	9582.437	2686	Маршрут 16
000117	40 42 54.43880	48 44 13.90913	9589.711	2687	Маршрут 16
000118	40 44 23.87173	48 41 38.91102	9578.514	2688	Маршрут 16
000119	40 45 57.29962	48 38 56.50721	9598.903	2689	Маршрут 16
000120	40 47 33.96430	48 36 11.35807	9594.774	2690	Маршрут 16
000121	40 49 20.59057	48 33 04.05061	9586.754	2691	Маршрут 16
000122	40 50 51.17903	48 30 28.27091	9575.597	2692	Маршрут 16

000123	40 52 08.49065	48 28 14.79918	9575.313	2693	Маршрут 16
000124	40 53 37.22982	48 25 41.37910	9599.929	2694	Маршрут 16
000125	40 55 10.01010	48 22 58.73023	9592.866	2695	Маршрут 16
000129	41 01 13.53274	48 12 24.11496	9585.346	2699	Блок С Маршрут 15
000130	41 02 24.13831	48 10 21.32404	9571.953	2700	Маршрут 15
000131	41 03 30.01594	48 08 26.78057	9582.983	2701	Маршрут 15
000132	41 04 33.70595	48 06 35.56879	9591.301	2702	Маршрут 15
000133	41 05 37.11253	48 04 44.35828	9581.047	2703	Маршрут 15
000134	41 06 45.83365	48 02 42.01354	9599.223	2704	Маршрут 15
000135	41 07 59.39285	48 00 32.27760	9580.704	2705	Маршрут 15
000136	41 09 09.78862	47 58 27.54653	9585.997	2706	Маршрут 15
000137	41 10 26.51225	47 56 08.14325	9573.541	2707	Маршрут 15
000138	41 10 36.94307	47 55 09.94681	9583.581	2708	Маршрут 15
000139	41 10 17.07233	47 53 58.33327	9585.585	2709	Маршрут 15
000140	41 10 01.94491	48 03 33.38960	9567.475	2710	Маршрут 15
000141	41 08 49.02529	48 05 37.44107	9582.838	2711	Маршрут 15
000142	41 07 43.07833	48 07 36.09977	9582.756	2712	Маршрут 15
000143	41 06 36.24257	48 09 33.61212	9579.966	2713	Маршрут 15
000144	41 05 25.81058	48 11 38.43071	9568.505	2714	Маршрут 15
000145	41 04 14.01683	48 13 44.02474	9599.795	2715	Маршрут 15
000146	41 03 02.65288	48 15 47.59222	9583.749	2716	Маршрут 15
000147	41 01 48.71226	48 17 55.95061	9580.880	2717	Маршрут 15
000148	41 00 29.78129	48 20 15.18432	9591.287	2718	Маршрут 15
000149	40 59 09.00132	48 22 35.18630	9582.242	2719	Маршрут 15
000150	40 57 48.47681	48 24 55.38082	9575.288	2720	Маршрут 15
000151	40 56 34.93169	48 27 04.07466	9580.634	2721	Маршрут 15
000152	40 55 05.01676	48 29 40.77294	9580.408	2722	Маршрут 15
00001	40 36 52.07760	49 04 24.38166	9164.022	3266	Блок С Маршрут 14
00002	40 37 34.99766	49 03 09.79808	9168.552	3267	Маршрут 14
00003	40 38 04.33637	49 02 19.05562	9176.232	3268	Маршрут 14
00004	40 38 50.71909	49 00 59.39194	9172.881	3269	Маршрут 14
00005	40 40 14.62364	48 58 35.15711	9169.736	3270	Маршрут 14
00006	40 41 34.58022	48 56 17.64748	9168.756	3271	Маршрут 14
00007	40 42 59.09112	48 53 53.32099	9172.404	3272	Маршрут 14
00008	40 44 50.70667	48 50 40.79349	9168.134	3273	Маршрут 14
00009	40 46 17.38751	48 48 12.38522	9171.811	3274	Маршрут 14
00010	40 47 37.97912	48 45 52.93303	9161.097	3275	Маршрут 14
00011	40 48 59.50008	48 43 32.02064	9166.979	3276	Маршрут 14
00012	40 50 21.12972	48 41 11.31068	9171.866	3277	Маршрут 14
00013	40 52 07.75956	48 38 07.54678	9174.316	3278	Маршрут 14
00014	40 53 36.09413	48 35 33.60336	9174.145	3279	Маршрут 14
00015	40 54 41.92088	48 33 39.83602	9177.296	3280	Маршрут 14
00016	40 55 51.14809	48 31 39.84024	9167.151	3281	Маршрут 14
00017	40 57 00.84661	48 29 37.50896	9152.691	3282	Маршрут 14
00018	40 58 12.59263	48 27 32.08889	9150.933	3283	Маршрут 14
00019	40 59 22.62916	48 25 35.11398	9161.708	3284	Маршрут 14
00020	41 00 33.00282	48 23 27.78162	9165.315	3285	Маршрут 14
00021	41 02 01.28069	48 20 55.38451	9163.274	3286	Маршрут 14
00022	41 03 04.12495	48 19 03.62824	9164.662	3287	Маршрут 14
00023	41 04 10.22765	48 17 09.10187	9176.453	3288	Маршрут 14
00024	41 05 19.19702	48 15 08.65890	9182.287	3289	Маршрут 14
00025	41 06 21.31459	48 13 20.51926	9194.578	3290	Маршрут 14
00026	41 07 27.24362	48 11 25.22407	9171.426	3291	Маршрут 14

00027	41 08 25.36703	48 09 41.98406	9168.342	3292	Маршрут 14
00028	41 09 22.13316	48 08 01.87033	9167.330	3293	Маршрут 14
00029	41 10 20.54975	48 06 15.93432	9150.260	3294	Маршрут 14
00030	41 11 30.08965	48 04 14.78028	9151.628	3295	Маршрут 14
00031	41 12 44.77201	48 02 02.76464	9148.233	3296	Маршрут 14
00032	41 13 58.01430	47 59 52.09541	9149.238	3297	Маршрут 14
00033	41 15 29.85149	48 04 46.68668	8825.466	3299	Блок С Маршрут 13
00034	41 14 36.38191	48 06 27.80039	8803.270	3300	Маршрут 13
00035	41 13 41.47442	48 08 04.67063	8812.501	3301	Маршрут 13
00036	41 11 42.95926	48 11 33.27871	8829.466	3302	Маршрут 13
00037	41 10 18.56046	48 14 01.87004	8826.428	3303	Маршрут 13
00038	41 09 19.90296	48 15 45.07178	8839.213	3304	Маршрут 13
00039	41 08 22.25810	48 17 24.77886	8839.336	3305	Маршрут 13
00040	41 07 24.89588	48 19 05.96071	8830.813	3306	Маршрут 13
00041	41 06 06.70428	48 21 26.41838	8836.992	3307	Маршрут 13
00042	41 04 38.07714	48 24 04.33307	8824.015	3308	Маршрут 13
00043	41 03 06.61788	48 26 42.37310	8823.488	3309	Маршрут 13
00044	41 01 43.70153	48 29 02.17021	8823.497	3310	Маршрут 13
00045	41 00 28.41527	48 31 14.98757	8825.178	3311	Маршрут 13
00046	40 58 37.98397	48 34 26.66294	8811.132	3312	Маршрут 13
00047	40 57 53.88116	48 35 43.59840	8824.873	3313	Маршрут 13
00048	40 56 48.87884	48 37 34.94856	8824.854	3314	Маршрут 13
00049	40 55 09.92132	48 40 28.26894	8825.898	3315	Маршрут 13
00050	40 54 18.11905	48 41 55.90979	8821.999	3316	Маршрут 13
00051	40 53 26.35660	48 43 27.18264	8836.693	3317	Маршрут 13
00052	40 52 15.80182	48 45 29.44847	8827.146	3318	Маршрут 13
00053	40 50 34.35065	48 48 24.57342	8810.183	3319	Маршрут 13
00054	40 49 13.70251	48 50 43.59048	8819.821	3320	Маршрут 13
00055	40 47 37.50554	48 53 28.60386	8825.956	3321	Маршрут 13
00056	40 45 53.71088	48 56 29.31248	8828.921	3322	Маршрут 13
00057	40 44 11.57201	48 59 25.12655	8840.765	3323	Маршрут 13
00058	40 42 51.63203	49 01 42.85160	8838.419	3324	Маршрут 13
00059	40 41 38.50904	49 03 45.30899	8836.275	3325	Маршрут 13
00060	40 40 01.43058	49 06 31.81295	8830.715	3326	Маршрут 13
00061	40 37 31.11582	49 10 49.39730	8823.846	3327	Маршрут 13
00062	40 36 55.95196	49 19 19.43576	8009.926	3328	Блок С Маршрут 12
00063	40 38 44.34508	49 16 18.22688	8013.207	3329	Маршрут 12
00064	40 40 11.11379	49 13 52.51310	8012.740	3330	Маршрут 12
00065	40 41 27.57959	49 11 38.66395	8019.800	3331	Маршрут 12
00066	40 42 38.84731	49 09 39.28928	8019.800	3332	Маршрут 12
00067	40 43 48.55213	49 07 40.26594	8013.140	3333	Маршрут 12
00068	40 44 57.30702	49 05 40.80948	8023.596	3334	Маршрут 12
00069	40 46 07.77302	49 03 42.31577	8011.856	3335	Маршрут 12
00070	40 47 16.92665	49 01 45.48605	8008.666	3336	Маршрут 12
00071	40 48 17.24796	48 59 59.19443	8001.654	3337	Маршрут 12
00072	40 49 37.86798	48 57 38.88400	8016.539	3338	Маршрут 12
00073	40 51 06.59322	48 55 06.00100	8032.327	3339	Маршрут 12
00074	40 52 33.75469	48 52 33.70631	8024.808	3340	Маршрут 12
00075	40 53 51.58068	48 50 21.61853	8017.236	3341	Маршрут 12
00076	40 55 03.00850	48 48 17.08279	8005.366	3342	Маршрут 12
00077	40 56 27.57415	48 45 52.27038	8024.001	3343	Маршрут 12
00078	40 57 48.53804	48 43 35.24588	8024.425	3344	Маршрут 12
00079	40 59 13.56036	48 41 06.14796	8018.300	3345	Маршрут 12

00080	41 00 33.73168	48 38 45.11972	8014.579	3346	Маршрут 12
00081	41 01 48.72130	48 36 33.75241	8007.204	3347	Маршрут 12
00082	41 02 58.18942	48 34 33.44005	8016.586	3348	Маршрут 12
00083	41 04 06.59546	48 32 31.45056	8023.146	3349	Маршрут 12
00084	41 05 16.55776	48 30 31.37206	8024.439	3350	Маршрут 12
00085	41 06 25.25728	48 28 30.04018	8027.731	3351	Маршрут 12
00086	41 07 35.39777	48 26 27.80729	8020.772	3352	Маршрут 12
00087	41 08 57.10715	48 24 09.49849	8025.700	3353	Маршрут 12
00088	41 10 15.98891	48 21 49.90442	8011.486	3354	Маршрут 12
00089	41 11 35.55074	48 19 24.13733	8002.728	3355	Маршрут 12
00090	41 12 44.25671	48 17 23.81273	8004.397	3356	Маршрут 12
00091	41 13 52.57117	48 15 24.89166	8003.653	3357	Маршрут 12
00092	41 14 59.30819	48 13 25.21052	7999.200	3358	Маршрут 12
00093	41 16 08.98727	48 11 23.87789	8000.617	3359	Маршрут 12
00094	41 17 16.66658	48 09 24.79954	7984.957	3360	Маршрут 12
00095	41 18 30.27823	48 07 17.60304	7972.077	3361	Маршрут 12
00096	41 19 21.92113	48 05 41.72482	8002.476	3362	Маршрут 12
00097	41 20 12.83604	48 04 12.91084	8005.108	3363	Маршрут 12
00098	41 27 59.89799	48 21 14.81378	7033.058	3365	Блок С Маршрут 8
00099	41 26 45.90632	48 23 24.00590	7032.345	3366	Маршрут 8
00100	41 25 05.45488	48 26 23.84884	7034.402	3367	Маршрут 8
00101	41 23 55.57013	48 28 26.54746	7032.762	3368	Маршрут 8
00102	41 22 58.53742	48 30 07.01795	7051.307	3369	Маршрут 8
00103	41 21 41.29956	48 32 24.03949	7040.740	3370	Маршрут 8
00104	41 20 20.77163	48 34 47.46490	7041.816	3371	Маршрут 8
00105	41 18 56.25400	48 37 15.81359	7035.565	3372	Маршрут 8
00106	41 17 45.07494	48 39 22.39654	7035.971	3373	Маршрут 8
00107	41 20 46.47437	48 41 38.09519	7042.244	3374	Маршрут 7
00108	41 21 58.01033	48 39 31.52498	7032.763	3375	Блок С Маршрут 7
00109	41 23 10.75092	48 37 26.06372	7031.439	3376	Маршрут 7
00110	41 24 20.80782	48 35 19.63896	7036.492	3377	Маршрут 7
00111	41 25 33.05320	48 33 12.50111	7041.373	3378	Маршрут 7
00112	41 26 46.14450	48 31 06.19028	7026.854	3379	Маршрут 7
00113	41 27 56.22509	48 28 59.75540	7030.390	3380	Маршрут 7
00114	41 29 08.93364	48 26 53.46906	7036.824	3381	Маршрут 7
00115	41 30 20.14762	48 24 44.77248	7039.689	3382	Маршрут 7
00116	41 31 31.16276	48 22 38.26819	7046.534	3383	Маршрут 7
00117	40 36 45.53284	49 27 12.73003	7677.610	3386	Блок С Маршрут 11
00118	40 38 25.13825	49 24 24.74896	7695.446	3387	Маршрут 11
00119	40 39 57.29897	49 21 45.94403	7693.142	3388	Маршрут 11
00120	40 41 18.63301	49 19 29.89726	7691.614	3389	Маршрут 11
00121	40 42 32.41631	49 17 22.92684	7691.373	3390	Маршрут 11
00122	40 43 47.23777	49 15 16.60727	7704.741	3391	Маршрут 11
00123	40 44 49.75174	49 13 29.46500	7686.801	3392	Маршрут 11
00124	40 45 46.17990	49 11 52.91884	7690.782	3393	Маршрут 11
00125	40 46 41.04016	49 10 15.80156	7695.766	3394	Маршрут 11
00126	40 47 39.01931	49 08 37.19184	7699.122	3395	Маршрут 11
00127	40 48 55.24783	49 06 26.60764	7692.764	3396	Маршрут 11
00128	40 50 12.09700	49 04 15.43264	7664.903	3397	Маршрут 11
00129	40 51 23.06026	49 02 13.27736	7690.447	3398	Маршрут 11
00130	40 52 40.87754	49 00 05.28430	7704.193	3399	Маршрут 11
00131	40 53 58.56065	49 57 47.40858	7691.314	3400	Маршрут 11
00132	40 55 15.93192	48 55 30.31702	7676.668	3401	Маршрут 11

00133	40 56 11.07020	48 53 59.10353	7677.298	3402	Маршрут 11
00134	40 57 17.71189	48 51 59.97578	7676.231	3403	Маршрут 11
00135	40 58 53.02646	48 49 16.95302	7674.853	3404	Маршрут 11
00136	40 59 48.48698	48 47 40.69003	7686.674	3405	Маршрут 11
00137	41 00 57.98077	48 45 41.47970	7682.413	3406	Маршрут 11
00138	41 02 14.98355	48 43 28.51190	7688.229	3407	Маршрут 11
00139	41 03 23.11351	48 41 28.85204	7671.574	3408	Маршрут 11
00140	41 04 30.55728	48 39 29.30728	7683.926	3409	Маршрут 11
00141	41 05 50.23676	48 37 10.06352	7677.214	3410	Маршрут 11
00142	41 07 10.83180	48 34 48.49064	7685.354	3411	Маршрут 11
00143	41 08 23.89168	48 32 41.13132	7692.159	3412	Маршрут 11
00144	41 09 19.46002	48 31 03.44420	7692.701	3413	Маршрут 11
00145	41 10 18.41884	48 29 21.74294	7666.905	3414	Маршрут 11
00146	41 11 09.95222	48 27 49.49503	7677.991	3415	Маршрут 11
00147	41 12 18.75589	48 25 49.44547	7673.254	3416	Маршрут 11
00148	41 13 39.84794	48 23 24.53975	7677.993	3417	Маршрут 11
00149	41 15 02.73503	48 20 59.06382	7679.549	3418	Маршрут 11
00150	41 16 27.17803	48 18 32.37354	7673.974	3419	Маршрут 11
00151	41 17 42.62219	48 16 16.93164	7664.155	3420	Маршрут 11
00152	41 19 13.57702	48 13 39.66586	7667.649	3421	Маршрут 11
00153	41 20 42.29844	48 11 01.86634	7688.103	3422	Маршрут 11
00154	41 21 56.23254	48 08 48.13303	7655.894	3423	Маршрут 11
00155	41 23 05.38415	48 06 51.29590	7678.669	3424	Маршрут 11
00043	40 38 17.60251	49 32 10.43830	6287.359	1399	Блок С Маршрут 10
00044	40 39 30.91028	49 30 06.36779	6300.027	1400	Маршрут 10
00045	40 40 43.00662	49 28 02.09446	6286.916	1401	Маршрут 10
00046	40 41 57.11644	49 25 56.65192	6288.153	1402	Маршрут 10
00047	40 43 09.69942	49 23 54.05273	6295.923	1403	Маршрут 10
00048	40 44 21.71807	49 21 49.94496	6280.923	1404	Маршрут 10
00049	40 45 35.07977	49 19 44.70589	6301.140	1405	Маршрут 10
00050	40 46 47.48182	49 17 41.90712	6300.782	1406	Маршрут 10
00051	40 48 00.00951	49 15 37.90712	6290.782	1407	Маршрут 10
00052	40 49 13.05736	49 13 32.64985	6293.768	1408	Маршрут 10
00053	40 50 25.80706	49 11 28.03250	6286.242	1409	Маршрут 10
00054	40 51 37.99894	49 09 23.26558	6292.846	1410	Маршрут 10
00055	40 52 50.54776	49 07 18.04991	6291.734	1411	Маршрут 10
00056	40 54 03.48811	49 05 13.30624	6276.928	1412	Маршрут 10
00057	40 55 15.86248	49 03 06.84925	6291.985	1413	Маршрут 10
00058	40 56 28.47170	49 01 01.54657	6284.704	1414	Маршрут 10
00059	40 57 40.37994	48 58 55.82658	6305.598	1415	Маршрут 10
00060	40 58 52.51871	48 56 52.46336	6303.315	1416	Маршрут 10
00061	41 00 04.42667	48 54 47.00844	6311.045	1417	Маршрут 10
00062	42 01 16.80708	48 52 42.14521	6305.290	1418	Маршрут 10
00063	41 02 29.77534	48 50 36.78576	6293.767	1419	Маршрут 10
00064	41 03 41.19966	48 48 31.20271	6300.227	1420	Маршрут 10
00065	41 04 53.36209	48 46 24.72805	6285.568	1421	Маршрут 10
00066	41 06 06.63458	48 44 20.21266	6286.396	1422	Маршрут 10
00067	41 07 18.19567	48 42 13.85564	6284.078	1423	Маршрут 10
00068	41 08 30.01747	48 40 08.93633	6263.897	1424	Маршрут 10
00069	41 09 41.49086	48 38 03.60236	6269.257	1425	Маршрут 10
00070	41 10 54.40663	48 35 56.74351	6299.738	1426	Маршрут 10
00071	41 12 06.54955	48 33 50.94115	6309.738	1427	Маршрут 10
00072	41 13 17.18839	48 31 45.46859	6310.409	1428	Маршрут 10

00073	41 14 30.52806	48 29 39.29291	6296.105	1429	Маршрут 10
00074	41 15 41.23415	48 27 33.00858	6294.301	1430	Маршрут 10
00075	41 16 53.67900	48 25 26.39338	6288.268	1431	Маршрут 10
00076	41 18 05.16794	48 23 19.79027	6291.720	1432	Маршрут 10
00077	41 19 17.07316	48 21 14.20153	6293.874	1433	Маршрут 10
00078	41 20 27.47400	48 19 07.44618	6302.001	1434	Маршрут 10
00079	41 21 40.03625	48 17 01.64224	6300.804	1435	Маршрут 10
00080	41 22 51.70411	48 14 53.95438	6285.147	1436	Маршрут 10
00081	41 24 03.09362	48 12 47.71451	6280.444	1437	Маршрут 10
00082	41 25 13.53882	48 10 40.07453	6301.762	1438	Маршрут 10
00083	41 26 25.52388	48 08 32.42616	6301.747	1439	Маршрут 10
00084	41 27 36.90785	48 14 11.17194	6256.661	1440	Блок С Маршрут 9
00085	41 26 25.55131	48 16 15.90175	6280.156	1441	Маршрут 9
00086	41 25 14.86236	48 18 24.45934	6278.438	1442	Маршрут 9
00087	41 24 02.66566	48 20 30.91542	6303.782	1443	Маршрут 9
00088	41 22 51.30714	48 22 37.67066	6304.440	1444	Маршрут 9
00089	41 21 39.43337	48 24 44.16343	6301.556	1445	Маршрут 9
00090	41 20 26.84231	48 26 50.10443	6293.889	1446	Маршрут 9
00091	41 19 16.15220	48 28 57.06534	6297.882	1447	Маршрут 9
00092	41 18 05.65686	48 31 03.52654	6288.943	1448	Маршрут 9
00093	41 16 52.96328	48 33 11.75263	6283.777	1449	Маршрут 9
00094	41 15 39.25717	48 35 14.70793	6278.594	1450	Маршрут 9
00095	41 14 28.49716	48 37 24.47404	6277.091	1451	Маршрут 9
00096	41 13 16.12200	48 39 26.81291	6272.155	1452	Маршрут 9
00097	41 12 03.95233	48 41 34.00354	6281.654	1453	Маршрут 9
00098	41 10 52.02786	48 43 40.20719	6284.887	1454	Маршрут 9
00099	41 09 41.19491	48 45 45.73552	6291.492	1455	Маршрут 9
00100	41 08 28.61315	48 47 51.84864	6297.445	1456	Маршрут 9
00101	41 07 17.31857	48 49 58.52773	6312.792	1457	Маршрут 9
00102	41 06 04.32842	48 49 58.52773	6294.340	1458	Маршрут 9
00103	41 04 51.81319	48 54 08.21513	6308.871	1459	Маршрут 9
00104	41 03 40.36673	48 56 13.77834	6295.140	1460	Маршрут 9
00105	41 02 27.13888	48 58 18.90775	6297.871	1461	Маршрут 9
00106	41 01 14.34716	49 00 25.13045	6303.731	1462	Маршрут 9
00107	41 00 02.32783	49 02 28.81871	6300.559	1463	Маршрут 9
00108	40 58 49.97237	49 04 35.64728	6296.570	1464	Маршрут 9
00109	40 57 38.27617	49 06 40.04737	6299.043	1465	Маршрут 9
00110	40 56 25.79456	49 08 44.18354	6299.946	1466	Маршрут 9
00111	40 55 11.88822	49 10 50.21310	6303.164	1467	Маршрут 9
00112	40 53 59.73533	49 12 53.87929	6293.315	1468	Маршрут 9
00113	40 52 48.23008	49 14 59.15591	6310.296	1469	Маршрут 9
00114	40 51 33.26173	49 17 02.33783	6289.969	1470	Маршрут 9
00115	40 50 21.78650	49 19 07.09586	6299.920	1471	Маршрут 9
00116	40 49 07.67320	49 21 09.71964	6312.449	1472	Маршрут 9
00117	40 47 56.42106	49 23 16.71083	6292.188	1473	Маршрут 9
00118	40 46 43.47901	49 25 21.22889	6299.448	1474	Маршрут 9
00119	40 45 31.27651	49 27 26.15656	6281.610	1475	Маршрут 9
00120	40 44 17.22923	49 29 28.51073	6282.191	1476	Маршрут 9
00121	40 43 06.00586	49 31 34.66963	6277.206	1477	Маршрут 9
00122	40 41 51.02102	49 33 36.31864	6268.505	1478	Маршрут 9
00123	40 40 39.23897	49 35 41.56505	6273.907	1479	Маршрут 9
00124	40 44 45.87562	49 36 14.56492	6308.077	1480	Блок С Маршрут 8
00125	40 45 59.17810	49 34 10.17865	6305.377	1481	Маршрут 8

00126	40 47 11.88337	49 32 05.72986	6295.577	1482	Маршрут 8
00127	40 48 25.30372	49 30 00.32872	6303.634	1483	Маршрут 8
00128	40 49 37.74446	49 27 56.20295	6294.335	1484	Маршрут 8
00129	40 50 51.47210	49 25 52.13464	6288.627	1485	Маршрут 8
00130	40 52 04.39568	49 23 48.26119	6282.666	1486	Маршрут 8
00131	40 53 17.32474	49 21 44.27219	6313.593	1487	Маршрут 8
00132	40 54 29.15852	49 19 39.51671	6308.860	1488	Маршрут 8
00133	40 55 42.38195	49 17 35.09527	6296.868	1489	Маршрут 8
00134	40 56 56.69981	49 15 31.04039	6300.730	1490	Маршрут 8
00135	40 58 09.10510	49 13 26.35349	6277.293	1491	Маршрут 8
00136	40 59 20.69840	49 11 21.15352	6311.653	1492	Маршрут 8
00137	41 00 33.24366	49 09 15.84367	6314.108	1493	Маршрут 8
00138	41 01 46.50172	49 07 10.58142	6307.238	1494	Маршрут 8
00139	41 02 58.46068	49 05 06.10624	6301.171	1495	Маршрут 8
00140	41 04 10.90135	49 02 59.50205	6302.723	1496	Маршрут 8
00141	41 05 22.17624	49 00 54.34722	6305.864	1497	Маршрут 8
00142	41 06 35.66246	48 58 48.29128	6311.260	1498	Маршрут 8
00143	41 07 46.17386	48 56 41.89808	6322.172	1499	Маршрут 8
00144	41 08 58.68665	48 54 37.69690	6306.472	1500	Маршрут 8
00145	41 10 10.43317	48 52 32.05668	6303.594	1501	Маршрут 8
00146	41 11 22.74760	48 50 25.29694	6298.867	1502	Маршрут 8
00147	41 12 35.12120	48 48 20.16425	6293.674	1503	Маршрут 8
00148	41 13 48.02588	48 46 14.32787	6287.470	1504	Маршрут 8
00149	41 14 59.86219	48 44 07.14484	6297.893	1505	Маршрут 8
00150	41 16 12.10112	48 42 01.84925	6300.960	1506	Маршрут 8
00151	41 17 24.00349	48 39 56.39407	6311.238	1507	Маршрут 8
00152	41 18 34.42784	48 37 51.03646	6303.768	1508	Маршрут 8
00153	41 19 46.30660	48 35 44.25864	6319.077	1509	Маршрут 8
00154	41 20 58.43627	48 33 36.08752	6316.502	1510	Маршрут 8
00155	41 22 09.45026	48 31 30.57413	6313.183	1511	Маршрут 8
00156	41 23 22.05276	48 29 24.67756	6310.642	1512	Маршрут 8
00157	41 24 21.70645	48 35 21.03446	6309.249	1513	Блок С Маршрут 7
00158	41 23 09.74688	48 37 26.76594	6298.133	1514	Маршрут 7
00159	41 21 57.07343	48 39 34.18852	6307.587	1515	Маршрут 7
00160	41 20 46.03261	48 41 40.67819	6303.649	1516	Маршрут 7
00161	41 19 32.49505	48 43 46.67718	6293.224	1517	Маршрут 7
00162	41 18 22.44269	48 45 52.48030	6299.162	1518	Маршрут 7
00163	41 17 09.88159	48 47 59.42774	6294.524	1519	Маршрут 7
00164	41 15 57.39797	48 50 05.98132	6302.849	1520	Маршрут 7
00165	41 14 45.80261	48 52 10.39753	6291.263	1521	Маршрут 7
00166	41 13 33.50255	48 54 16.33806	6306.864	1522	Маршрут 7
00167	41 12 21.83663	48 56 22.14139	6298.186	1523	Маршрут 7
00168	41 11 09.55248	48 58 27.86218	6280.023	1524	Маршрут 7
00169	41 09 56.81966	49 00 34.14118	6292.712	1525	Маршрут 7
00170	41 08 44.70783	49 02 40.33259	6287.822	1526	Маршрут 7
00171	41 07 32.00300	49 04 43.27723	6284.194	1527	Маршрут 7
00172	41 06 20.89404	49 06 50.20524	6277.036	1528	Маршрут 7
00173	41 05 06.20740	49 08 55.57495	6286.840	1529	Маршрут 7
00174	41 03 54.76313	49 11 01.00403	6285.855	1530	Маршрут 7
00175	41 02 42.00353	49 13 04.91970	6291.658	1531	Маршрут 7
00176	41 01 30.21694	49 15 11.21706	6310.041	1532	Маршрут 7
00177	41 00 17.19450	49 17 15.86328	6305.255	1533	Маршрут 7
00262	41 35 09.96216	48 31 43.33494	6163.246	1965	Блок С Маршрут 5

00263	41 33 58.09597	48 33 49.69397	6175.434	1966	Маршрут 5
00264	41 32 45.91237	48 35 55.24274	6180.284	1967	Маршрут 5
00265	41 31 35.23861	48 38 02.79254	6188.249	1968	Маршрут 5
00266	41 30 22.27363	48 40 08.98630	6178.779	1969	Маршрут 5
00267	41 29 10.40906	48 42 15.99379	6175.879	1970	Маршрут 5
00268	41 27 58.89010	48 44 21.78395	6192.421	1971	Маршрут 5
00269	41 26 45.87767	48 46 28.56814	6166.965	1972	Маршрут 5
00270	41 25 33.97541	48 48 34.42111	6172.133	1973	Маршрут 5
00271	41 24 23.89367	48 50 41.60432	6156.827	1974	Маршрут 5
00272	41 23 11.48161	48 52 47.02148	6174.827	1975	Маршрут 5
00273	41 21 58.14630	48 54 53.05151	6192.817	1976	Маршрут 5
00274	41 20 46.58183	48 57 01.05361	6182.589	1977	Маршрут 5
00275	41 19 34.77601	48 59 05.39916	6187.134	1978	Маршрут 5
00276	41 18 22.69678	49 01 12.70664	6185.266	1979	Маршрут 5
00277	41 17 10.12247	49 03 17.34174	6179.419	1980	Маршрут 5
00278	41 15 57.90852	49 05 23.96440	6183.074	1981	Маршрут 5
00279	41 14 45.93340	49 07 29.41025	6177.810	1982	Маршрут 5
00280	41 13 32.90858	49 09 35.19641	6179.250	1983	Маршрут 5
00281	41 12 20.29745	49 11 41.21923	6172.287	1984	Маршрут 5
00093	41 18 44.26333	49 08 12.02726	6216.331	2082	Блок С Маршрут 4
00094	41 19 57.18061	49 06 05.45648	6220.526	2083	Маршрут 4
00095	41 21 08.38264	49 04 00.01981	6228.074	2084	Маршрут 4
00096	41 22 20.93815	49 01 54.64135	6222.623	2085	Маршрут 4
00097	41 23 33.19958	48 59 47.18486	6218.333	2086	Маршрут 4
00098	41 24 45.33318	48 57 40.73454	6213.278	2087	Маршрут 4
00099	41 25 57.66463	48 55 34.86619	6218.075	2088	Маршрут 4
00100	41 27 09.90256	48 53 29.36555	6205.022	2089	Маршрут 4
00101	41 28 21.81767	48 51 21.31668	6209.733	2090	Маршрут 4
00102	41 29 33.60804	48 49 16.40536	6218.980	2091	Маршрут 4
00103	41 30 45.12884	48 47 08.19625	6208.089	2092	Маршрут 4
00104	41 31 58.40004	48 45 03.05820	6214.129	2093	Маршрут 4
00105	41 33 09.33862	48 42 56.43670	6208.627	2094	Маршрут 4
00106	41 34 20.35884	48 40 49.26551	6200.340	2095	Маршрут 4
00107	41 35 31.90542	48 38 42.36227	6223.414	2096	Маршрут 4
00108	41 36 44.07649	48 36 33.80641	6219.747	2097	Маршрут 4
00109	41 37 55.65424	48 34 27.85955	6230.609	2098	Маршрут 4
00110	41 39 07.40815	48 32 21.31249	6232.046	2099	Маршрут 4
00111	41 40 46.01258	48 37 16.21769	6201.054	2102	Маршрут 3
00112	41 39 35.34826	48 39 24.82211	6223.181	2103	Блок С Маршрут 3
00113	41 38 22.75948	48 41 31.24925	6217.300	2104	Маршрут 3
00114	41 37 09.35702	48 43 37.43900	6222.946	2105	Маршрут 3
00115	41 35 56.32274	48 45 43.24270	6238.766	2106	Маршрут 3
00116	41 34 45.36016	48 47 49.20882	6213.019	2107	Маршрут 3
00117	41 33 32.74315	48 49 57.55732	6216.713	2108	Маршрут 3
00118	41 32 21.04847	48 52 04.72094	6219.206	2109	Маршрут 3
00119	41 31 09.17184	48 54 11.45315	6227.453	2110	Маршрут 3
00120	41 29 56.22940	48 56 16.29568	6216.513	2111	Маршрут 3
00121	41 28 45.06226	48 58 22.57968	6217.790	2112	Маршрут 3
00122	41 27 32.31979	49 00 30.12498	6220.892	2113	Маршрут 3
00123	41 26 19.86400	49 02 35.63153	6213.337	2114	Маршрут 3
00124	41 25 08.20452	49 04 42.46057	6206.259	2115	Маршрут 3
00125	41 35 07.29161	48 54 50.95264	6221.015	2116	Блок С Маршрут 2
00126	41 36 20.14164	48 52 43.85676	6211.677	2117	Маршрут 2

00127	41 37 31.60171	48 50 36.52577	6221.835	2118	Маршрут 2
00128	41 38 43.17749	48 48 29.81992	6223.401	2119	Маршрут 2
00129	41 39 54.30118	48 46 24.07606	6216.727	2120	Маршрут 2
00130	41 41 06.75578	48 44 15.44100	6217.878	2121	Маршрут 2
00131	41 42 18.47718	48 42 08.78396	6218.455	2122	Маршрут 2
00132	41 43 29.21358	48 40 02.76701	6204.035	2123	Маршрут 2
00133	41 44 41.34732	48 37 54.05448	6207.188	2124	Маршрут 2
00134	41 45 03.79498	48 44 54.27002	6210.083	2128	Блок С Маршрут 1
00135	41 46 15.83004	48 42 49.11516	6208.289	2129	Маршрут 1
00136	41 47 27.60878	48 40 41.85469	6214.772	2130	Маршрут 1
00136	41 11 43.42348	47 20 43.42348	6907.428	2518	Блок С Маршрут 21
00137	41 10 38.42285	47 22 51.23680	6912.662	2519	Маршрут 21
00138	41 09 29.96726	47 24 53.22715	6911.610	2520	Маршрут 21
00139	41 08 15.18202	47 27 03.05507	6897.550	2521	Маршрут 21
00140	41 07 11.06818	47 29 01.73742	6892.366	2522	Маршрут 21
00141	41 06 11.31203	47 30 45.42242	6895.026	2523	Маршрут 21
00142	41 05 09.77917	47 32 35.29172	6899.598	2524	Маршрут 21
00143	41 04 07.57585	47 34 25.29775	6888.696	2525	Маршрут 21
00144	41 03 03.34084	47 36 20.26904	6896.462	2526	Маршрут 21
00145	41 01 59.61299	47 38 13.30840	6900.208	2527	Маршрут 21
00146	41 00 55.93396	47 40 06.05237	6895.844	2528	Маршрут 21
00147	40 59 54.79411	47 41 55.63604	6901.019	2529	Маршрут 21
00148	40 58 52.01958	47 43 46.51820	6897.029	2530	Маршрут 21
00149	40 57 49.85550	47 45 34.88911	6903.410	2531	Маршрут 21
00150	40 56 44.87518	47 47 30.36844	6892.563	2532	Маршрут 21
00151	40 55 38.57279	47 49 27.47662	6898.638	2533	Маршрут 21
00152	40 54 32.17118	47 51 23.66100	6899.362	2534	Маршрут 21
00153	40 53 22.47842	47 53 25.85990	6902.230	2535	Маршрут 21
00154	40 52 22.00328	47 55 12.75377	6897.746	2536	Маршрут 21
00155	40 51 20.30083	47 57 02.37967	6900.746	2537	Маршрут 21
00156	40 50 14.86640	47 59 00.26405	6896.146	2538	Маршрут 21
00157	40 48 57.42360	48 01 13.52928	6908.980	2539	Маршрут 21
00158	40 47 40.38115	48 03 27.31795	6903.116	2540	Маршрут 21
00159	40 46 25.13734	48 05 37.93027	6892.040	2541	Маршрут 21
00160	40 45 10.19776	48 07 48.68378	6895.566	2542	Маршрут 21
00161	40 43 57.71172	48 09 52.90060	6896.992	2543	Маршрут 21
00162	40 42 46.12230	48 11 59.33897	6916.265	2544	Маршрут 21
00163	40 41 39.59005	48 13 54.77894	6909.836	2545	Маршрут 21
00164	40 40 32.77398	48 15 49.92883	6918.600	2546	Маршрут 21
00165	40 39 15.65773	48 18 03.97055	6921.680	2547	Маршрут 21
00166	40 38 00.60666	48 20 12.58037	6906.582	2548	Маршрут 21
00167	40 36 49.16160	48 22 27.67742	6890.293	2549	Маршрут 21
00168	40 35 45.73572	48 24 40.72874	6888.507	2550	Маршрут 21
00169	40 34 33.02371	48 27 29.35480	6901.290	2551	Маршрут 21
00170	40 33 15.56744	48 30 28.78858	6903.204	2552	Маршрут 21
00171	40 32 09.67621	48 33 00.25078	6911.915	2553	Маршрут 21
00172	40 31 11.82137	48 35 17.03011	6905.974	2554	Маршрут 21
00173	40 30 22.66873	48 37 08.67310	6901.613	2555	Маршрут 21
00174	40 29 40.13441	48 38 45.96842	6889.600	2556	Маршрут 21
00175	40 28 54.14704	48 40 29.65386	6887.802	2557	Маршрут 21

Индекс блока	Номера маршрутов съемки	Номера снимков
Ф	1	400 – 439
	2	440 – 490
	3	494 – 543
	4	134 – 151
	4	379 – 399
	4	353 – 375
	5	112 – 133
	5	1718–1701
	5	328 – 351
	6	91 – 111
	6	272 – 327
	7	67 – 90
	7	225 – 254
	7	255 – 266
	8	42 – 66
	8	201 – 224
	8	3502 – 0504
	9	20 – 41
	9	178 – 200
	9	2349–2346
	10	1 – 19
	10	154 – 177
	11	3465 – 3461
	11	1056–1006
	12	1073–1082
	13	1182–1134
	14	1186–1231
	15	1180–1232
	16	1286–1331
	17	3460–3449
	17	1398–1360
	17	1358–1359

Номера точек	Географическая широта	Географическая долгота	Высота полета	Номера снимков	Блок/Номера маршрутов съемки
00001	40 30 33.41948	48 39 31.07027	7053,750	2560	Блок С Маршрут 20
00002	40 31 48.64044	48 37 21.78682	7047.129	2561	Маршрут 20
00003	40 33 04.71283	48 35 11.46224	7057.422	2562	Маршрут 20
00004	40 34 19.64006	48 33 03.03289	7066.644	2563	Маршрут 20
00005	40 35 45.34357	48 30 34.89930	7079.301	2564	Маршрут 20
00006	40 37 07.73285	48 28 13.64444	7064.655	2565	Маршрут 20
00007	40 38 18.99290	48 26 10.79081	7076.133	2566	Маршрут 20
00008	40 39 30.77392	48 24 05.56150	7066.709	2567	Маршрут 20
00009	40 40 42.74922	48 22 02.34480	7057.664	2568	Маршрут 20
00010	40 41 55.38599	48 19 56.42656	7058.245	2569	Маршрут 20
00011	40 43 09.24859	48 17 46.53960	7051.994	2570	Маршрут 20
00012	40 44 23.64202	48 15 37.83355	7058.147	2571	Маршрут 20
00013	40 45 37.91030	48 13 28.26966	7058.638	2572	Маршрут 20
00014	40 47 03.84544	48 11 00.44592	7063.922	2573	Маршрут 20
00015	40 48 03.84544	48 08 31.90297	7078.672	2574	Маршрут 20
00016	40 49 59.03393	48 05 54.66757	7077.686	2575	Маршрут 20
00017	40 51 48.82406	48 02 42.09860	7069.544	2576	Маршрут 20
00018	40 53 35.47226	47 59 34.00847	7053.408	2577	Маршрут 20
00019	40 54 44.64684	47 57 34.70065	7056.588	2578	Маршрут 20
00020	40 55 53.34478	47 55 31.49040	7053.511	2579	Маршрут 20
00021	40 57 03.46565	47 53 30.12482	7063.657	2580	Маршрут 20
00022	40 58 12.99493	47 51 28.57126	7063.101	2581	Маршрут 20
00023	40 59 20.23645	47 49 27.88198	7063.023	2582	Маршрут 20
00024	41 00 27.36245	47 47 32.86104	7068.035	2583	Маршрут 20
00025	41 01 33.59089	47 45 32.76356	7080.124	2584	Маршрут 20
00026	41 02 43.59606	47 43 31.75216	7069.521	2585	Маршрут 20
00027	41 03 53.26272	47 41 27.05881	7076.148	2586	Маршрут 20
00028	41 04 58.46077	47 39 33.05455	7076.943	2587	Маршрут 20
00029	41 06 04.55134	47 37 35.78477	7064.021	2588	Маршрут 20
00030	41 07 08.77375	47 35 48.85001	7055.237	2589	Маршрут 20
00031	41 08 06.30956	47 34 00.90991	7057.193	2590	Маршрут 20
00032	41 09 02.57596	47 32 16.37660	7058.208	2591	Маршрут 20
00033	41 10 03.50054	47 10 30.40502	7053.564	2592	Маршрут 20
00034	41 11 02.43150	47 28 45.71188	7058.332	2593	Маршрут 20
00035	41 09 18.25578	47 38 45.42752	7689.951	2594	Блок С Маршрут 19
00036	41 07 44.21824	47 41 12.64549	7689.617	2595	Маршрут 19
00037	41 06 51.84108	47 42 47.12706	7690.009	2596	Маршрут 19
00038	41 05 49.87504	47 44 36.75786	7700.293	2597	Маршрут 19
00039	41 04 45.22080	47 46 27.54253	7701.499	2598	Маршрут 19
00040	41 03 45.35294	47 48 16.08754	7696.835	2599	Маршрут 19
00041	41 02 42.99299	47 50 06.92034	7698.535	2600	Маршрут 19
00042	41 01 40.07651	47 51 58.12996	7693.571	2601	Маршрут 19
00043	41 00 30.22103	47 54 02.02147	7688.207	2602	Маршрут 19
00044	40 59 04.32895	47 56 38.58713	7702.790	2603	Маршрут 19
00045	40 58 12.25286	47 58 07.86889	7707.509	2604	Маршрут 19
00046	40 57 37.72868	47 59 08.43925	7708.121	2605	Маршрут 19
00047	40 57 03.55212	48 00 08.17614	7708.859	2606	Маршрут 19
00048	40 56 27.52472	48 01 12.00547	7703.824	2607	Маршрут 19
00049	40 55 12.58720	48 03 21.67182	7688.256	2608	Маршрут 19
00050	40 54 04.97221	48 05 24.62143	7693.084	2609	Маршрут 19
00051	40 53 02.49234	48 07 13.25790	7683.482	2610	Маршрут 19

00052	40 52 00.90174	48 09 04.98265	7677.762	2611	Маршрут 19
00053	40 51 00.68850	48 10 52.07135	7685.285	2612	Маршрут 19
00054	40 49 57.96721	48 12 42.08699	7679.870	2613	Маршрут 19
00055	40 48 47.91031	48 14 45.85034	7670.506	2614	Маршрут 19
00056	40 47 37.95428	48 16 53.40018	7697.411	2615	Маршрут 19
00057	40 46 28.97112	48 18 55.99980	7710.892	2616	Маршрут 19
00058	40 38 01.28663	48 33 02.41236	7679.884	2617	Маршрут 19
00059	40 39 10.40746	48 31 08.03010	7690.892	2618	Маршрут 19
00060	40 40 21.60797	48 29 05.66761	7691.027	2619	Маршрут 19
00061	40 41 40.60187	48 26 49.84692	7694.921	2620	Маршрут 19
00062	40 43 00.76710	48 24 31.26935	7688.554	2621	Маршрут 19
00063	40 44 31.53998	48 21 55.40666	7676.366	2622	Маршрут 19
00064	40 45 57.92796	48 19 24.23395	7684.605	2623	Маршрут 19
00065	40 47 21.60456	48 16 57.55379	7682.735	2624	Маршрут 19
00066	40 48 41.21086	48 14 40.93595	7710.091	2625	Маршрут 19
00067	40 49 53.61175	48 12 34.54754	7695.480	2626	Маршрут 19
00068	40 51 05.52413	48 10 28.42716	7681.979	2627	Маршрут 19
00069	40 34 49.94479	48 45 03.96317	8619.510	2628	Блок С Маршрут 18
00070	40 36 43.90945	48 41 49.73503	8621.980	2629	Маршрут 18
00071	40 38 21.96503	48 38 58.34357	8616.881	2630	Маршрут 18
00072	40 39 55.45796	48 36 19.29629	8619.224	2631	Маршрут 18
00073	40 41 18.62833	48 33 58.63086	8628.330	2632	Маршрут 18
00074	40 42 39.41309	48 31 36.38377	8641.464	2633	Маршрут 18
00075	40 44 22.60068	48 28 39.55742	8641.862	2634	Маршрут 18
00076	40 45 59.39496	48 25 52.08114	8630.722	2635	Маршрут 18
00077	40 47 12.73866	48 23 44.19294	8633.606	2636	Маршрут 18
00078	40 48 28.02553	48 21 34.42860	8628.047	2637	Маршрут 18
00079	40 49 46.10744	48 19 18.43849	8638.820	2638	Маршрут 18
00080	40 51 07.12782	48 16 56.68320	8645.820	2639	Маршрут 18
00081	40 52 25.83955	48 14 43.21752	8644.978	2640	Маршрут 18
00082	40 53 41.88206	48 12 26.63683	8634.487	2641	Маршрут 18
00083	40 55 14.63336	48 09 45.68364	8616.252	2642	Маршрут 18
00084	40 56 35.07086	48 07 27.30306	8630.314	2643	Маршрут 18
00085	40 57 52.88983	48 05 10.52552	8654.384	2644	Маршрут 18
00086	40 59 11.70791	48 02 51.77749	8667.767	2645	Маршрут 18
00087	41 00 23.54674	48 00 43.72657	8657.507	2646	Маршрут 18
00088	41 01 38.58031	47 58 34.17967	8644.667	2647	Маршрут 18
00089	41 02 54.46896	47 56 19.99183	8630.072	2648	Маршрут 18
00090	41 04 02.65415	47 54 19.73642	8615.106	2649	Маршрут 18
00091	41 05 01.67867	47 52 37.18952	8627.193	2650	Маршрут 18
00092	41 06 09.74833	47 50 36.04405	8640.559	2651	Маршрут 18
00093	41 07 27.05678	47 48 19.92290	8639.400	2652	Маршрут 18
00094	41 08 21.82657	47 46 15.68680	8654.510	2653	Маршрут 18
00095	41 06 26.08492	47 56 39.85735	9570.114	2654	Блок С Маршрут 17
00096	41 05 14.43973	47 58 48.65185	9570.879	2656	Маршрут 17
00097	41 03 57.66203	48 01 01.40102	9587.372	2657	Маршрут 17
00098	41 02 39.81192	48 03 21.10471	9584.629	2658	Маршрут 17
00099	41 01 19.49876	48 05 41.54431	9588.472	2659	Маршрут 17
000100	40 59 40.70956	48 08 33.90835	9606.100	2670	Маршрут 17
000101	40 57 58.51717	48 11 32.48722	9593.119	2671	Маршрут 17
000102	40 56 15.20945	48 14 33.11761	9598.652	2672	Маршрут 17
000103	40 54 43.39058	48 17 14.96638	9595.341	2673	Маршрут 16
000104	40 53 06.54702	48 20 02.93176	9592.875	2674	Блок С Маршрут 16

000105	40 51 23.93381	48 23 00.59320	9584.074	2675	Маршрут 16
000106	40 49 46.69000	48 25 48.30254	9590.174	2676	Маршрут 16
000107	40 48 09.67457	48 28 36.94850	9594.116	2677	Маршрут 16
000108	40 46 41.17336	48 31 11.98258	9569.670	2678	Маршрут 16
000109	40 44 47.73667	48 34 25.71244	9567.042	2679	Маршрут 16
000110	40 42 49.56610	48 37 50.59178	9569.779	2680	Маршрут 16
000111	40 41 04.11688	48 40 52.00666	9584.243	2681	Маршрут 16
000112	40 39 17.64176	48 43 54.27815	9578.585	2682	Маршрут 16
000113	40 37 22.39162	48 47 09.85312	9577.937	2683	Маршрут 16
000114	40 37 39.51566	48 53 10.57826	9586.266	2684	Маршрут 16
000115	40 39 22.24454	48 50 14.79476	9572.069	2685	Маршрут 16
000116	40 41 18.82842	48 46 57.87955	9582.437	2686	Маршрут 16
000117	40 42 54.43880	48 44 13.90913	9589.711	2687	Маршрут 16
000118	40 44 23.87173	48 41 38.91102	9578.514	2688	Маршрут 16
000119	40 45 57.29962	48 38 56.50721	9598.903	2689	Маршрут 16
000120	40 47 33.96430	48 36 11.35807	9594.774	2690	Маршрут 16
000121	40 49 20.59057	48 33 04.05061	9586.754	2691	Маршрут 16
000122	40 50 51.17903	48 30 28.27091	9575.597	2692	Маршрут 16
000123	40 52 08.49065	48 28 14.79918	9575.313	2693	Маршрут 16
000124	40 53 37.22982	48 25 41.37910	9599.929	2694	Маршрут 16
000125	40 55 10.01010	48 22 58.73023	9592.866	2695	Маршрут 16
000129	41 01 13.53274	48 12 24.11496	9585.346	2699	Блок С Маршрут 15
000130	41 02 24.13831	48 10 21.32404	9571.953	2700	Маршрут 15
000131	41 03 30.01594	48 08 26.78057	9582.983	2701	Маршрут 15
000132	41 04 33.70595	48 06 35.56879	9591.301	2702	Маршрут 15
000133	41 05 37.11253	48 04 44.35828	9581.047	2703	Маршрут 15
000134	41 06 45.83365	48 02 42.01354	9599.223	2704	Маршрут 15
000135	41 07 59.39285	48 00 32.27760	9580.704	2705	Маршрут 15
000136	41 09 09.78862	47 58 27.54653	9585.997	2706	Маршрут 15
000137	41 10 26.51225	47 56 08.14325	9573.541	2707	Маршрут 15
000138	41 10 36.94307	47 55 09.94681	9583.581	2708	Маршрут 15
000139	41 10 17.07233	47 53 58.33327	9585.585	2709	Маршрут 15
000140	41 10 01.94491	48 03 33.38960	9567.475	2710	Маршрут 15
000141	41 08 49.02529	48 05 37.44107	9582.838	2711	Маршрут 15
000142	41 07 43.07833	48 07 36.09977	9582.756	2712	Маршрут 15
000143	41 06 36.24257	48 09 33.61212	9579.966	2713	Маршрут 15
000144	41 05 25.81058	48 11 38.43071	9568.505	2714	Маршрут 15
000145	41 04 14.01683	48 13 44.02474	9599.795	2715	Маршрут 15
000146	41 03 02.65288	48 15 47.59222	9583.749	2716	Маршрут 15
000147	41 01 48.71226	48 17 55.95061	9580.880	2717	Маршрут 15
000148	41 00 29.78129	48 20 15.18432	9591.287	2718	Маршрут 15
000149	40 59 09.00132	48 22 35.18630	9582.242	2719	Маршрут 15
000150	40 57 48.47681	48 24 55.38082	9575.288	2720	Маршрут 15
000151	40 56 34.93169	48 27 04.07466	9580.634	2721	Маршрут 15
000152	40 55 05.01676	48 29 40.77294	9580.408	2722	Маршрут 15
00001	40 36 52.07760	49 04 24.38166	9164.022	3266	Блок С Маршрут 14
00002	40 37 34.99766	49 03 09.79808	9168.552	3267	Маршрут 14
00003	40 38 04.33637	49 02 19.05562	9176.232	3268	Маршрут 14
00004	40 38 50.71909	49 00 59.39194	9172.881	3269	Маршрут 14
00005	40 40 14.62364	48 58 35.15711	9169.736	3270	Маршрут 14
00006	40 41 34.58022	48 56 17.64748	9168.756	3271	Маршрут 14
00007	40 42 59.09112	48 53 53.32099	9172.404	3272	Маршрут 14
00008	40 44 50.70667	48 50 40.79349	9168.134	3273	Маршрут 14

00009	40 46 17.38751	48 48 12.38522	9171.811	3274	Маршрут 14
00010	40 47 37.97912	48 45 52.93303	9161.097	3275	Маршрут 14
00011	40 48 59.50008	48 43 32.02064	9166.979	3276	Маршрут 14
00012	40 50 21.12972	48 41 11.31068	9171.866	3277	Маршрут 14
00013	40 52 07.75956	48 38 07.54678	9174.316	3278	Маршрут 14
00014	40 53 36.09413	48 35 33.60336	9174.145	3279	Маршрут 14
00015	40 54 41.92088	48 33 39.83602	9177.296	3280	Маршрут 14
00016	40 55 51.14809	48 31 39.84024	9167.151	3281	Маршрут 14
00017	40 57 00.84661	48 29 37.50896	9152.691	3282	Маршрут 14
00018	40 58 12.59263	48 27 32.08889	9150.933	3283	Маршрут 14
00019	40 59 22.62916	48 25 35.11398	9161.708	3284	Маршрут 14
00020	41 00 33.00282	48 23 27.78162	9165.315	3285	Маршрут 14
00021	41 02 01.28069	48 20 55.38451	9163.274	3286	Маршрут 14
00022	41 03 04.12495	48 19 03.62824	9164.662	3287	Маршрут 14
00023	41 04 10.22765	48 17 09.10187	9176.453	3288	Маршрут 14
00024	41 05 19.19702	48 15 08.65890	9182.287	3289	Маршрут 14
00025	41 06 21.31459	48 13 20.51926	9194.578	3290	Маршрут 14
00026	41 07 27.24362	48 11 25.22407	9171.426	3291	Маршрут 14
00027	41 08 25.36703	48 09 41.98406	9168.342	3292	Маршрут 14
00028	41 09 22.13316	48 08 01.87033	9167.330	3293	Маршрут 14
00029	41 10 20.54975	48 06 15.93432	9150.260	3294	Маршрут 14
00030	41 11 30.08965	48 04 14.78028	9151.628	3295	Маршрут 14
00031	41 12 44.77201	48 02 02.76464	9148.233	3296	Маршрут 14
00032	41 13 58.01430	47 59 52.09541	9149.238	3297	Маршрут 14
00033	41 15 29.85149	48 04 46.68668	8825.466	3299	Блок С Маршрут 13
00034	41 14 36.38191	48 06 27.80039	8803.270	3300	Маршрут 13
00035	41 13 41.47442	48 08 04.67063	8812.501	3301	Маршрут 13
00036	41 11 42.95926	48 11 33.27871	8829.466	3302	Маршрут 13
00037	41 10 18.56046	48 14 01.87004	8826.428	3303	Маршрут 13
00038	41 09 19.90296	48 15 45.07178	8839.213	3304	Маршрут 13
00039	41 08 22.25810	48 17 24.77886	8839.336	3305	Маршрут 13
00040	41 07 24.89588	48 19 05.96071	8830.813	3306	Маршрут 13
00041	41 06 06.70428	48 21 26.41838	8836.992	3307	Маршрут 13
00042	41 04 38.07714	48 24 04.33307	8824.015	3308	Маршрут 13
00043	41 03 06.61788	48 26 42.37310	8823.488	3309	Маршрут 13
00044	41 01 43.70153	48 29 02.17021	8823.497	3310	Маршрут 13
00045	41 00 28.41527	48 31 14.98757	8825.178	3311	Маршрут 13
00046	40 58 37.98397	48 34 26.66294	8811.132	3312	Маршрут 13
00047	40 57 53.88116	48 35 43.59840	8824.873	3313	Маршрут 13
00048	40 56 48.87884	48 37 34.94856	8824.854	3314	Маршрут 13
00049	40 55 09.92132	48 40 28.26894	8825.898	3315	Маршрут 13
00050	40 54 18.11905	48 41 55.90979	8821.999	3316	Маршрут 13
00051	40 53 26.35660	48 43 27.18264	8836.693	3317	Маршрут 13
00052	40 52 15.80182	48 45 29.44847	8827.146	3318	Маршрут 13
00053	40 50 34.35065	48 48 24.57342	8810.183	3319	Маршрут 13
00054	40 49 13.70251	48 50 43.59048	8819.821	3320	Маршрут 13
00055	40 47 37.50554	48 53 28.60386	8825.956	3321	Маршрут 13
00056	40 45 53.71088	48 56 29.31248	8828.921	3322	Маршрут 13
00057	40 44 11.57201	48 59 25.12655	8840.765	3323	Маршрут 13
00058	40 42 51.63203	49 01 42.85160	8838.419	3324	Маршрут 13
00059	40 41 38.50904	49 03 45.30899	8836.275	3325	Маршрут 13
00060	40 40 01.43058	49 06 31.81295	8830.715	3326	Маршрут 13
00061	40 37 31.11582	49 10 49.39730	8823.846	3327	Маршрут 13

00062	40 36 55.95196	49 19 19.43576	8009.926	3328	Блок С Маршрут 12
00063	40 38 44.34508	49 16 18.22688	8013.207	3329	Маршрут 12
00064	40 40 11.11379	49 13 52.51310	8012.740	3330	Маршрут 12
00065	40 41 27.57959	49 11 38.66395	8019.800	3331	Маршрут 12
00066	40 42 38.84731	49 09 39.28928	8019.800	3332	Маршрут 12
00067	40 43 48.55213	49 07 40.26594	8013.140	3333	Маршрут 12
00068	40 44 57.30702	49 05 40.80948	8023.596	3334	Маршрут 12
00069	40 46 07.77302	49 03 42.31577	8011.856	3335	Маршрут 12
00070	40 47 16.92665	49 01 45.48605	8008.666	3336	Маршрут 12
00071	40 48 17.24796	48 59 59.19443	8001.654	3337	Маршрут 12
00072	40 49 37.86798	48 57 38.88400	8016.539	3338	Маршрут 12
00073	40 51 06.59322	48 55 06.00100	8032.327	3339	Маршрут 12
00074	40 52 33.75469	48 52 33.70631	8024.808	3340	Маршрут 12
00075	40 53 51.58068	48 50 21.61853	8017.236	3341	Маршрут 12
00076	40 55 03.00850	48 48 17.08279	8005.366	3342	Маршрут 12
00077	40 56 27.57415	48 45 52.27038	8024.001	3343	Маршрут 12
00078	40 57 48.53804	48 43 35.24588	8024.425	3344	Маршрут 12
00079	40 59 13.56036	48 41 06.14796	8018.300	3345	Маршрут 12
00080	41 00 33.73168	48 38 45.11972	8014.579	3346	Маршрут 12
00081	41 01 48.72130	48 36 33.75241	8007.204	3347	Маршрут 12
00082	41 02 58.18942	48 34 33.44005	8016.586	3348	Маршрут 12
00083	41 04 06.59546	48 32 31.45056	8023.146	3349	Маршрут 12
00084	41 05 16.55776	48 30 31.37206	8024.439	3350	Маршрут 12
00085	41 06 25.25728	48 28 30.04018	8027.731	3351	Маршрут 12
00086	41 07 35.39777	48 26 27.80729	8020.772	3352	Маршрут 12
00087	41 08 57.10715	48 24 09.49849	8025.700	3353	Маршрут 12
00088	41 10 15.98891	48 21 49.90442	8011.486	3354	Маршрут 12
00089	41 11 35.55074	48 19 24.13733	8002.728	3355	Маршрут 12
00090	41 12 44.25671	48 17 23.81273	8004.397	3356	Маршрут 12
00091	41 13 52.57117	48 15 24.89166	8003.653	3357	Маршрут 12
00092	41 14 59.30819	48 13 25.21052	7999.200	3358	Маршрут 12
00093	41 16 08.98727	48 11 23.87789	8000.617	3359	Маршрут 12
00094	41 17 16.66658	48 09 24.79954	7984.957	3360	Маршрут 12
00095	41 18 30.27823	48 07 17.60304	7972.077	3361	Маршрут 12
00096	41 19 21.92113	48 05 41.72482	8002.476	3362	Маршрут 12
00097	41 20 12.83604	48 04 12.91084	8005.108	3363	Маршрут 12
00098	41 27 59.89799	48 21 14.81378	7033.058	3365	Блок С Маршрут 8
00099	41 26 45.90632	48 23 24.00590	7032.345	3366	Маршрут 8
00100	41 25 05.45488	48 26 23.84884	7034.402	3367	Маршрут 8
00101	41 23 55.57013	48 28 26.54746	7032.762	3368	Маршрут 8
00102	41 22 58.53742	48 30 07.01795	7051.307	3369	Маршрут 8
00103	41 21 41.29956	48 32 24.03949	7040.740	3370	Маршрут 8
00104	41 20 20.77163	48 34 47.46490	7041.816	3371	Маршрут 8
00105	41 18 56.25400	48 37 15.81359	7035.565	3372	Маршрут 8
00106	41 17 45.07494	48 39 22.39654	7035.971	3373	Маршрут 8
00107	41 20 46.47437	48 41 38.09519	7042.244	3374	Маршрут 7
00108	41 21 58.01033	48 39 31.52498	7032.763	3375	Блок С Маршрут 7
00109	41 23 10.75092	48 37 26.06372	7031.439	3376	Маршрут 7
00110	41 24 20.80782	48 35 19.63896	7036.492	3377	Маршрут 7
00111	41 25 33.05320	48 33 12.50111	7041.373	3378	Маршрут 7
00112	41 26 46.14450	48 31 06.19028	7026.854	3379	Маршрут 7
00113	41 27 56.22509	48 28 59.75540	7030.390	3380	Маршрут 7
00114	41 29 08.93364	48 26 53.46906	7036.824	3381	Маршрут 7

00115	41 30 20.14762	48 24 44.77248	7039.689	3382	Маршрут 7
00116	41 31 31.16276	48 22 38.26819	7046.534	3383	Маршрут 7
00117	40 36 45.53284	49 27 12.73003	7677.610	3386	Блок С Маршрут 11
00118	40 38 25.13825	49 24 24.74896	7695.446	3387	Маршрут 11
00119	40 39 57.29897	49 21 45.94403	7693.142	3388	Маршрут 11
00120	40 41 18.63301	49 19 29.89726	7691.614	3389	Маршрут 11
00121	40 42 32.41631	49 17 22.92684	7691.373	3390	Маршрут 11
00122	40 43 47.23777	49 15 16.60727	7704.741	3391	Маршрут 11
00123	40 44 49.75174	49 13 29.46500	7686.801	3392	Маршрут 11
00124	40 45 46.17990	49 11 52.91884	7690.782	3393	Маршрут 11
00125	40 46 41.04016	49 10 15.80156	7695.766	3394	Маршрут 11
00126	40 47 39.01931	49 08 37.19184	7699.122	3395	Маршрут 11
00127	40 48 55.24783	49 06 26.60764	7692.764	3396	Маршрут 11
00128	40 50 12.09700	49 04 15.43264	7664.903	3397	Маршрут 11
00129	40 51 23.06026	49 02 13.27736	7690.447	3398	Маршрут 11
00130	40 52 40.87754	49 00 05.28430	7704.193	3399	Маршрут 11
00131	40 53 58.56065	49 57 47.40858	7691.314	3400	Маршрут 11
00132	40 55 15.93192	48 55 30.31702	7676.668	3401	Маршрут 11
00133	40 56 11.07020	48 53 59.10353	7677.298	3402	Маршрут 11
00134	40 57 17.71189	48 51 59.97578	7676.231	3403	Маршрут 11
00135	40 58 53.02646	48 49 16.95302	7674.853	3404	Маршрут 11
00136	40 59 48.48698	48 47 40.69003	7686.674	3405	Маршрут 11
00137	41 00 57.98077	48 45 41.47970	7682.413	3406	Маршрут 11
00138	41 02 14.98355	48 43 28.51190	7688.229	3407	Маршрут 11
00139	41 03 23.11351	48 41 28.85204	7671.574	3408	Маршрут 11
00140	41 04 30.55728	48 39 29.30728	7683.926	3409	Маршрут 11
00141	41 05 50.23676	48 37 10.06352	7677.214	3410	Маршрут 11
00142	41 07 10.83180	48 34 48.49064	7685.354	3411	Маршрут 11
00143	41 08 23.89168	48 32 41.13132	7692.159	3412	Маршрут 11
00144	41 09 19.46002	48 31 03.44420	7692.701	3413	Маршрут 11
00145	41 10 18.41884	48 29 21.74294	7666.905	3414	Маршрут 11
00146	41 11 09.95222	48 27 49.49503	7677.991	3415	Маршрут 11
00147	41 12 18.75589	48 25 49.44547	7673.254	3416	Маршрут 11
00148	41 13 39.84794	48 23 24.53975	7677.993	3417	Маршрут 11
00149	41 15 02.73503	48 20 59.06382	7679.549	3418	Маршрут 11
00150	41 16 27.17803	48 18 32.37354	7673.974	3419	Маршрут 11
00151	41 17 42.62219	48 16 16.93164	7664.155	3420	Маршрут 11
00152	41 19 13.57702	48 13 39.66586	7667.649	3421	Маршрут 11
00153	41 20 42.29844	48 11 01.86634	7688.103	3422	Маршрут 11
00154	41 21 56.23254	48 08 48.13303	7655.894	3423	Маршрут 11
00155	41 23 05.38415	48 06 51.29590	7678.669	3424	Маршрут 11
00043	40 38 17.60251	49 32 10.43830	6287.359	1399	Блок С Маршрут 10
00044	40 39 30.91028	49 30 06.36779	6300.027	1400	Маршрут 10
00045	40 40 43.00662	49 28 02.09446	6286.916	1401	Маршрут 10
00046	40 41 57.11644	49 25 56.65192	6288.153	1402	Маршрут 10
00047	40 43 09.69942	49 23 54.05273	6295.923	1403	Маршрут 10
00048	40 44 21.71807	49 21 49.94496	6280.923	1404	Маршрут 10
00049	40 45 35.07977	49 19 44.70589	6301.140	1405	Маршрут 10
00050	40 46 47.48182	49 17 41.90712	6300.782	1406	Маршрут 10
00051	40 48 00.00951	49 15 37.90712	6290.782	1407	Маршрут 10
00052	40 49 13.05736	49 13 32.64985	6293.768	1408	Маршрут 10
00053	40 50 25.80706	49 11 28.03250	6286.242	1409	Маршрут 10
00054	40 51 37.99894	49 09 23.26558	6292.846	1410	Маршрут 10

00055	40 52 50.54776	49 07 18.04991	6291.734	1411	Маршрут 10
00056	40 54 03.48811	49 05 13.30624	6276.928	1412	Маршрут 10
00057	40 55 15.86248	49 03 06.84925	6291.985	1413	Маршрут 10
00058	40 56 28.47170	49 01 01.54657	6284.704	1414	Маршрут 10
00059	40 57 40.37994	48 58 55.82658	6305.598	1415	Маршрут 10
00060	40 58 52.51871	48 56 52.46336	6303.315	1416	Маршрут 10
00061	41 00 04.42667	48 54 47.00844	6311.045	1417	Маршрут 10
00062	42 01 16.80708	48 52 42.14521	6305.290	1418	Маршрут 10
00063	41 02 29.77534	48 50 36.78576	6293.767	1419	Маршрут 10
00064	41 03 41.19966	48 48 31.20271	6300.227	1420	Маршрут 10
00065	41 04 53.36209	48 46 24.72805	6285.568	1421	Маршрут 10
00066	41 06 06.63458	48 44 20.21266	6286.396	1422	Маршрут 10
00067	41 07 18.19567	48 42 13.85564	6284.078	1423	Маршрут 10
00068	41 08 30.01747	48 40 08.93633	6263.897	1424	Маршрут 10
00069	41 09 41.49086	48 38 03.60236	6269.257	1425	Маршрут 10
00070	41 10 54.40663	48 35 56.74351	6299.738	1426	Маршрут 10
00071	41 12 06.54955	48 33 50.94115	6309.738	1427	Маршрут 10
00072	41 13 17.18839	48 31 45.46859	6310.409	1428	Маршрут 10
00073	41 14 30.52806	48 29 39.29291	6296.105	1429	Маршрут 10
00074	41 15 41.23415	48 27 33.00858	6294.301	1430	Маршрут 10
00075	41 16 53.67900	48 25 26.39338	6288.268	1431	Маршрут 10
00076	41 18 05.16794	48 23 19.79027	6291.720	1432	Маршрут 10
00077	41 19 17.07316	48 21 14.20153	6293.874	1433	Маршрут 10
00078	41 20 27.47400	48 19 07.44618	6302.001	1434	Маршрут 10
00079	41 21 40.03625	48 17 01.64224	6300.804	1435	Маршрут 10
00080	41 22 51.70411	48 14 53.95438	6285.147	1436	Маршрут 10
00081	41 24 03.09362	48 12 47.71451	6280.444	1437	Маршрут 10
00082	41 25 13.53882	48 10 40.07453	6301.762	1438	Маршрут 10
00083	41 26 25.52388	48 08 32.42616	6301.747	1439	Маршрут 10
00084	41 27 36.90785	48 14 11.17194	6256.661	1440	Блок С Маршрут 9
00085	41 26 25.55131	48 16 15.90175	6280.156	1441	Маршрут 9
00086	41 25 14.86236	48 18 24.45934	6278.438	1442	Маршрут 9
00087	41 24 02.66566	48 20 30.91542	6303.782	1443	Маршрут 9
00088	41 22 51.30714	48 22 37.67066	6304.440	1444	Маршрут 9
00089	41 21 39.43337	48 24 44.16343	6301.556	1445	Маршрут 9
00090	41 20 26.84231	48 26 50.10443	6293.889	1446	Маршрут 9
00091	41 19 16.15220	48 28 57.06534	6297.882	1447	Маршрут 9
00092	41 18 05.65686	48 31 03.52654	6288.943	1448	Маршрут 9
00093	41 16 52.96328	48 33 11.75263	6283.777	1449	Маршрут 9
00094	41 15 39.25717	48 35 14.70793	6278.594	1450	Маршрут 9
00095	41 14 28.49716	48 37 24.47404	6277.091	1451	Маршрут 9
00096	41 13 16.12200	48 39 26.81291	6272.155	1452	Маршрут 9
00097	41 12 03.95233	48 41 34.00354	6281.654	1453	Маршрут 9
00098	41 10 52.02786	48 43 40.20719	6284.887	1454	Маршрут 9
00099	41 09 41.19491	48 45 45.73552	6291.492	1455	Маршрут 9
00100	41 08 28.61315	48 47 51.84864	6297.445	1456	Маршрут 9
00101	41 07 17.31857	48 49 58.52773	6312.792	1457	Маршрут 9
00102	41 06 04.32842	48 49 58.52773	6294.340	1458	Маршрут 9
00103	41 04 51.81319	48 54 08.21513	6308.871	1459	Маршрут 9
00104	41 03 40.36673	48 56 13.77834	6295.140	1460	Маршрут 9
00105	41 02 27.13888	48 58 18.90775	6297.871	1461	Маршрут 9
00106	41 01 14.34716	49 00 25.13045	6303.731	1462	Маршрут 9
00107	41 00 02.32783	49 02 28.81871	6300.559	1463	Маршрут 9

00108	40 58 49.97237	49 04 35.64728	6296.570	1464	Маршрут 9
00109	40 57 38.27617	49 06 40.04737	6299.043	1465	Маршрут 9
00110	40 56 25.79456	49 08 44.18354	6299.946	1466	Маршрут 9
00111	40 55 11.88822	49 10 50.21310	6303.164	1467	Маршрут 9
00112	40 53 59.73533	49 12 53.87929	6293.315	1468	Маршрут 9
00113	40 52 48.23008	49 14 59.15591	6310.296	1469	Маршрут 9
00114	40 51 33.26173	49 17 02.33783	6289.969	1470	Маршрут 9
00115	40 50 21.78650	49 19 07.09586	6299.920	1471	Маршрут 9
00116	40 49 07.67320	49 21 09.71964	6312.449	1472	Маршрут 9
00117	40 47 56.42106	49 23 16.71083	6292.188	1473	Маршрут 9
00118	40 46 43.47901	49 25 21.22889	6299.448	1474	Маршрут 9
00119	40 45 31.27651	49 27 26.15656	6281.610	1475	Маршрут 9
00120	40 44 17.22923	49 29 28.51073	6282.191	1476	Маршрут 9
00121	40 43 06.00586	49 31 34.66963	6277.206	1477	Маршрут 9
00122	40 41 51.02102	49 33 36.31864	6268.505	1478	Маршрут 9
00123	40 40 39.23897	49 35 41.56505	6273.907	1479	Маршрут 9
00124	40 44 45.87562	49 36 14.56492	6308.077	1480	Блок С Маршрут 8
00125	40 45 59.17810	49 34 10.17865	6305.377	1481	Маршрут 8
00126	40 47 11.88337	49 32 05.72986	6295.577	1482	Маршрут 8
00127	40 48 25.30372	49 30 00.32872	6303.634	1483	Маршрут 8
00128	40 49 37.74446	49 27 56.20295	6294.335	1484	Маршрут 8
00129	40 50 51.47210	49 25 52.13464	6288.627	1485	Маршрут 8
00130	40 52 04.39568	49 23 48.26119	6282.666	1486	Маршрут 8
00131	40 53 17.32474	49 21 44.27219	6313.593	1487	Маршрут 8
00132	40 54 29.15852	49 19 39.51671	6308.860	1488	Маршрут 8
00133	40 55 42.38195	49 17 35.09527	6296.868	1489	Маршрут 8
00134	40 56 56.69981	49 15 31.04039	6300.730	1490	Маршрут 8
00135	40 58 09.10510	49 13 26.35349	6277.293	1491	Маршрут 8
00136	40 59 20.69840	49 11 21.15352	6311.653	1492	Маршрут 8
00137	41 00 33.24366	49 09 15.84367	6314.108	1493	Маршрут 8
00138	41 01 46.50172	49 07 10.58142	6307.238	1494	Маршрут 8
00139	41 02 58.46068	49 05 06.10624	6301.171	1495	Маршрут 8
00140	41 04 10.90135	49 02 59.50205	6302.723	1496	Маршрут 8
00141	41 05 22.17624	49 00 54.34722	6305.864	1497	Маршрут 8
00142	41 06 35.66246	48 58 48.29128	6311.260	1498	Маршрут 8
00143	41 07 46.17386	48 56 41.89808	6322.172	1499	Маршрут 8
00144	41 08 58.68665	48 54 37.69690	6306.472	1500	Маршрут 8
00145	41 10 10.43317	48 52 32.05668	6303.594	1501	Маршрут 8
00146	41 11 22.74760	48 50 25.29694	6298.867	1502	Маршрут 8
00147	41 12 35.12120	48 48 20.16425	6293.674	1503	Маршрут 8
00148	41 13 48.02588	48 46 14.32787	6287.470	1504	Маршрут 8
00149	41 14 59.86219	48 44 07.14484	6297.893	1505	Маршрут 8
00150	41 16 12.10112	48 42 01.84925	6300.960	1506	Маршрут 8
00151	41 17 24.00349	48 39 56.39407	6311.238	1507	Маршрут 8
00152	41 18 34.42784	48 37 51.03646	6303.768	1508	Маршрут 8
00153	41 19 46.30660	48 35 44.25864	6319.077	1509	Маршрут 8
00154	41 20 58.43627	48 33 36.08752	6316.502	1510	Маршрут 8
00155	41 22 09.45026	48 31 30.57413	6313.183	1511	Маршрут 8
00156	41 23 22.05276	48 29 24.67756	6310.642	1512	Маршрут 8
00157	41 24 21.70645	48 35 21.03446	6309.249	1513	Блок С Маршрут 7
00158	41 23 09.74688	48 37 26.76594	6298.133	1514	Маршрут 7
00159	41 21 57.07343	48 39 34.18852	6307.587	1515	Маршрут 7
00160	41 20 46.03261	48 41 40.67819	6303.649	1516	Маршрут 7

00161	41 19 32.49505	48 43 46.67718	6293.224	1517	Маршрут 7
00162	41 18 22.44269	48 45 52.48030	6299.162	1518	Маршрут 7
00163	41 17 09.88159	48 47 59.42774	6294.524	1519	Маршрут 7
00164	41 15 57.39797	48 50 05.98132	6302.849	1520	Маршрут 7
00165	41 14 45.80261	48 52 10.39753	6291.263	1521	Маршрут 7
00166	41 13 33.50255	48 54 16.33806	6306.864	1522	Маршрут 7
00167	41 12 21.83663	48 56 22.14139	6298.186	1523	Маршрут 7
00168	41 11 09.55248	48 58 27.86218	6280.023	1524	Маршрут 7
00169	41 09 56.81966	49 00 34.14118	6292.712	1525	Маршрут 7
00170	41 08 44.70783	49 02 40.33259	6287.822	1526	Маршрут 7
00171	41 07 32.00300	49 04 43.27723	6284.194	1527	Маршрут 7
00172	41 06 20.89404	49 06 50.20524	6277.036	1528	Маршрут 7
00173	41 05 06.20740	49 08 55.57495	6286.840	1529	Маршрут 7
00174	41 03 54.76313	49 11 01.00403	6285.855	1530	Маршрут 7
00175	41 02 42.00353	49 13 04.91970	6291.658	1531	Маршрут 7
00176	41 01 30.21694	49 15 11.21706	6310.041	1532	Маршрут 7
00177	41 00 17.19450	49 17 15.86328	6305.255	1533	Маршрут 7
00262	41 35 09.96216	48 31 43.33494	6163.246	1965	Блок С Маршрут 5
00263	41 33 58.09597	48 33 49.69397	6175.434	1966	Маршрут 5
00264	41 32 45.91237	48 35 55.24274	6180.284	1967	Маршрут 5
00265	41 31 35.23861	48 38 02.79254	6188.249	1968	Маршрут 5
00266	41 30 22.27363	48 40 08.98630	6178.779	1969	Маршрут 5
00267	41 29 10.40906	48 42 15.99379	6175.879	1970	Маршрут 5
00268	41 27 58.89010	48 44 21.78395	6192.421	1971	Маршрут 5
00269	41 26 45.87767	48 46 28.56814	6166.965	1972	Маршрут 5
00270	41 25 33.97541	48 48 34.42111	6172.133	1973	Маршрут 5
00271	41 24 23.89367	48 50 41.60432	6156.827	1974	Маршрут 5
00272	41 23 11.48161	48 52 47.02148	6174.827	1975	Маршрут 5
00273	41 21 58.14630	48 54 53.05151	6192.817	1976	Маршрут 5
00274	41 20 46.58183	48 57 01.05361	6182.589	1977	Маршрут 5
00275	41 19 34.77601	48 59 05.39916	6187.134	1978	Маршрут 5
00276	41 18 22.69678	49 01 12.70664	6185.266	1979	Маршрут 5
00277	41 17 10.12247	49 03 17.34174	6179.419	1980	Маршрут 5
00278	41 15 57.90852	49 05 23.96440	6183.074	1981	Маршрут 5
00279	41 14 45.93340	49 07 29.41025	6177.810	1982	Маршрут 5
00280	41 13 32.90858	49 09 35.19641	6179.250	1983	Маршрут 5
00281	41 12 20.29745	49 11 41.21923	6172.287	1984	Маршрут 5
00093	41 18 44.26333	49 08 12.02726	6216.331	2082	Блок С Маршрут 4
00094	41 19 57.18061	49 06 05.45648	6220.526	2083	Маршрут 4
00095	41 21 08.38264	49 04 00.01981	6228.074	2084	Маршрут 4
00096	41 22 20.93815	49 01 54.64135	6222.623	2085	Маршрут 4
00097	41 23 33.19958	48 59 47.18486	6218.333	2086	Маршрут 4
00098	41 24 45.33318	48 57 40.73454	6213.278	2087	Маршрут 4
00099	41 25 57.66463	48 55 34.86619	6218.075	2088	Маршрут 4
00100	41 27 09.90256	48 53 29.36555	6205.022	2089	Маршрут 4
00101	41 28 21.81767	48 51 21.31668	6209.733	2090	Маршрут 4
00102	41 29 33.60804	48 49 16.40536	6218.980	2091	Маршрут 4
00103	41 30 45.12884	48 47 08.19625	6208.089	2092	Маршрут 4
00104	41 31 58.40004	48 45 03.05820	6214.129	2093	Маршрут 4
00105	41 33 09.33862	48 42 56.43670	6208.627	2094	Маршрут 4
00106	41 34 20.35884	48 40 49.26551	6200.340	2095	Маршрут 4
00107	41 35 31.90542	48 38 42.36227	6223.414	2096	Маршрут 4
00108	41 36 44.07649	48 36 33.80641	6219.747	2097	Маршрут 4

00109	41 37 55.65424	48 34 27.85955	6230.609	2098	Маршрут 4
00110	41 39 07.40815	48 32 21.31249	6232.046	2099	Маршрут 4
00111	41 40 46.01258	48 37 16.21769	6201.054	2102	Маршрут 3
00112	41 39 35.34826	48 39 24.82211	6223.181	2103	Блок С Маршрут 3
00113	41 38 22.75948	48 41 31.24925	6217.300	2104	Маршрут 3
00114	41 37 09.35702	48 43 37.43900	6222.946	2105	Маршрут 3
00115	41 35 56.32274	48 45 43.24270	6238.766	2106	Маршрут 3
00116	41 34 45.36016	48 47 49.20882	6213.019	2107	Маршрут 3
00117	41 33 32.74315	48 49 57.55732	6216.713	2108	Маршрут 3
00118	41 32 21.04847	48 52 04.72094	6219.206	2109	Маршрут 3
00119	41 31 09.17184	48 54 11.45315	6227.453	2110	Маршрут 3
00120	41 29 56.22940	48 56 16.29568	6216.513	2111	Маршрут 3
00121	41 28 45.06226	48 58 22.57968	6217.790	2112	Маршрут 3
00122	41 27 32.31979	49 00 30.12498	6220.892	2113	Маршрут 3
00123	41 26 19.86400	49 02 35.63153	6213.337	2114	Маршрут 3
00124	41 25 08.20452	49 04 42.46057	6206.259	2115	Маршрут 3
00125	41 35 07.29161	48 54 50.95264	6221.015	2116	Блок С Маршрут 2
00126	41 36 20.14164	48 52 43.85676	6211.677	2117	Маршрут 2
00127	41 37 31.60171	48 50 36.52577	6221.835	2118	Маршрут 2
00128	41 38 43.17749	48 48 29.81992	6223.401	2119	Маршрут 2
00129	41 39 54.30118	48 46 24.07606	6216.727	2120	Маршрут 2
00130	41 41 06.75578	48 44 15.44100	6217.878	2121	Маршрут 2
00131	41 42 18.47718	48 42 08.78396	6218.455	2122	Маршрут 2
00132	41 43 29.21358	48 40 02.76701	6204.035	2123	Маршрут 2
00133	41 44 41.34732	48 37 54.05448	6207.188	2124	Маршрут 2
00134	41 45 03.79498	48 44 54.27002	6210.083	2128	Блок С Маршрут 1
00135	41 46 15.83004	48 42 49.11516	6208.289	2129	Маршрут 1
00136	41 47 27.60878	48 40 41.85469	6214.772	2130	Маршрут 1
00136	41 11 43.42348	47 20 43.42348	6907.428	2518	Блок С Маршрут 21
00137	41 10 38.42285	47 22 51.23680	6912.662	2519	Маршрут 21
00138	41 09 29.96726	47 24 53.22715	6911.610	2520	Маршрут 21
00139	41 08 15.18202	47 27 03.05507	6897.550	2521	Маршрут 21
00140	41 07 11.06818	47 29 01.73742	6892.366	2522	Маршрут 21
00141	41 06 11.31203	47 30 45.42242	6895.026	2523	Маршрут 21
00142	41 05 09.77917	47 32 35.29172	6899.598	2524	Маршрут 21
00143	41 04 07.57585	47 34 25.29775	6888.696	2525	Маршрут 21
00144	41 03 03.34084	47 36 20.26904	6896.462	2526	Маршрут 21
00145	41 01 59.61299	47 38 13.30840	6900.208	2527	Маршрут 21
00146	41 00 55.93396	47 40 06.05237	6895.844	2528	Маршрут 21
00147	40 59 54.79411	47 41 55.63604	6901.019	2529	Маршрут 21
00148	40 58 52.01958	47 43 46.51820	6897.029	2530	Маршрут 21
00149	40 57 49.85550	47 45 34.88911	6903.410	2531	Маршрут 21
00150	40 56 44.87518	47 47 30.36844	6892.563	2532	Маршрут 21
00151	40 55 38.57279	47 49 27.47662	6898.638	2533	Маршрут 21
00152	40 54 32.17118	47 51 23.66100	6899.362	2534	Маршрут 21
00153	40 53 22.47842	47 53 25.85990	6902.230	2535	Маршрут 21
00154	40 52 22.00328	47 55 12.75377	6897.746	2536	Маршрут 21
00155	40 51 20.30083	47 57 02.37967	6900.746	2537	Маршрут 21
00156	40 50 14.86640	47 59 00.26405	6896.146	2538	Маршрут 21
00157	40 48 57.42360	48 01 13.52928	6908.980	2539	Маршрут 21
00158	40 47 40.38115	48 03 27.31795	6903.116	2540	Маршрут 21
00159	40 46 25.13734	48 05 37.93027	6892.040	2541	Маршрут 21
00160	40 45 10.19776	48 07 48.68378	6895.566	2542	Маршрут 21

00161	40 43 57.71172	48 09 52.90060	6896.992	2543	Маршрут 21
00162	40 42 46.12230	48 11 59.33897	6916.265	2544	Маршрут 21
00163	40 41 39.59005	48 13 54.77894	6909.836	2545	Маршрут 21
00164	40 40 32.77398	48 15 49.92883	6918.600	2546	Маршрут 21
00165	40 39 15.65773	48 18 03.97055	6921.680	2547	Маршрут 21
00166	40 38 00.60666	48 20 12.58037	6906.582	2548	Маршрут 21
00167	40 36 49.16160	48 22 27.67742	6890.293	2549	Маршрут 21
00168	40 35 45.73572	48 24 40.72874	6888.507	2550	Маршрут 21
00169	40 34 33.02371	48 27 29.35480	6901.290	2551	Маршрут 21
00170	40 33 15.56744	48 30 28.78858	6903.204	2552	Маршрут 21
00171	40 32 09.67621	48 33 00.25078	6911.915	2553	Маршрут 21
00172	40 31 11.82137	48 35 17.03011	6905.974	2554	Маршрут 21
00173	40 30 22.66873	48 37 08.67310	6901.613	2555	Маршрут 21
00174	40 29 40.13441	48 38 45.96842	6889.600	2556	Маршрут 21
00175	40 28 54.14704	48 40 29.65386	6887.802	2557	Маршрут 21

Блок/Номера маршрутов съемки	Номера маршрутов съемки	Номера снимков
К	1	878–905
	1	3448–3445
	2	875–848
	3	825–847
	3	3444–3441
	4	824–802
	5	762–782
	5	3440–3436
	6	739–761
	7	714–738
	8	685–713
	9	684–665
	10	643–664
	11	626–642
	12	606–625
	13	590–605
	14	582–589

Номера точек	Географическая широта	Географическая долгота	Высота полета	Номера снимков	Блок/Номера маршрутов съемки
00009	38 58 38.62542	48 35 04.80239	6235.822	0590	Блок К Маршрут 13
00010	38 58 35.14699	48 37 35.90980	6240.590	0591	Маршрут 13
00011	38 58 34.47563	48 40 08.76824	6229.416	0592	Маршрут 13
00012	38 58 34.00342	48 42 41.63209	6240.359	0593	Маршрут 13
00013	38 58 32.90549	48 45 14.95015	6263.664	0594	Маршрут 13
00014	38 58 32.56518	48 47 48.37006	6253.242	0595	Маршрут 13
00015	38 58 31.59794	48 50 20.00994	6218.382	0596	Маршрут 13
00016	38 58 30.70700	48 52 53.00911	6236.153	0597	Маршрут 13
00017	38 58 30.91969	48 55 25.81478	6227.748	0598	Маршрут 13
00018	38 58 29.86507	48 57 59.12964	6236.840	0599	Маршрут 13
00019	38 58 29.82994	48 00 32.35514	6219.511	0600	Маршрут 13

00020	38 58 28.39282	49 03 05.32944	6237.455	0601	Маршрут 13
00021	38 58 28.32197	49 05 37.49172	6252.337	0602	Маршрут 13
00022	38 58 27.63088	48 08 09.78004	6228.230	0603	Маршрут 13
00023	38 58 25.79405	49 10 43.22878	6213.834	0604	Маршрут 13
00024	38 58 24.13618	49 13 16.59482	6216.153	0605	Маршрут 13
00025	39 01 53.57946	49 13 49.70442	6214.526	0606	Блок К Маршрут 12
00026	39 01 55.02781	49 11 17.11838	6231.775	0607	Маршрут 12
00027	39 01 55.77470	49 08 44.75987	6223.251	0608	Маршрут 12
00028	39 01 56.43602	49 06 12.55676	6220.445	0609	Маршрут 12
00029	39 01 57.25610	49 03 39.27627	6239.664	0610	Маршрут 12
00030	39 01 57.80449	49 01 06.57476	6218.560	0611	Маршрут 12
00031	39 01 59.28546	48 58 32.54732	6248.309	0612	Маршрут 12
00032	39 01 59.65133	48 55 59.60514	6250.013	0613	Маршрут 12
00033	39 02 00.86125	48 53 27.08948	6251.816	0614	Маршрут 12
00034	39 02 01.82252	48 50 53.12540	6253.760	0615	Маршрут 12
00035	39 02 01.91281	48 48 20.55913	6264.848	0616	Маршрут 12
00036	39 02 02.20535	48 45 47.43760	6260.436	0617	Маршрут 12
00037	39 02 02.38272	48 43 15.62830	6266.326	0618	Маршрут 12
00038	39 02 03.20712	48 40 41.04505	6268.259	0619	Маршрут 12
00039	39 02 03.27394	48 38 08.73173	6262.056	0620	Маршрут 12
00040	39 02 03.66922	48 35 35.42777	6261.880	0621	Маршрут 12
00041	39 02 04.26246	48 33 02.74208	6254.309	0622	Маршрут 12
00042	39 02 04.33259	48 30 30.50586	6242.321	0623	Маршрут 12
00043	39 02 04.25936	48 27 55.50203	6240.929	0624	Маршрут 12
00044	39 02 04.15752	48 25 23.63174	6244.558	0625	Маршрут 12
00045	39 05 33.36058	48 31 26.39834	6177.120	0626	Блок К Маршрут 11
00046	39 05 32.56883	48 34 00.72984	6173.217	0627	Маршрут 11
00047	39 05 32.64850	48 36 33.83975	6200.115	0628	Маршрут 11
00048	39 05 32.48700	48 39 04.82810	6202.122	0629	Маршрут 11
00049	39 05 31.61972	48 41 38.42200	6206.547	0630	Маршрут 11
00050	39 05 31.09178	48 44 11.03608	6205.360	0631	Маршрут 11
00051	39 05 30.68239	48 46 46.55449	6215.744	0632	Маршрут 11
00052	39 05 30.53825	48 49 19.60716	6218.894	0633	Маршрут 11
00053	39 05 29.84669	48 51 52.06658	6236.052	0634	Маршрут 11
00054	39 05 29.01991	48 54 23.99753	6232.868	0635	Маршрут 11
00055	39 05 28.10166	48 56 58.46262	6230.769	0636	Маршрут 11
00056	39 05 27.56580	48 59 30.34021	6236.478	0637	Маршрут 11
00057	39 05 26.46496	49 02 03.85145	6243.929	0638	Маршрут 11
00058	39 05 26.15546	49 04 37.83716	6231.618	0639	Маршрут 11
00059	39 05 24.21344	49 07 08.79373	6208.631	0640	Маршрут 11
00060	39 05 23.46331	49 07 42.96575	6211.470	0641	Маршрут 11
00061	39 05 22.29443	49 12 17.45248	6208.484	0642	Маршрут 11
00062	39 08 48.99944	49 17 52.59998	6222.836	0643	Блок К Маршрут 10
00063	39 08 50.79408	49 15 19.35508	6237.608	0644	Маршрут 10
00064	39 08 51.56369	49 12 46.84986	6234.931	0645	Маршрут 10
00065	39 08 52.29233	49 10 12.77713	6243.414	0646	Маршрут 10
00066	39 08 53.27844	49 07 40.49659	6244.539	0647	Маршрут 10
00067	39 08 54.90028	49 05 05.90442	6245.648	0648	Маршрут 10
00068	39 08 55.44823	49 02 33.96570	6255.171	0649	Маршрут 10
00069	39 08 56.04738	49 00 00.84175	6231.682	0650	Маршрут 10
00070	39 08 56.78164	48 57 26.56264	6226.056	0651	Маршрут 10
00071	39 08 57.73862	48 54 53.92631	6225.331	0652	Маршрут 10
00072	39 08 58.40729	48 52 20.10601	6228.807	0653	Маршрут 10

00073	39 08 59.34595	48 49 56.39811	6218.077	0654	Маршрут 10
00074	39 08 59.68842	48 47 12.97122	6227.413	0655	Маршрут 10
00075	39 08 59.96746	48 44 41.16710	6228.995	0656	Маршрут 10
00076	39 09 00.59972	48 42 07.66840	6233.363	0657	Маршрут 10
00077	39 09 00.29941	48 39 34.72963	6246.689	0658	Маршрут 10
00078	39 09 01.20233	48 37 01.16831	6251.529	0659	Маршрут 10
00079	39 09 01.07060	48 34 27.17461	6242.776	0660	Маршрут 10
00080	39 09 03.86186	48 31 53.97992	6241.901	0661	Маршрут 10
00081	39 09 01.43194	48 29 21.66022	6247.547	0662	Маршрут 10
00082	39 09 02.65277	48 26 47.40500	6254.812	0663	Маршрут 10
00083	39 09 01.95340	48 24 14.85263	6256.738	0664	Маршрут 10
00084	39 12 30.86701	48 26 18.43314	6259.518	0665	Блок К Маршрут 09
00085	39 12 30.80430	48 28 52.93315	6262.160	0666	Маршрут 09
00086	39 12 31.20440	48 31 25.57790	6256.151	0667	Маршрут 09
00087	39 12 30.22718	48 34 00.16842	6256.204	0668	Маршрут 09
00088	39 12 30.24623	48 36 31.23191	6226.776	0669	Маршрут 09
00089	39 12 29.47370	48 39 04.93092	6231.941	0670	Маршрут 09
00090	39 12 29.04473	48 41 37.76284	6244.934	0671	Маршрут 09
00091	39 12 27.59476	48 44 12.89170	6239.328	0672	Маршрут 09
00092	39 12 28.77098	48 46 45.25914	6238.856	0673	Маршрут 09
00093	39 12 26.49946	48 49 19.84339	6239.134	0674	Маршрут 09
00094	39 12 26.79307	48 51 51.88957	6244.659	0675	Маршрут 09
00095	39 12 26.19094	48 54 25.49920	6240.767	0676	Маршрут 09
00096	39 12 25.65126	48 56 58.64550	6269.445	0677	Маршрут 09
00097	39 12 25.23334	48 59 33.36007	6238.142	0677	Маршрут 09
00098	39 12 24.34986	49 02 05.45971	6227.454	0678	Маршрут 09
00099	39 12 22.46818	49 04 40.04472	6222.616	0680	Маршрут 09
00100	39 12 22.6534	49 07 11.84581	6224.623	0681	Маршрут 09
00101	39 12 21.39325	49 09 45.80323	6223.314	0682	Маршрут 09
00102	39 12 20.16162	49 12 19.88827	6217.102	0683	Маршрут 09
00103	39 12 19.44796	49 14 52.95905	6224.096	0684	Маршрут 09
00104	39 15 39.45704	49 30 18.21870	6213.011	0685	Блок К Маршрут 08
00105	39 15 41.19516	49 27 45.77749	6220.169	0686	Маршрут 08
00106	39 15 42.92838	49 25 10.85416	6229.535	0687	Маршрут 08
00107	39 15 44.75488	49 22 37.26163	6236.545	0688	Маршрут 08
00108	39 15 46.18278	49 20 05.58704	6212.445	0689	Маршрут 08
00109	39 15 47.01179	49 17 30.52979	6207.583	0690	Маршрут 08
00110	39 15 48.17002	49 14 57.64207	6219.694	0691	Маршрут 08
00111	39 15 49.91717	49 12 25.08034	6231.385	0692	Маршрут 08
00112	39 15 50.34283	49 09 51.61644	6213.232	0693	Маршрут 08
00113	39 15 51.46931	49 07 17.16092	6224.550	0694	Маршрут 08
00114	39 15 52.70864	49 04 43.84938	6241.519	0695	Маршрут 08
00115	39 15 53.98304	49 02 10.38520	6252.154	0696	Маршрут 08
00116	39 15 56.82546	48 59 35.61900	6255.299	0697	Маршрут 08
00117	39 15 55.72858	48 57 03.81704	6250.313	0698	Маршрут 08
00118	39 15 56.27560	48 54 30.06961	6262.971	0699	Маршрут 08
00119	39 15 56.93350	48 51 55.40357	6258.651	0700	Маршрут 08
00120	39 15 57.24688	48 49 22.77149	6251.409	0701	Маршрут 08
00121	39 15 56.07954	48 46 49.25388	6273.831	0702	Маршрут 08
00122	39 15 58.51901	48 44 15.10825	6263.047	0703	Маршрут 08
00123	39 15 59.30322	48 41 43.00439	6255.837	0704	Маршрут 08
00124	39 15 58.16275	48 39 09.07654	6304.402	0705	Маршрут 08
00125	39 15 59.69297	48 36 35.53042	6276.243	0706	Маршрут 08

00126	39 15 59.31522	48 34 01.02522	6292.964	0707	Маршрут 08
00127	39 15 57.08095	48 31 26.87405	6287.767	0708	Маршрут 08
00128	39 15 56.76361	48 28 54.47298	6283.302	0709	Маршрут 08
00129	39 15 59.30924	48 26 22.18200	6283.280	0710	Маршрут 08
00130	39 15 59.55599	48 23 47.05876	6278.247	0711	Маршрут 08
00131	39 15 59.45134	48 21 13.29283	6271.358	0712	Маршрут 08
00132	39 15 59.63803	48 18 40.91692	6256.102	0713	Маршрут 08
00133	39 19 32.10888	48 25 05.20554	6281.824	0714	Блок К Маршрут 07
00134	39 19 26.45224	48 27 38.78752	6169.394	0715	Маршрут 07
00135	39 19 28.89124	48 30 12.78122	6190.085	0716	Маршрут 07
00136	39 19 28.37950	48 32 48.49825	6194.171	0717	Маршрут 07
00136	39 19 27.84504	48 35 19.79588	6217.200	0718	Маршрут 07
00138	39 19 27.80519	48 37 53.84190	6215.733	0719	Маршрут 07
00139	39 19 26.88316	48 40 30.75946	6221.267	0720	Маршрут 07
00140	39 19 26.68742	48 43 03.39636	6219.841	0721	Маршрут 07
00141	39 19 26.52161	48 45 36.34024	6219.758	0722	Маршрут 07
00142	39 19 25.82533	48 48 09.08305	6223.215	0723	Маршрут 07
00143	39 19 25.29700	48 50 41.82076	6221.567	0724	Маршрут 07
00144	39 19 25.55458	48 53 17.03976	6228.195	0725	Маршрут 07
00145	39 19 24.60205	48 55 49.61658	6213.854	0726	Маршрут 07
00146	39 19 22.34618	48 58 24.99946	6208.941	0727	Маршрут 07
00147	39 19 22.40522	49 00 57.49625	6212.140	0728	Маршрут 07
00148	39 19 21.03186	49 03 31.84398	6212.217	0729	Маршрут 07
00149	39 19 20.74008	49 06 02.93800	6231.840	0730	Маршрут 07
00150	39 19 19.20968	49 08 38.16931	6232.957	0731	Маршрут 07
00151	39 19 19.14830	49 11 10.83313	6227.646	0732	Маршрут 07
00152	39 19 17.16330	49 13 45.65780	6237.417	0733	Маршрут 07
00153	39 19 16.83685	49 16 19.60219	6239.907	0734	Маршрут 07
00154	39 19 15.43490	49 18 51.46924	6217.132	0735	Маршрут 07
00155	39 19 11.98610	49 21 26.18359	6223.859	0736	Маршрут 07
00156	39 19 10.95161	49 23 59.25750	6207.152	0737	Маршрут 07
00157	39 19 11.23486	49 26 33.39596	6197.621	0738	Маршрут 07
00158	39 22 39.56308	49 26 10.76453	6218.892	0739	Блок К Маршрут 06
00159	39 22 40.32898	49 23 37.06670	6207.691	0740	Маршрут 06
00160	39 22 42.56983	49 21 03.34778	6199.148	0741	Маршрут 06
00161	39 22 44.23908	49 18 29.98181	6229.352	0742	Маршрут 06
00162	39 22 45.92557	49 15 54.83459	6229.787	0743	Маршрут 06
00163	39 22 46.10064	49 13 21.31511	6228.700	0744	Маршрут 06
00164	39 22 48.18482	49 10 47.82493	6211.773	0745	Маршрут 06
00165	39 22 49.22155	49 08 14.48441	6225.347	0746	Маршрут 06
00166	39 22 50.14621	49 05 40.40084	6222.947	0747	Маршрут 06
00167	39 22 49.56787	49 03 06.25770	6228.065	0748	Маршрут 06
00168	39 22 51.34919	49 00 33.91121	6211.763	0749	Маршрут 06
00169	39 22 52.34833	48 57 58.36612	6205.041	0750	Маршрут 06
00170	39 22 52.51368	48 55 25.68749	6222.595	0751	Маршрут 06
00171	39 22 53.89745	48 52 50.70666	6211.191	0752	Маршрут 06
00172	39 22 54.55063	48 50 17.55445	6204.379	0753	Маршрут 06
00173	39 22 55.83245	48 47 43.16384	6185.627	0754	Маршрут 06
00174	39 22 56.57221	48 45 09.49075	6217.997	0755	Маршрут 06
00175	39 22 56.44200	48 42 36.34744	6221.108	0756	Маршрут 06
00176	39 22 56.37425	48 40 03.12776	6214.016	0757	Маршрут 06
00177	39 22 57.00205	48 37 29.88170	6201.831	0758	Маршрут 06
00178	39 22 56.28292	48 34 56.16160	6203.293	0759	Маршрут 06

00179	39 22 57.09907	48 32 22.56767	6188.070	0760	Маршрут 06
00180	39 22 56.83361	48 29 47.92448	6172.755	0761	Маршрут 06
00181	39 26 23.71855	48 33 04.84697	6140.048	0762	Блок К Маршрут 05
00182	39 26 25.55282	48 35 36.42115	6166.945	0763	Маршрут 05
00183	39 26 25.66252	48 38 11.12446	6213.953	0764	Маршрут 05
00184	39 26 25.48622	48 40 44.52506	6224.645	0765	Маршрут 05
00185	39 26 25.58249	48 43 19.10687	6234.516	0766	Маршрут 05
00186	39 26 25.28376	48 45 53.23619	6248.491	0767	Маршрут 05
00187	39 26 24.01854	48 48 26.40755	6233.326	0768	Маршрут 05
00188	39 26 22.91474	48 51 00.35024	6233.508	0769	Маршрут 05
00189	39 26 22.91647	48 53 33.87019	6238.367	0770	Маршрут 05
00190	39 26 21.94753	48 56 07.12468	6249.793	0771	Маршрут 05
00191	39 26 19.81687	48 58 41.05096	6226.862	0772	Маршрут 05
00192	39 26 18.84275	49 01 15.65461	6217.622	0773	Маршрут 05
00193	39 26 17.03270	49 03 50.55930	6213.788	0774	Маршрут 05
00194	39 26 16.83964	49 06 24.69780	6209.381	0775	Маршрут 05
00195	39 26 16.87632	49 08 56.94677	6208.163	0776	Маршрут 05
00196	39 26 16.59901	49 11 31.11814	6203.445	0777	Маршрут 05
00197	39 26 16.08572	49 14 04.86308	6204.371	0778	Маршрут 05
00198	39 26 14.39840	49 16 38.61703	6191.320	0779	Маршрут 05
00199	39 26 12.29035	49 19 14.18524	6209.950	0780	Маршрут 05
00200	39 26 11.13270	49 21 48.26599	6203.467	0781	Маршрут 05
00201	39 26 09.90658	49 24 21.86359	6196.684	0782	Маршрут 05
00001	39 29 39.35015	49 20 23.55893	6164.521	0802	Блок К Маршрут 4
00002	39 29 40.99636	49 17 53.23517	6151.035	0803	Маршрут 04
00003	39 29 42.03474	49 15 17.62409	6166.307	0804	Маршрут 04
00004	39 29 43.36264	49 12 42.84494	6172.503	0805	Маршрут 04
00005	39 29 44.25770	49 10 09.02748	6178.535	0806	Маршрут 04
00006	39 29 45.43012	49 07 34.57915	6171.702	0807	Маршрут 04
00007	39 29 46.55702	49 05 00.77878	6153.000	0808	Маршрут 04
00008	39 29 47.22374	49 02 28.31068	6165.919	0809	Маршрут 04
00009	39 29 48.14218	48 59 54.95204	6178.779	0810	Маршрут 04
00010	39 29 49.67423	48 57 18.84553	6185.780	0811	Маршрут 04
00011	39 29 49.46687	48 54 46.01628	6168.389	0812	Маршрут 04
00012	39 29 50.92483	48 52 10.52141	6169.992	0813	Маршрут 04
00013	39 29 52.26292	48 49 37.01564	6170.700	0814	Маршрут 04
00014	39 29 53.17429	48 47 03.68765	6185.593	0815	Маршрут 04
00015	39 29 52.81458	48 44 30.41934	6182.212	0816	Маршрут 04
00016	39 29 54.11584	48 41 56.28588	6185.104	0817	Маршрут 04
00017	39 29 53.57973	48 39 20.23477	6178.862	0818	Маршрут 04
00018	39 29 54.91306	48 36 46.73185	6177.093	0819	Маршрут 04
00019	39 29 55.99817	48 34 55.99817	6182.614	0820	Маршрут 04
00020	39 29 55.38293	48 31 40.12172	6179.954	0821	Маршрут 04
00021	39 29 56.07611	48 29 05.05770	6179.915	0822	Маршрут 04
00022	39 29 55.93294	48 26 30.89364	6177.760	0823	Маршрут 04
00023	39 29 55.82990	48 23 57.38852	6162.977	0824	Маршрут 04
00024	39 33 27.28584	48 23 13.74353	6202.217	0825	Блок К Маршрут 3
00025	39 33 24.76685	48 25 47.02656	6183.362	0826	Маршрут 03
00026	39 33 24.39518	48 28 23.68772	6176.471	0827	Маршрут 03
00027	39 33 23.21651	48 30 58.51253	6169.147	0828	Маршрут 03
00028	39 33 22.92350	48 33 30.06148	6172.747	0829	Маршрут 03
00029	39 33 23.98648	48 36 06.47885	6181.484	0830	Маршрут 03
00030	39 33 23.24174	48 38 40.76380	6185.117	0831	Маршрут 03

00031	39 33 22.97228	48 41 13.46845	6188.581	0832	Маршрут 03
00032	39 33 21.70044	48 43 47.32691	6185.712	0833	Маршрут 03
00033	39 33 20.77848	48 46 22.66043	6159.640	0834	Маршрут 03
00034	39 33 20.96374	48 48 55.00210	6161.200	0835	Маршрут 03
00035	39 33 19.43460	48 51 30.98765	6170.650	0836	Маршрут 03
00036	39 33 18.25967	48 54 04.55494	6172.117	0837	Маршрут 03
00037	39 33 18.33991	48 56 38.14656	6173.991	0838	Маршрут 03
00038	39 33 17.97988	48 59 12.20075	6170.500	0839	Маршрут 03
00039	39 33 17.24987	49 01 47.27852	6155.489	0840	Маршрут 03
00040	39 33 15.91758	49 04 21.71028	6153.954	0841	Маршрут 03
00041	39 33 15.59581	49 06 54.74914	6160.548	0842	Маршрут 03
00042	39 33 15.10398	49 09 28.85944	6161.011	0843	Маршрут 03
00043	39 33 13.56221	49 12 04.08265	6169.465	0844	Маршрут 03
00044	39 33 12.45175	49 14 36.57487	6174.787	0845	Маршрут 03
00045	39 33 11.45106	49 17 12.26486	6175.451	0846	Маршрут 03
00046	39 33 09.41432	49 19 45.76195	6163.855	0847	Маршрут 03
00047	39 36 35.50118	49 23 52.79172	6169.074	0848	Блок К Маршрут 2
00048	39 36 37.60654	49 21 14.50565	6172.694	0849	Маршрут 02
00049	39 36 38.76329	49 18 42.09941	6182.220	0850	Маршрут 02
00050	39 36 40.54093	49 16 07.86720	6170.663	0851	Маршрут 02
00051	39 36 41.72818	49 13 34.24253	6156.405	0852	Маршрут 02
00052	39 36 43.18009	49 11 00.46482	6155.383	0853	Маршрут 02
00053	39 36 42.96589	49 09 27.50395	6167.409	0854	Маршрут 02
00054	39 36 44.78936	49 05 52.55092	6162.834	0855	Маршрут 02
00055	39 36 45.30766	49 03 18.05576	6155.192	0856	Маршрут 02
00056	39 36 46.67382	49 00 42.53436	6160.075	0857	Маршрут 02
00057	39 36 47.29756	48 58 09.66569	6167.219	0858	Маршрут 02
00058	39 36 48.46864	48 55 34.85932	6175.498	0859	Маршрут 02
00059	39 36 48.26758	48 53 00.62948	6190.650	0860	Маршрут 02
00060	39 36 49.00810	48 50 25.10527	6180.312	0861	Маршрут 02
00061	39 36 50.31828	48 47 51.75845	6165.555	0862	Маршрут 02
00062	39 36 50.98021	48 45 17.56325	6151.094	0863	Маршрут 02
00063	39 36 52.19798	48 42 43.54808	6174.721	0864	Маршрут 02
00064	39 36 52.47626	48 40 10.26638	6171.858	0865	Маршрут 02
00065	39 36 52.83659	48 37 35.54897	6151.288	0866	Маршрут 02
00066	39 36 52.57937	48 35 00.52480	6176.628	0867	Маршрут 02
00067	39 36 52.87874	48 32 25.74895	6167.913	0868	Маршрут 02
00068	39 36 52.78093	48 29 52.06301	6164.366	0869	Маршрут 02
00069	39 36 52.49056	48 27 16.84865	6160.112	0870	Маршрут 02
00070	39 36 53.27651	48 24 43.98401	6164.517	0871	Маршрут 02
00071	39 36 53.38436	48 22 09.18844	6166.988	0872	Маршрут 02
00072	39 36 52.77240	48 19 34.95353	6174.467	0873	Маршрут 02
00073	39 36 52.80952	48 17 00.44732	6183.249	0874	Маршрут 02
00074	39 36 52.32301	48 14 26.30065	6191.578	0875	Маршрут 02
00075	39 40 22.30190	48 15 31.56397	6172.952	0878	Блок К Маршрут 1
00076	39 40 22.34651	48 18 05.30593	6174.871	0879	Маршрут 01
00077	39 40 22.61021	48 20 40.05488	6173.594	0880	Маршрут 01
00078	39 40 21.56833	48 23 13.26761	6176.221	0881	Маршрут 01
00079	39 40 22.93324	48 25 49.20913	6169.899	0882	Маршрут 01
00080	39 40 20.74505	48 28 23.93929	6170.764	0883	Маршрут 01
00081	39 40 21.68008	48 30 57.15079	6178.235	0884	Маршрут 01
00082	39 40 22.98810	48 33 32.06185	6183.691	0885	Маршрут 01
00083	39 40 21.11254	48 36 06.03724	6198.848	0886	Маршрут 01

00084	39 40 20.01439	48 38 40.65684	6194.546	0887	Маршрут 01
00085	39 40 21.32432	48 41 16.66475	6180.947	0888	Маршрут 01
00086	39 40 20.94719	48 43 51.71297	6167.137	0889	Маршрут 01
00087	39 40 19.78932	48 46 25.35668	6158.407	0890	Маршрут 01
00088	39 40 18.95707	48 49 00.39072	6152.417	0891	Маршрут 01
00089	39 40 18.09505	48 51 34.12847	6165.668	0892	Маршрут 01
00090	39 40 17.11978	48 54 07.48537	6155.337	0893	Маршрут 01
00091	39 40 16.81486	48 56 41.03002	6163.308	0894	Маршрут 01
00092	39 40 16.22932	48 59 16.99526	6167.051	0895	Маршрут 01
00093	39 40 15.70105	49 01 51.12494	6162.947	0896	Маршрут 01
00094	39 40 14.58210	49 04 25.61930	6166.895	0897	Маршрут 01
00095	39 40 13.64020	49 07 01.06090	6174.364	0898	Маршрут 01
00096	39 40 12.59396	49 09 33.66335	6170.597	0899	Маршрут 01
00097	39 40 11.71110	49 12 08.35744	6159.859	0900	Маршрут 01
00098	39 40 10.26174	49 14 43.43428	6165.440	0901	Маршрут 01
00099	39 40 08.76356	49 17 17.86031	6163.712	0902	Маршрут 01
00100	39 40 07.85518	49 19 52.28054	6160.013	0903	Маршрут 01
00101	39 40 07.28479	49 22 26.55944	6157.503	0904	Маршрут 01
00102	39 40 05.11050	49 25 01.21141	6154.790	0905	Маршрут 01
00010	39 26 24.00004	49 35 37.70052	6210.816	3436	Блок К Маршрут 5
00011	39 26 25.41418	48 33 04.79748	6206.919	3437	Маршрут 05
00012	39 26 26.51708	48 30 29.30939	6205.559	3438	Маршрут 05
00013	39 26 26.36347	48 27 56.68286	6212.257	3439	Маршрут 05
00014	39 26 26.17019	48 25 22.08223	6213.073	3440	Маршрут 05
00015	39 33 23.39849	48 25 46.78709	6233.556	3441	Блок К Маршрут 3
00016	39 33 24.24780	48 23 12.11521	6221.597	3442	Маршрут 03
00017	39 33 24.58008	48 20 38.97895	6208.918	3443	Маршрут 03
00018	39 33 24.25766	48 18 05.17216	6224.644	3444	Маршрут 03
00019	39 40 21.15138	48 18 04.50072	6215.033	3445	Блок К Маршрут 1
00020	39 40 21.44719	48 15 29.35573	6222.815	3446	Маршрут 01
00021	39 40 21.00047	48 12 55.52903	6220.484	3447	Маршрут 01
00022	39 40 21.25448	48 10 20.94280	6214.993	3448	Маршрут 01

Блок/Номера маршрутов съёмки	Номера маршрутов съёмки	Номера снимков
Н	1	1678–1692
	1	3427–3435
	2	1676–1654
	3	1588–1572
	4	1557–1571
	5	1555–1537
	6	1589–1506
	7	1624–1607

00001	38 30 38.79994	48 53 16.97766	7056.996	1537	Блок Н Маршрут 5
00002	38 32 04.19813	48 51 29.56266	7089.828	1538	Маршрут 5
00003	38 33 27.98784	48 49 42.59399	7089.374	1539	Маршрут 5
00004	38 34 50.74216	48 47 52.20553	7099.803	1540	Маршрут 5
00005	38 36 12.74216	48 46 02.75128	7100.688	1541	Маршрут 5
00006	38 37 34.81601	48 44 12.61266	7092.776	1542	Маршрут 5
00007	38 38 58.13945	48 42 22.64443	7103.356	1543	Маршрут 5
00008	38 40 20.30290	48 40 33.84725	7098.907	1544	Маршрут 5
00009	38 41 42.45857	48 38 44.32506	7111.032	1545	Маршрут 5
00010	38 43 05.08368	48 36 54.23238	7101.584	1546	Маршрут 5
00011	38 44 28.64782	48 35 04.85272	7090.340	1547	Маршрут 5
00012	38 45 51.43237	48 33 14.74798	7108.391	1548	Маршрут 5
00013	38 47 13.11007	48 31 24.54208	7116.343	1549	Маршрут 5
00014	38 48 34.93699	48 29 33.73994	7112.870	1550	Маршрут 5
00015	38 49 57.54860	48 27 45.63353	7116.401	1551	Маршрут 5
00016	38 51 20.23603	48 25 54.93983	7097.330	1552	Маршрут 5
00017	38 52 44.05033	48 24 03.97814	7092.863	1553	Маршрут 5
00018	38 54 05.19646	48 22 13.60985	7096.728	1554	Маршрут 5
00019	38 55 28.62091	48 20 23.06004	7088.510	1555	Маршрут 5
00020	38 55 04.63422	48 27 19.09476	7090.166	1556	Маршрут 5
00021	38 53 41.98571	48 29 10.42876	7078.744	1557	Блок Н Маршрут4
00022	38 52 19.40513	48 31 00.54052	7101.561	1558	Маршрут 4
00023	38 50 57.98418	48 32 49.17170	7111.507	1559	Маршрут 4
00024	38 49 35.38114	48 34 40.13785	7085.321	1560	Маршрут 4
00025	38 48 11.96244	48 36 30.02497	7072.724	1561	Маршрут 4
00026	38 46 49.49335	48 38 21.73596	7086.717	1562	Маршрут 4
00027	38 45 27.67576	48 40 12.11556	7094.614	1563	Маршрут 4
00028	38 44 03.76872	48 42 00.29999	7070.395	1564	Маршрут 4
00029	38 42 42.05441	48 43 51.03314	7086.277	1565	Маршрут 4
00030	38 41 18.31668	48 45 39.75307	7088.077	1566	Маршрут 4
00031	38 39 56.58890	48 47 29.54040	7104.322	1567	Маршрут 4
00032	38 38 32.23345	48 49 18.64704	7064.272	1568	Маршрут 4
00033	38 37 10.57192	48 51 07.92076	7096.002	1569	Маршрут 4
00034	38 35 47.29322	48 52 58.27390	7083.710	1570	Маршрут 4
00035	38 34 24.92540	48 54 46.14592	7091.509	1571	Маршрут 4
00036	38 38 59.37850	48 55 07.27266	7110.471	1572	Блок Н Маршрут 3
00037	38 40 23.19661	48 53 17.33748	7090.482	1573	Маршрут 3
00038	38 41 45.65148	48 51 29.79979	7104.741	1577	Маршрут 3
00039	38 43 07.79754	48 49 39.68839	7107.307	1575	Маршрут 3
00040	38 44 32.73187	48 47 49.44005	7111.893	1576	Маршрут 3
00041	38 45 54.07430	48 45 59.70722	7083.470	1577	Маршрут 3
00042	38 47 16.70308	48 44 09.17722	7068.321	1578	Маршрут 3
00043	38 48 38.41078	48 42 18.62190	7086.251	1579	Маршрут 3
00044	38 50 02.63627	48 40 29.19569	7090.735	1580	Маршрут 3
00045	38 51 25.25004	48 38 38.87844	7098.821	1581	Маршрут 3
00046	38 52 47.30444	48 36 50.53964	7100.154	1582	Маршрут 3
00047	38 54 10.15830	48 34 59.82755	7096.578	1583	Маршрут 3
00048	38 55 33.18038	48 33 08.66632	7088.514	1584	Маршрут 3
00049	38 56 55.68576	48 31 19.26178	7089.263	1585	Маршрут 3
00050	38 58 16.96984	48 29 29.14836	7093.854	1586	Маршрут 3
00051	38 59 39.29150	48 27 37.82945	7104.370	1587	Маршрут 3
00052	39 01 04.44886	48 25 49.57874	7094.451	1588	Маршрут 3
00053	38 53 51.08147	48 16 07.08244	7403.121	1589	Блок Н Маршрут 6

00054	38 52 29.30470	48 17 57.40120	7421.624	1590	Маршрут 6
00055	38 51 06.31620	48 19 46.28806	7421.609	1591	Маршрут 6
00056	38 49 43.79513	48 21 37.83503	7421.718	1592	Маршрут 6
00057	38 48 20.42460	48 23 28.45410	7436.716	1593	Маршрут 6
00058	38 46 57.71104	48 25 15.50971	7424.104	1594	Маршрут 6
00059	38 45 35.44283	48 27 07.60262	7418.547	1595	Маршрут 6
00060	38 44 13.58322	48 28 57.30481	7424.465	1596	Маршрут 6
00061	38 42 50.17925	48 30 48.25411	7419.848	1597	Маршрут 6
00062	38 41 27.61703	48 32 40.15061	7430.501	1598	Маршрут 6
00063	38 40 04.56272	48 34 27.88867	7430.071	1599	Маршрут 6
00064	38 38 42.99302	48 36 17.58128	7422.097	1600	Маршрут 6
00065	38 37 20.04348	48 38 05.97466	7417.147	1601	Маршрут 6
00066	38 35 57.19538	48 39 55.23062	7411.439	1602	Маршрут 6
00067	38 34 35.64566	48 41 45.90139	7410.180	1603	Маршрут 6
00068	38 33 12.11497	48 43 35.84474	7411.458	1604	Маршрут 6
00069	38 31 50.95114	48 45 27.27292	7423.591	1605	Маршрут 6
00070	38 30 26.34131	48 47 13.82384	7412.160	1606	Маршрут 6
00071	38 29 12.54901	48 42 24.49066	7727.545	1607	Блок Н Маршрут 7
00072	38 30 37.03104	48 40 37.35181	7701.269	1608	Маршрут 7
00073	38 31 58.88190	48 38 48.23722	7730.211	1609	Маршрут 7
00074	38 33 22.45417	48 36 58.12902	7750.350	1610	Маршрут 7
00075	38 34 44.54054	48 35 09.30556	7728.827	1611	Маршрут 7
00076	38 36 07.17667	48 33 18.44690	7728.094	1612	Маршрут 7
00077	38 37 29.50723	48 31 30.81698	7739.968	1613	Маршрут 7
00078	38 38 53.02824	48 29 40.08883	7757.482	1614	Маршрут 7
00079	38 40 15.28741	48 27 51.01294	7757.550	1615	Маршрут 7
00080	38 41 37.93823	48 26 00.34991	7751.896	1616	Маршрут 7
00081	38 43 00.06938	48 24 10.55462	7745.887	1617	Маршрут 7
00082	38 44 22.77992	48 22 20.96400	7743.475	1618	Маршрут 7
00083	38 45 46.58587	48 20 31.47965	7741.654	1619	Маршрут 7
00084	38 47 06.91393	48 18 39.57584	7726.770	1620	Маршрут 7
00085	38 48 31.47203	48 16 49.75007	7744.894	1621	Маршрут 7
00086	38 49 52.30301	48 14 58.46536	7742.912	1622	Маршрут 7
00087	38 51 14.06012	48 13 08.44644	7760.777	1623	Маршрут 7
00088	38 52 37.04592	48 11 16.82430	7750.437	1624	Маршрут 7
00113	38 44 10.92988	48 54 41.94662	6756.036	1654	Блок Н Маршрут 2
00114	38 45 33.97050	48 52 51.90568	6770.177	1655	Маршрут 2
00115	38 46 56.25268	48 51 01.03050	6762.332	1656	Маршрут 2
00116	38 48 18.41760	48 49 11.62110	6767.602	1657	Маршрут 2
00117	38 49 42.38501	48 47 22.14431	6785.037	1658	Маршрут 2
00118	38 51 04.36180	48 45 31.61354	6774.250	1659	Маршрут 2
00119	38 52 26.76072	48 43 41.97799	6792.164	1660	Маршрут 2
00120	38 53 50.21822	48 41 52.16276	6806.728	1661	Маршрут 2
00121	38 55 12.92574	48 40 01.21570	6781.895	1662	Маршрут 2
00122	38 56 34.79842	48 38 11.69639	6775.743	1663	Маршрут 2
00123	38 57 57.75808	48 36 21.48638	6799.886	1664	Маршрут 2
00124	38 59 22.79260	48 34 32.22811	6773.979	1665	Маршрут 2
00125	39 00 43.97202	48 32 42.57737	6788.833	1666	Маршрут 2
00126	39 02 06.02351	48 30 50.84687	6800.181	1667	Маршрут 2
00127	39 03 28.31940	48 28 59.15017	6801.966	1668	Маршрут 2
00128	39 04 51.79656	48 27 08.71279	6779.762	1669	Маршрут 2
00129	39 06 14.74013	48 25 18.83600	6764.206	1670	Маршрут 2
00130	39 07 36.53720	48 23 23.21593	6759.310	1671	Маршрут 2

00131	39 08 59.11696	48 21 38.42168	6750.115	1672	Маршрут 2
00132	39 10 22.03326	48 19 47.11109	6765.666	1673	Маршрут 2
00133	39 11 43.97118	48 17 56.85180	6778.604	1674	Маршрут 2
00134	39 13 05.84843	48 16 03.92506	6788.604	1675	Маршрут 2
00135	39 14 27.95579	48 14 12.85116	6781.929	1676	Маршрут 2
00136	39 16 39.15296	48 17 49.60666	6442.048	1678	Блок Н Маршрут 1
00137	39 15 14.32710	48 19 37.19219	6421.851	1679	Маршрут 1
00138	39 13 53.15808	48 21 29.28906	6494.282	1680	Маршрут 1
00139	39 12 30.45028	48 23 22.44455	6417.529	1681	Маршрут 1
00140	39 11 07.80824	48 25 13.14826	6433.243	1682	Маршрут 1
00141	39 09 42.97388	48 27 01.35090	6431.638	1683	Маршрут 1
00142	39 08 21.44987	48 28 52.76456	6440.135	1684	Маршрут 1
00143	39 07 02.97278	48 30 48.48714	6447.869	1685	Маршрут 1
00144	39 05 37.54864	48 32 34.24452	6416.457	1686	Маршрут 1
00145	39 04 15.94009	48 34 27.02773	6428.513	1687	Маршрут 1
00146	39 02 52.21882	48 36 16.42313	6418.878	1688	Маршрут 1
00147	39 01 31.34903	48 38 06.45760	6439.477	1689	Маршрут 1
00148	39 00 06.87928	48 39 55.32530	6437.777	1690	Маршрут 1
00149	38 58 45.57983	48 41 46.00450	6439.194	1691	Маршрут 1
00150	38 57 21.91817	48 43 36.40472	6438.448	1692	Маршрут 1
00001	38 49 05.04545	48 54 33.80202	6215.495	3427	Блок Н Маршрут 1
00002	38 50 28.72043	48 52 44.79103	6213.948	3428	Маршрут 1
00003	38 51 51.34392	48 50 54.83810	6204.080	3429	Маршрут 1
00004	38 53 14.31424	48 49 04.58879	6200.780	3430	Маршрут 1
00005	38 54 37.08007	48 47 14.49280	6212.796	3431	Маршрут 1
00006	38 56 00.25541	48 45 23.99170	6203.406	3432	Маршрут 1
00007	38 57 22.28700	48 43 35.28700	6227.818	3433	Маршрут 1
00008	38 58 44.92855	48 41 44.51388	6207.463	3434	Маршрут 1
00009	39 00 08.22114	48 39 53.29181	6217.797	3435	Маршрут 1