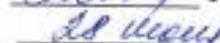


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ

и.о. заведующей кафедрой
к.г.н., доцент

 И.Д. Ахмедова
 28.06.2019 г

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ КАК СРЕДСТВО
ВЫЯВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ

05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнил(а) работу
Студент(ка) 2 курса
очной формы обучения


(Подпись)

Набокова
Анастасия
Владимировна

Научный руководитель
кандидат географ. наук,
доцент


(Подпись)

Москвина
Наталья
Николаевна

Рецензент
Начальник отдела
охраны окружающей среды
ЗАО «ТюменьНИПИнефть»


(Подпись)

Лихачев
Александр
Николаевич

г. Тюмень, 2019

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГИС - Географическая информационная система

ДЗЗ - Дистанционное зондирование Земли

ОВОС - Оценка воздействия на окружающую среду

ПК - Программный комплекс

ПО - Программное обеспечение

РФ - Российская Федерация

ФЗ - Федеральный закон

ХМАО- Ханты-Мансийский автономный округ

ЧС - Чрезвычайная ситуация

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа посвящена использованию дистанционных методов зондирования для выявления и контроля нефтезагрязненных земель на территории месторождений нефти. Работа состоит из трех глав. В первой главе приведены сведения о физико-географических характеристиках исследуемой территории, а также о ее социально-экономических особенностях. Во второй главе проанализирована информация о нормативно-правовых актах при чрезвычайных происшествиях. Также в данной главе изучены методические основы проведения экологической оценки и приведена характеристика используемого программного обеспечения. В третьей главе приводится информация об описании используемых источников данных, описании самого процесса разработки данного метода и его реализации.

Работа выполнялась на основе не только печатных, но и литературных источников. Общее количество страниц в работе 53, которые включают в себя 15 рисунков, 3 таблицы, 41 литературный источник, 4 приложения, 1 из которых является картографическим материалом.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	2
АННОТАЦИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ	6
1.1 Природные особенности территории	6
1.2 Социально-экономические особенности территории.....	11
ГЛАВА 2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ	14
2.1 Нормативно-правовая база организации действий при чрезвычайных ситуациях	15
2.2 Методические основы проведения экологической оценки.....	18
2.3 Характеристика используемого программного обеспечения	20
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДЕШИФРИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	26
3.1 Описание источников данных.....	26
3.2 Описание процесса разработки метода дешифрирования нефтяных загрязнений.....	29
3.3 Реализация метода.....	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	45
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	48
Приложение А. Таблица 1 - Рекультивация загрязненных земель нефтегазодобывающими компаниями в Ханты-Мансийском автономном округе, га	49
Приложение Б. Таблица 2 - Описание каналов космического снимка аппарата Sentinel 2 ...	50
Приложение В. Таблица 3 - Примеры выделенных классов на космоснимке	51
Приложение Г. Карта обнаруженных нефтяных загрязнений.....	53

ВВЕДЕНИЕ

Активная хозяйственная деятельность, связанная с развитием нефтегазовой отрасли в последние 20 лет, привела к значительному увеличению техногенных нагрузок на состояние экосистем региона.

Одной из современных проблем экологии является загрязнение земель нефтепродуктами. В результате разливов происходит нарушение состояния экосистем. Наибольшее влияние нефтяные загрязнения оказывают на состояние почв и растительности.

Для уменьшения влияния нефтепродуктов на состояние окружающей среды требуется оперативное устранение источника утечки, а также быстрое принятие мер по ликвидации загрязнения. Однако, в тех случаях, когда о нефтяном разливе становится известно несвоевременно, влияние загрязнения на окружающую среду может повлечь большие негативные последствия для состояния всех прилегающих экосистем. Выявление таких ситуаций возможно с помощью использования средств геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования.

Целью данной работы является разработка и применение автоматического метода дешифрирования нефтезагрязненных земель. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

1. Определить местоположение нефтезагрязненных земель по официальным данным;
2. Разработать метод дешифрирования нефтезагрязнений с использованием космических снимков;
3. Сравнить официальные данные с полученными результатами в целях их верификации и контроля отчетности недропользователей.

ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория исследования захватывает границы Советского и Кондинского районов. Для изучения была выбрана данная местность в связи с располагающимися на ней лицензионными участками с залежами нефти, на основе которых наилучшим образом можно отобразить нефтяные загрязнения с помощью дешифрирования.

1.1 Природные особенности территории

Территория Советского и Кондинского районов располагается в юго-западной части Ханты-Мансийского автономного округа. (Рисунок 1) Крайняя юго-западная точка территории исследования имеет координаты: 72°24'0" в.д. 60°24'0" с.ш.; крайняя северо-восточная - СВ 73°0'0" в.д. 60°42'0" с.ш. Общая площадь территории составляет 85270 км². Административными центрами Советского и Кондинского районов являются г. Советский и п. Междуреченский соответственно. Общая численность населения составляет 79441 чел. на 2018 год. (Булатов В.И., Ткачева Б. П. Физическая география и экология региона. Ханты-Мансийск: Югор. отд-ние РГО, 2006. – 197 с.)



Рисунок 1. Местоположение Советского и Кондинского районов на карте ХМАО

(<http://pubweb.admhmao.ru>)

Территория ХМАО составляет часть Западно-Сибирской плиты, которая входит в подразделение Центрально-Евразийской молодой платформы. В геологии Ханты-Мансийского Автономного округа выделяют 3 структурных этажа: складчатый фундамент, промежуточный и осадочный чехлы.

Складчатый фундамент является гетерогенным, большая часть плиты – герцинская, в восточной части – байкальская. На поверхности фундамента присутствует 6 крупных геоблоков разных возрастов. Внутри каждого из них есть синклинии и антиклинории. Данные блоки осложнены разноразмерными срединными массивами, имеющими выходы на поверхность фундамента в основном верхнепротерозойских метаморфических пород и грабенами различной протяженности.

На большой территории фундамента залегают терригенно-вулканогенные породы, они образуют покровы или полностью заполняют грабены. Достаточно большое базальтовое плато толщиной 2 км находится в районе Сургутского свода. В пределах Среднеобского блока фундамента в центральной части плиты выделяют 2 свода – Нижневартовский и Сургутский, на которых присутствуют достаточно большие скопления нефти.

У палеогена верхняя часть представлена глинами, алевритами и песками. В разрезе неогеновых отложений в основном нет, при этом на различных горизонтах палеогена присутствуют аллювиальные озерно-болотные четвертичные отложения. (Кузин И.Л. Новейшая тектоника и ее проявление на северо-западе Западно-Сибирской низменности // Тр. ВНИГРИ. – Л., 1960. Вып. 158. – С. 211 – 229)

На территории Кондинского и Советского районов рельеф расчлененный, имеет пологоувалистую и пологоволнистую формы. Самая высокая отметка на местности – 245 метров, средняя высота имеет отметку в 130 метров. Данная территория служит переходом от горных районов к низинам. Изучаемая территория является обширной, слабо расчленённой равниной с отметками высот, которые редко достигают 200 м над уровнем моря. Исключением является только находящаяся в северо-западной части Северо-Сосьвинская возвышенность, которая размещается между Обью и Уральским хребтом, и расположенная у северных границ ХМАО гряда Сибирских увалов, которая является природным водоразделом между уходящими в субмеридианальном направлении на север Надыма, Пура и Таза и бассейном реки Оби. Помимо этого, к моренным грядам можно отнести и меньшие по размерам увал Нумто и Аганский увал. Также следует отметить такое интересное природное образование, как Белогородский материк. Это возвышенность, протягивающаяся в субмеридианальном направлении, ограниченная с запада рекой Обью, а с востока - долиной реки Надым. Самая северная часть имеет большое эрозионное

расчленение и высоты до 230 м. На юге абсолютные высоты почти не превышают 130 м. На территории автономного округа с западной стороны присутствуют отроги и хребты гор Приполярного и Северного Урала. Для этой части территории ХМАО характерен средне- и низкогорный рельеф. Горная область протягивается на 450 км с шириной 40 км. Максимальные отметки высот на исследуемой территории в границах с Республикой Коми и горами Приполярного Урала достигают до 1 895 м (г. Народная). (Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.; Высшая школа, 1991.)

Характеристики климатической составляющей для Кондинского и Советского районов не сильно изменяются. Для резко континентального климата здесь характерные условия, а именно: морозный период составляет 160 дней, теплый период длится около 80 дней. Максимум осадков достигает отметки в 660 миллиметров, большая часть выпадает с пятого по девятый месяц года. Ветер обычно не превышает отметки 3 метра в секунду. Высота снежного покрова на изучаемой территории может достигать 70 сантиметров. Почва не промерзает глубже двух метров. В зимнее время года, погодные условия достаточно морозные, но безоблачные. Из описания климатических условий следует, что в данном регионе затяжная холодная зима и непродолжительное лето. Климат региона умеренный континентальный, характеризуется достаточно быстрой сменой погодных условий, в основном весной и осенью. На развитие климатических условий особое влияние оказывает защита округа с западной стороны Уральскими горами, а также открытая северная сторона, которая способствует свободному проникновению на территорию холодных арктических масс. Особо важную роль играют равнины на данной местности с достаточно большим количеством озёр, рек и болот. Зима в регионе достаточно продолжительная и суровая, с устойчивым снежным покровом, в отличие от летнего периода (лето на данной территории короткое). Для таких сезонов, как весна и осень, наиболее характерны ранние осенние и поздние весенние заморозки. Средняя температура января по региону находится в пределах от -18 до -24 °С. Самые низкие зимние температуры воздуха (до -60-62 °С) были отмечены в Нижневартовском районе в долине реки Вах. Период с отрицательной температурой воздуха обычно достигает семь месяцев, с октября по апрель. Устойчивый снежный покров держится около двухсот дней - с конца октября по начало мая. Заморозки бывают до середины июня. Самый тёплым месяцем является июль. Его характеризуют средней температурой от 15 °С на северо-западе и до 18 °С на юго-востоке. Абсолютный максимум температур достигает 36 °С.

Направление ветра летом в основном северное, зимой же напротив, чаще всего наблюдается южный ветер. Годовое количество осадков достигает 620 мм. Высота снежного покрова колеблется в пределах от 50 до 80 см. Максимальное число осадков

приходится на тёплое время года. Вся территория района находится в зоне избыточного увлажнения и при относительно малом количестве осадков, величина испарения достаточно невелика. (Гвоздецкий Н.А. Физико-географическое районирование Тюменской области – изд-во Московского университета, 1973. – 244 с.)

В изучаемой области расположены 4 террасы, водораздельная равнина и поймы крупных рек. Поверхность 1-й террасы заболоченная и плоская, в высоту не превышает 7 метров. Поверхность 2-й террасы аналогична первой по типу рельефа, однако встречаются участки, высотой более 10-ти метров. Поверхность 3-й террасы не расчлененная, отметки колеблются в пределах 50-60 метров. Поверхность 4-й террасы полностью заболочена, присутствуют озёрки и плоский рельеф, отметки террасы не превышают ста метров. (Лезин В. А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа. / Справочное пособие. – Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 1999. – 160 с.)

В пределах Кондинского и Советского районов водораздельная равнина имеет пологоволнистые и расчлененные характеристики. По площади водораздельная равнина занимает наибольшую территорию.

На всей территории региона насчитывается около 2000 больших и малых рек, протяжённостью 172000 км. Главными реками ХМАО являются: Обь, длиной 3650 км, и Иртыш - 3580 км. Это одни из самых крупных рек России. Помимо данных рек, к списку крупнейших речных систем нужно отнести притоки Оби: Тромъёган, Вах, Большой Салым, Большой Юган, Назым, Лямин, Аган, Пим, Казым, Северную Сосьву, а также притоки Иртыша - реки Согом и Конда. В ХМАО более 10 рек, с длиной, превышающей 500 км. Для всех рек региона (исключая реки Уральской части) наиболее характерны слабые уклоны, небольшая скорость течения, паводки в тёплое время года, весенне-летнее половодье, подпорные явления. Обские подпоры простираются на дистанцию до 200 км от устья притоков, из-за чего происходит образование соров (сезонных озёр, которые образуются на затопляемых низинных пространствах) и ларов (пойменных болот).

На одной трети территории региона располагаются болота, в основном переходного и верхового типа. Вокруг лесов и болот находится примерно 290.000 озёр, площадью свыше 1 га. Наибольшими озерами являются Трэмтор, Вандэмтор, Левушинский, Турсунтский, Туманы - их площадь составляет более 100 км². Самыми глубокими озерами являются: озеро Кинтус, глубиной 48 м, Сырковый Сор - 42 м. Но большинство озёр, примерно 90% — это довольно мелкие и небольшие по площади озёрки без поверхностного стока. (Куприянова Е. И. Водный баланс Западно-Сибирской равнины. М.: Наука, 1967. – 64с.)

Почвенный покров на территории изучаемых районов достаточно разнообразен. Здесь можно встретить разновидности луговых, дерновых, болотных и глеево-подзолистых

и тундровых почв. На дренированных участках возле рек, под достаточно густой темнохвойной тайгой в основном присутствуют подзолистые почвы. На водоразделах с небольшим грунтовым и поверхностным стоком присутствуют самые различные разновидности глеевых почв, в центральной части сменяющиеся болотными. Для областей простираения зандра свойственны маломощные подзолистые почвы лёгкого механического состава. На них в основном растут боры-ягельники. Для поймы Оби характерны сложные сочетания дерново-луговых, болотных и аллювиальных почв. В Уральской горной части присутствуют тундровые грубогумусные щебнистые почвы. (Гаджиев И.М., Овчинников С.М. Почвы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1977. 150 с.)

Район исследования находится в зоне таежных лесов средней тайги (частично северной). Так как территория исследования находится в зоне вечной мерзлоты, этот фактор оказал значительное влияние на растительность округа. Здесь она представлена сосновыми и лиственничными редколесьями, а также лугами и болотами. Встречаются лишайники. Травянистый ярус представлен сообществами кустарников (багульник) и кустарничков (черника, голубика, брусника). Также встречаются мхи и лишайники. Помимо этого, на территории регионов находится заповедники «Юганский» и «Малая Сосьва», заказник «Верхне-Кондинский» и природный парк «Кондинские озера».

Флора Ханты-Мансийского автономного округа составляет более 800 видов высших растений. В основном вся территория региона находится в границах природной зоны таёжных лесов, лишь на крайнем северо-западе территории в приуральской части, область расположена в зоне горной тундры и лесотундры. Основную часть исследуемой территории составляет достаточно сильно заболоченная тайга. На данной местности произрастают такие растительные сообщества, как смешанные и хвойные леса, болота, заливные луга, водоёмы, горные тундры. В северной части на растительные сообщества значительное влияние осуществляет многолетняя мерзлота.

Залесенность исследуемой территории составляет 52 процента. Наибольшую территорию занимает зона средней тайги, представленную смешанными, темнохвойными, мелколиственными и светлохвойными лесами. В таких лесах произрастает сосна, лиственница, ель, кедр, пихта, ольха, берёза. Следует отметить, что в северных районах хорошо распространены большие светлые лишайниковые боры, которые используются для оленьих пастбищ.

Для низин и речных пойм наиболее характерна луговая растительность. Высокие поймы крупных рек часто покрыты ивняками паркового типа, ивово-березовыми, ивово-березово-осиновыми травяными лесами. Леса и болота на данной местности плодovиты

ягодами, такими как клюква, черника, брусника, смородина, рябина, голубика, малина, морошка, черёмуха и шиповник. (Москаленко Н.Г., Ястреба Н.В. Исследование динамики растительного покрова, нарушенного техногенным воздействием. // Вопросы географии, сб. 114, М., 1980)

Фауна региона обширна, но присутствует опасность вымирания многих животных видов, из-за развитой в регионе нефтяной и газовой промышленности. Многие виды могут быть подвержены вымиранию, а именно: водоплавающие птица, орланы-белохвосты, сапсаны, бобры, росомахи и соболя. Из рыбной сферы – это осетры и налимы. Животный мир позвоночных составляет 369 видов. Млекопитающих в области 60 видов, промысловыми из них являются 28. Самыми ценными и распространёнными в хозяйстве считаются: лось, олень, заяц, выдра, ласка, норка, хорь, колонок, горноста́й, куница, соболь, белка, песец, лисица и др. Западносибирский речной боб и росомаха занесены в Красную книгу России.

Орнитофауна региона насчитывает 256 видов птиц, из них 206 гнездящихся и оседлых видов. Большую численность составляют отряды гусеобразных, ржанкообразных и воробьинообразных. В основном, фауну для охоты составляют 48 видов птиц. Это кулики, утки, куропатки, рябчики, тетерева, глухари, гуси. Хищными птицами является ястреб-стервятник, ушастая сова, болотный лунь. В Красную книгу занесены: краснозобая казарка, скопа, чёрная казарка, кудрявый пеликан, тонкоклювый кроншеп, чёрный аист, кречет, обыкновенный фламинго, сапсан, стерх (белый журавль), пискулька, орлан-белохвост, беркут, чёрный журавль.

В речных долинах и озёрах насчитывается 42 вида рыб. Только 19 из них являются промысловыми. В это число входит золотой и серебряный карась, ёрш, окунь, елец, лещ, плотва, язь, щука, налим, сосвинская сельдь, сиг (пыжьян), чир (щокур), пелядь (сырок), мускун, нельма, стерлядь. В водоёмах-охладителях Нижневартовской и Сургутской ГРЭС выращивают карпов. Осётр занесен в Красную книгу России. (Мильков Ф. Н. Воздействие рельефа на растительность и животный мир. М.; ГИГЛ, 1953.)

1.2 Социально-экономические особенности территории

Территория района имеет большие природно-ресурсные запасы. В первую очередь, это лесные ресурсы, твердые полезные ископаемые и залежи нефти и газа. В округе присутствует около 400 нефтяных и газовых месторождений с запасами примерно 20.000.000.000 тонн. Самыми крупными нефтяными месторождениями считаются: Самотлорское (также оно входит в 10 самых крупных в мире), Приобское, Мамонтовское и Фёдоровское. В месторождениях нефти, как известно, имеется попутный газ, являющийся

ценным сырьём для химической промышленности. Небольшую часть газа используют на крупных тепловых станциях, большую же - до сих пор сжигают на месторождениях. В России округ ХМАО занимает 2 место по газовым месторождениям, уступая лишь Ямало-Ненецкому автономному округу.

Кроме нефтяных и газовых месторождений, богатством области являются залежи россыпного и коренного золота, чьи запасы руд составляют 220 тонн. На территории области со стороны Уральских гор присутствуют залежи железных руд, бокситов, цинка, меди, тантала, ниобия, свинца и пр. В настоящий момент ведут разработку месторождений горного хрусталя, жильного кварца и пьезокварца. Качество сырья в регионе является одним из лучших в мире. Также присутствуют месторождения каменного и бурого угля, запасы которых оценивают в 970 и 4600 млн. тонн соответственно. Ресурсы термальных, минеральных и пресных подземных вод составляют огромное количество, но в производственных целях практически не используются.

В округе присутствует деревообрабатывающая и лесозаготовительная промышленность, экспорт которой производится не только в России, но и за рубежом.

В экономике региона стоят в приоритете: добыча углеводородного сырья, энергетика, транспортная инфраструктура, строительство и др. Сейчас Ханты-Мансийский автономный округ считается главным нефтегазовым регионом Российской Федерации и одним из самых крупных нефтедобывающих районов в мире. Данную область считают регионом-донором РФ, которая лидирует по нескольким главным экономическим показателям:

- I - по производству электроэнергии;
- I - по добыче нефти;
- II - по добыче газа;
- II - по поступлению налогов в бюджетную систему;
- II - по объёму промышленного производства;
- III - по объёму инвестиций в основной капитал.

В отраслях промышленности главное место занимает нефтегазодобывающая отрасль, которая составляет 81.1% общей доли производства, электроэнергетика на втором месте - 6.5%, доля в 12.4% — это обрабатывающие производства.

Перевозка товаров и груза в области производится железнодорожным и водным транспортом. Лишь 29% перевозят автомобильным транспортом, 2% транспортировки осуществляется авиацией.

Общая протяжённость железных дорог на изучаемой местности составляет 1106 км. Автомобильные дороги растягиваются более чем на 18 тыс. км. Авиация региона объединяет большое количество крупных городов ХМАО с Москвой, Санкт-Петербургом и другими городами. Относящиеся к малой авиации небольшие самолёты и вертолёты считают основной структурой для поддержки малых народов Севера, которые живут в отдалённых населённых пунктах.

Одной из наиболее эффективно развивающихся отраслей экономики является строительство. В 2016 году в ХМАО построено 803.000 м² жилой площади, 110.000 м² из которых являются индивидуальным жилым строительством. (Соромотин А. В., Макеев В. Н., Гертер О. В., Пислегин Д. В. Анализ деятельности научных организаций в решении экологических проблем на территории Тюменской области // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2011. №2)

ГЛАВА 2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ

На сегодняшний день в ходе развивающегося производства и применения природных ресурсов происходят определенные изменения окружающей среды, из чего следует, что необходимо проводить экологический мониторинг. Экологический мониторинг — это комплекс мероприятий по прогнозированию, оценке и наблюдению за текущим состоянием экосистемы. Он проводится чтобы выявить природные изменения и антропогенную нагрузку, которые влекут за собой изменения окружающей среды в целом.

В настоящее время прогрессируют различные системы экологического мониторинга, которые имеют возможность осуществлять мониторинг за техногенным воздействием на экосистему, оценивать состояние окружающей среды и отдельных ее компонентов. Также мониторинг позволяет определять причину существующих и возможных изменений окружающей среды.

Главными задачами экологического мониторинга считаются:

- прогнозирование изменений окружающей среды из-за воздействия антропогенного влияния и оценочный прогноз состояния окружающей среды;
- фактическая оценка состояния экосистемы;
- контроль за состоянием экосистемы и ее процессами под воздействием антропогенного влияния;
- наблюдение за источниками и факторами антропогенного влияния.

(Баринова И.Л., Боброва Т.Н., Камышев А.П. и др. Экологическая оценка территории газовых месторождений северного района Западной Сибири при проектировании мероприятий по рекультивации земель. – М.: ВНИИЭгазпром, 1992. – 33 с.)

С целью решения таких задач самый эффективный способ — это использование метода дистанционного зондирования Земли.

Актуальность применения данного метода определяет его достаточно высокое качество космоснимков. Помимо этого, на космоснимках можно увидеть крупные труднодоступные участки, что дает возможность решить такие вопросы, как:

- оценка и возможность обнаружить зоны крупных наводнений;
- прогнозирование и наблюдение за сезонными разливами рек и паводками;
- регистрирование дымного шлейфа от трубопроводов;
- обнаружение тепловых выбросов и аномалий с достаточно крупных производственных компаний и ТЭЦ в городах;
- возможности обнаружения пожаров и определение пожароопасных зон в лесных массивах;

- слежение за техногенным влиянием на участках леса;
- возможность обнаружения больших выбросов с предприятий;
- оперативное наблюдение и классификация загрязнения водной и почвенной среды;
- получение карт стихийных бедствий, таких как ураганы или атмосферные фронты.

Необходимо сказать, что экологический мониторинг помимо изучения воздействия антропогена на экосистемы, также даёт возможность изучать динамику природных процессов (таких как трансформация ландшафтов). (Московченко Д.В. Нефтегазодобыча и окружающая среда: эколого-геохимический анализ Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1998. – 112 с.)

Дешифрирование снимков - необходимая часть при использовании метода ДЗЗ. Его используют при достижении таких целей, как: исследования в области геологии, съемка антропогенных ландшафтов, экологический мониторинг и пр.

На сегодняшний день, для создания карт, которые отображали бы динамику состояния экосистем, используют различные геоинформационные системы (ГИС). Такие системы дают возможность оформлять снимки в географические, экологические или тематические карты.

В целом, ГИС и ДЗЗ способствуют образованию довольно прагматичного метода с целью создания пространственного анализа для земной поверхности. Для экологического мониторинга, в применение метода ДЗЗ входит:

- картографическая система наблюдения за состоянием и изменением экосистемы;
- создание карт динамики изменения экосистем;
- привязка по координатам космоснимков к топопланам изучаемой местности;
- поиск и обработка необходимых космоснимков.

Таким образом, одной из главных задач прогресса экологического мониторинга, используя метод ДЗЗ, является создание карт динамики и прогноза природных процессов с целью защиты от чрезвычайных ситуаций. (Геоинформационный портал ГИС - ассоциации [Электронный ресурс] URL: <http://www.gisa.ru>)

2.1 Нормативно-правовая база организации действий при чрезвычайных ситуациях

В настоящий момент, уровень техногенного воздействия на природную среду на нефтяных месторождениях очень велика. Нефтегазовая отрасль является одной из самых важных видов промышленности, что может негативно отражаться на экологии и природной среде. Такое происходит из-за слишком интенсивного развития данной отрасли, так как

изучению и разработке подвергаются еще неосвоенные территории. И из-за освоения новых нефтяных месторождений происходит глобальное воздействие на окружающую среду.

В загрязнении экосистемы большую роль играют техногенные факторы и нефтяные разливы. А так как нефтяная отрасль имеет огромное количество опасностей, таких как нефтепродукты, буровые растворы, сточные воды и химические реагенты, ситуация значительно усугубляется. (Баринова И.Л., Боброва Т.Н., Камышев А.П. и др. Экологическая оценка территории газовых месторождений северного района Западной Сибири при проектировании мероприятий по рекультивации земель. – М.: ВНИИЭгазпром, 1992. – 33 с.)

Также помимо этих опасностей, существуют аварийные ситуации и разливы не только на месторождениях, но и на трубопроводах. Причинами таких аварий являются несвоевременная замена изношенного трубопровода, появление коррозии, повышенная эксплуатация трубопровода.

Восстановление окружающей среды после разлива нефти очень долгое, поэтому таким территориям необходима рекультивация, которая достаточна трудна и дорогостояща. Также необходимо понимать, что рекультивация чаще всего производится с нарушением её технологий. (Вильчек Г.Е. Устойчивость тундровых экосистем и прогнозирование последствий их антропогенной трансформации // Известия РАН. Сер. Географическая, 1995, № 3. – С. 59 – 69)

Чаще всего, разливы нефти устраняются отсыпкой песком, что является крупнейшим нарушением рекультивации, так как данная проблема еще больше осложнена тем, что загрязняющие вещества остаются в почве и могут попадать в водотоки и перемещаться. (Бахтизин Р.Н., Атнабаев А.Ф. ГИС – модели для анализа последствий аварийных разливов нефти. Информ.-аналит.журн./ ООО Компания DATA+, 2005. – 32 с.)

В данный момент, одним из главных механизмов предоставления экологически аргументированных решений по снижению ущерба от процессов разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений служит оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

В Российской Федерации система ОВОС утверждена законом и представляет собой значительный элемент экологии в сфере политики страны. ОВОС- это процесс учёта требований в сфере экологии в законах РФ при организации и утверждении решений о социально-экономическом формировании общества в мире. Следуя данному определению, можно сказать, что оценка воздействия на окружающую среду расценивается как механизм установления последствий, касаемых экологии и других отраслей, которые возникают от различной хоз. деятельности в согласовании с социально-экономическим формированием

местности и не подразумевает подсчёт особенных свойств воздействия объектов проектирования на население и экосистему.

Касаясь газовой и нефтяной сферы, ОВОС – является видом деятельности в отрасли проектирования, который заключается в подготовке, согласовании и принятии данных, которые затрагивают вопросы охраны окружающей среды и расходовании нефтяных ресурсов, включая заинтересованность местных жителей. Данная деятельность способствует осуществлению принятых экологически направленных решений о реализации хозяйственных планов, благодаря установлению вероятных неблагоприятных обстоятельств, подсчёта общей позиции, создание мер по устранению негативных воздействий. При такой позиции, определение допустимых влияний на экосистему служит способом оповещения лиц, которые создают и принимают проектные решения. Наилучшим вариантом будет, основываясь на итогах ОВОС, если уполномоченные люди, которые принимают заключения, смогут составлять мнения о наилучших рекомендованных вариантах данной деятельности. (Полищук Ю.М., Токарева О.С. Методические вопросы картографирования зон экологического риска воздействия нефтедобычи на растительный покров // Известия ТПУ. 2011. №1)

На территории округов, где развита нефтегазовая промышленность, наиболее усложнен ход территориального формирования общества. Взамен отдельных антропогенных сооружений, в таких местах присутствуют целые системы природно-техногенных районов.

Вопреки большому количеству дефиниций, любое из акцентируемых природно-техногенных формирований включает в себя и природный и технический компонент. Наружной моделью и внутренней сущностью анализа результатов отрицательного влияния со стороны объектов нефтяной и газовой добычи на экосистему и народонаселение служит определение нынешнего состояния экологии и вероятностей уберечь конструктивные качества природно-ресурсные возможности изучаемой местности. Это распознается комплексом аспектов, таких как токсикологические, рыбохозяйственные и санитарно-гигиенические.

На всей территории Западной Сибири, участки, которые наиболее соответствуют добыче нефти и газа составляют до 30 процентов площади территории месторождений. На прочих участках присутствует разный уровень охраны и высокий режим трудности освоения, где добыча ресурсов нуждается во вспомогательных финансовых затратах и во введении технических нововведениях, приводящих к повышению затрат, которые вложены в обустройство месторождений. К таким объектам относятся объекты историко-культурного наследия местного населения, памятники природы местного и регионального

значения, кедровые насаждения, леса I категории и водоохранные зоны. (Москаленко Н.Г., Ястреба Н.В. Исследование динамики растительного покрова, нарушенного техногенным воздействием. // Вопросы географии, сб. 114, М., 1980)

В ХМАО на 01.01.2018 было зарегистрировано 432 лицензионных участка недр с целью добычи разведки и добычи углеводородного сырья. В соответствии с постановлением Правительства автономного округа от 14.01.2011 № 5-п «О Требованиях к разработке планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти, нефтепродуктов, газового конденсата, подтоварной воды на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» недропользователи, которые осуществляют деятельность на лицензионных участках, ежегодно предоставляют сведения в службу по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, уполномоченного на ведение реестра загрязненных нефтью, нефтепродуктами, подтоварной водой земель и водных объектов автономного округа. (Моделирование нефтяных разливов [Электронный ресурс] URL: <http://introgis.ru/>)

В соответствии с приказом Природнадзора Югры от 26.02.2015 г. №40-«О порядке ведения реестра загрязненных нефтью, нефтепродуктами, подтоварной водой территорий и водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» предприятиям ежегодно после актуализации Реестра направляются выписки о загрязненных участках.

В соответствии постановлением Правительства автономного округа «О порядке освидетельствования рекультивированных земельных участков, ранее загрязненных нефтью, нефтепродуктами, подтоварной водой, для исключения реестра загрязненных нефтью, нефтепродуктами, подтоварной водой территорий и водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» от 29 июля 2016 года №276-п по результатам освидетельствования рекультивированных земельных участков предприятиям направляются решения об их исключении из Реестра. (Федеральные законы РФ [Электронный ресурс] URL: <http://fundamental-research.ru>)

В 2017 году рекультивировано и исключено из Реестра 863 га загрязненных земель, это 2 269 участка. (Приложение А)

2.2 Методические основы проведения экологической оценки

Ханты-Мансийский автономный округ считается одним из самых крупных округов Российской Федерации, но с довольно слабой коммуникационной инфраструктурой. Это сильно ослабляет способы наблюдения за природой округа. В такой ситуации, наилучшим выходом для наблюдения за экосистемами региона является космический мониторинг.

Эффективностью такой системы может служить автоматизация дешифрирования космоснимков и достоверность его результатов. Автоматизм процесса анализа и обработки космоснимков даёт возможность для решения довольно большого диапазона задач, таких как: дешифрирование нефтяных загрязнений, мониторинг облачности и снежного покрова, классификация пород деревьев, выделение антропогенных и водных объектов, выделения очагов возгорания.

Чтобы выделить нефтяные загрязнения почвенного покрова, применяют мультиспектральные космоснимки среднего и высокого пространственного разрешения. При обработке и анализе космических снимков, для выявления состояния почв и растительности, в первую очередь используются каналы в ближней и средней инфракрасной зоне спектра, так как спектральные диапазоны этих каналов наиболее чувствительны к изменениям происходящим в этих компонентах. (ООО Недра-Экспресс [Электронный ресурс] // Поиск участков. URL: <https://nedraexpert.ru/search/>)

Нефтяные загрязнения дешифрируются с помощью существующей методики, которая основывается на автоматизированной классификации космоснимков, где используют обучающие выборки с дальнейшей фильтрацией имеющегося результата.

С целью получения наиболее точной верификации, результаты которой дешифрируются по космоснимкам нефтяных загрязнений, необходимо получение заверочных полевых работ. При проведении данных работ эксперт на местности проводит визуальную оценку территории с нефтяным загрязнением.

Для того, чтобы давать прогнозы на будущую динамику процессов и определить критерии, которые влияют на какие-либо факторы, необходимо использовать космические снимки в различные периоды времени, чтобы видеть антропогенные изменения.

Чтобы достичь данной цели, необходимо выполнить ряд задач:

- Следовать разработанному алгоритму автоматизированного определения нефтяных загрязнений почвенного покрова, опираясь на яркостные характеристики разных спектральных каналов космоснимков спутника Sentinel 2.
- Произвести анализ и обработку космоснимков среднего пространственного разрешения с целью выявления существующих нефтяных загрязнений на месторождениях ХМАО. (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель / А. С. Яковлев, В. Н. Шептухов, Ю. М. Матвеев и др. // Сборник нормативных актов "Охрана почв". — РЭФИА Москва, 1996. — С. 174–198)

Также одной из главных задач можно считать оценку состояния техногенных нарушенных земель и их классификацию по характеру, виду и степени воздействия.

Помимо этого, необходим методический подход к анализу пространственной привязки и картографическому представлению.

Для оценки состояния нарушенных земель использовалась следующая методика:

- создание серии тематических карт с выявлением нарушенных земель и воздействия техногенных факторов на землю;
- картографическая оценка нарушенных территорий месторождения на основе использования данных ДДЗ. (Официальные программные продукты [Электронный ресурс] URL: <http://cad.ru/>)

Для комплексной оценки и проведения мониторинга состояния компонентов окружающей среды наиболее актуальным становится использование средств ГИС. Основу ГИС составляют база геоданных, программные комплексы и приложения для обработки этих данных. Базовыми программными платформами являются ENVI 5.3 и QGIS

2.3 Характеристика используемого программного обеспечения

В процессе выполнения работы применялись такие программные комплексы, как: ENVI, QGIS и SAGA GIS. Программный комплекс (ПК) ENVI использовался для дешифрирования космоснимков. Данный продукт является одним из самых доступных и эффективных программ, дающих весь цикл обработки радарных и оптико-электронных данных ДЗЗ их интеграции с данными ГИС.

ENVI поддерживает данные множества различных растровых и векторных данных, а также типы данных съемочных систем, такие как радарные, лидарные, мульти- и гиперспектральные.

В стандартные функции базовой комплектации ПК входит весь необходимый инструментарий для анализа и создания тематической фотограмметрической обработки снимков. Все инструменты программы классифицированы по группам, что даёт возможность быстро совершать геометрические преобразования изображений, такие как: создание бесшовной мозаики одинаковой по цветовой гамме и яркости, а также географическая привязка по растровым и векторным данным. Прочие инструменты программы служат для создания калибровки и коррекции данных, создания и анализа цифровой модели рельефа и цифровой модели местности, и спектрального анализа данных.

В ENVI классификацию снимков без обучения и с обучением возможно реализовать с помощью нескольких рабочих инструментов или с помощью рабочего процесса, способствующего получению итогового результата в интерактивном режиме. Для постклассификационной коррекции изображений в данном ПО существует целый набор

инструментов, которые предназначены для векторизации, создания генерализации, объединения классов и пр.

В ПО ENVI присутствуют такие алгоритмы, как:

- Decision Tree - дерево принятия решений
- K-means - алгоритм k-средних;
- Neural Net - нейронная сеть;
- Isodata - итерационная самоорганизующаяся методика анализа данных;
- Binary Encoding - двоичное кодирование;
- Parallelepiped - способ параллелепипедов;
- Maximum likeli-hood - способ максимального правдоподобия;
- Spectral Information Divergence - отклонение спектральной информации;
- Евклидова метрика - алгоритм минимального спектрального расстояния;
- Spectral Angle Mapper - классификация с помощью метода спектрального угла;
- Mahalanobis Distance - алгоритм расстояния Махаланобиса;

Одним из главных достоинств ПК служит присутствие удобных алгоритмов векторизации результатов классификаций, что играет большую роль при анализе результатов в современных ГИС. (База данных космических съемок [Электронный ресурс]. – URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/>)

Программный комплекс ENVI 5.3 лицензирован главными операторами космических данных, оттого данный ПК предоставляет поддержку данных дистанционного зондирования Земли, которые получают с различных спутников. Помимо этого, ENVI имеет большую область растровых и векторных форматов, распространенных ГИС, как, например, ArcGIS, MapInfo и пр.

Области использования ПК довольно многообразны. Сюда входит природопользование, исследования в области экологии, лесное и сельское хозяйство, исследования области нефти и газа и пр. (Бахтизин Р.Н., Атнабаев А.Ф. ГИС – модели для анализа последствий аварийных разливов нефти. Информ.-аналит.журн./ ООО Компания ДАТА+, 2005. – 32 с.)

Программа QGIS в данной работе была предназначена для оформления карт после выявления нефтяных загрязнений. QGIS является независимой ГИС-системой. Деятельность над Quantum GIS была инициирована в 2002 году в мае, а в июне был уже основан проект в SourceForge (платформа для разработчиков).

В программе QGIS существует возможность смотреть и накладывать друг на друга растровые и векторные данные друг на друга в разных формах и проекциях без

конвертирования в какой-либо формат. Благодаря практичному и удобному графическому интерфейсу, существует возможность создания карт и изучения пространственных данных.

В графический интерфейс QGIS входит большое количество инструментов, таких как:

- перепроецирование;
- компоновка карт;
- панель для обзора;
- пространственные закладки;
- выборка и определение объектов;
- поиск, просмотр и редактирование атрибутивных данных;
- подпись объектов;
- модифицирование символов растровых и векторных слоев;
- загрузка и сохранение рабочих проектов.

В программе Quantum GIS существует возможность редактировать и создавать данные векторных форматов и помимо этого совершать их экспорт в различные форматы. Для того, чтобы иметь возможности для редактирования и экспорта данных в прочие форматы растровые данные, нужно в первую очередь сделать их импорт в GRASS. (Официальные программные продукты [Электронный ресурс] URL: <http://cad.ru/>)

Данная программа имеет такие средства работы с данными, как:

- инструменты для оцифровки форматов, которые поддерживаются библиотекой OGR;
- сохранение снимков экрана как изображений с пространственной привязкой;
- редактирование и визуализация данных OSM;
- инструменты для создания и редактирования файлов с разрешением shp*;
- управление атрибутами векторных данных;
- обработка слоёв PostGIS;
- создание слоёв PostGIS из shp-файлов с помощью плагина SPIT;
- геокодирование изображений, используя модуль пространственной привязки;
- импорт и экспорт данных GPX, используя инструменты GPS.

QGIS обладает возможностью анализа векторных пространственных данных в PostGIS и прочих форматах, которые поддерживаются OGR, используя модуль fTools, который написан на языке программирования Python. В данный момент QGIS имеет способность использования инструментов для геопроецирования, выборки, анализа и управления базами данных и геометрией.

Quantum GIS адаптируется к особым потребностям благодаря обширной архитектуре модулей. Данная программа может предоставить библиотеки, используемые для формирования модулей. Также у ПК есть возможность производить приложения, применяя язык программирования Python или C++.

Программный комплекс SAGA GIS использовался для построения трехмерной модели. ПК SAGA создана на языке программирования C++, который позволяет реализовывать объектно ориентированное проектирование системы. Присутствие готовых многоцелевых доступных кодов на C++ предоставляет возможность дополнять их в данное приложение, что значительно упрощает саму процедуру исследования.

Доступность программного продукта дает пользователю 4 уровня, главным критерием которых служит общий доступ к исходному коду, а именно:

- использование ПК для разных личных целей;
- изучение принципов работы программы;
- свободное копирование;
- публикация созданных продуктов как общедоступных.

Результатом свободы действий в данном ПК являются: бесплатное пользование, международная группа разработчиков и прозрачность работы. С точки зрения исследования, главную роль играет такой критерий, как прозрачность, так как наиболее значимое условие адаптации каждой методики — это проверка ее воспроизводимости и корректности. Обеспечение данных перспектив возможно только с помощью открытого доступа к ПК, то есть к алгоритмам и исходному коду. (Официальные программные продукты [Электронный ресурс] URL: <http://cad.ru/>)

Основанием для модульной архитектуры ПК SAGA являются 3 блока, а именно: интерфейс программирования такого приложения как API, графический интерфейс пользователей и библиотека модулей (Рисунок 2). Согласно своей сути, библиотеки модулей и API служат не отдельными файлами, а целыми динамическими библиотеками. Доступы к ним исполняются посредством интерфейса пользователя. Моделирование нефтяных разливов [Электронный ресурс] URL: <http://introgis.ru/> (дата обращения: 05.04.2019);

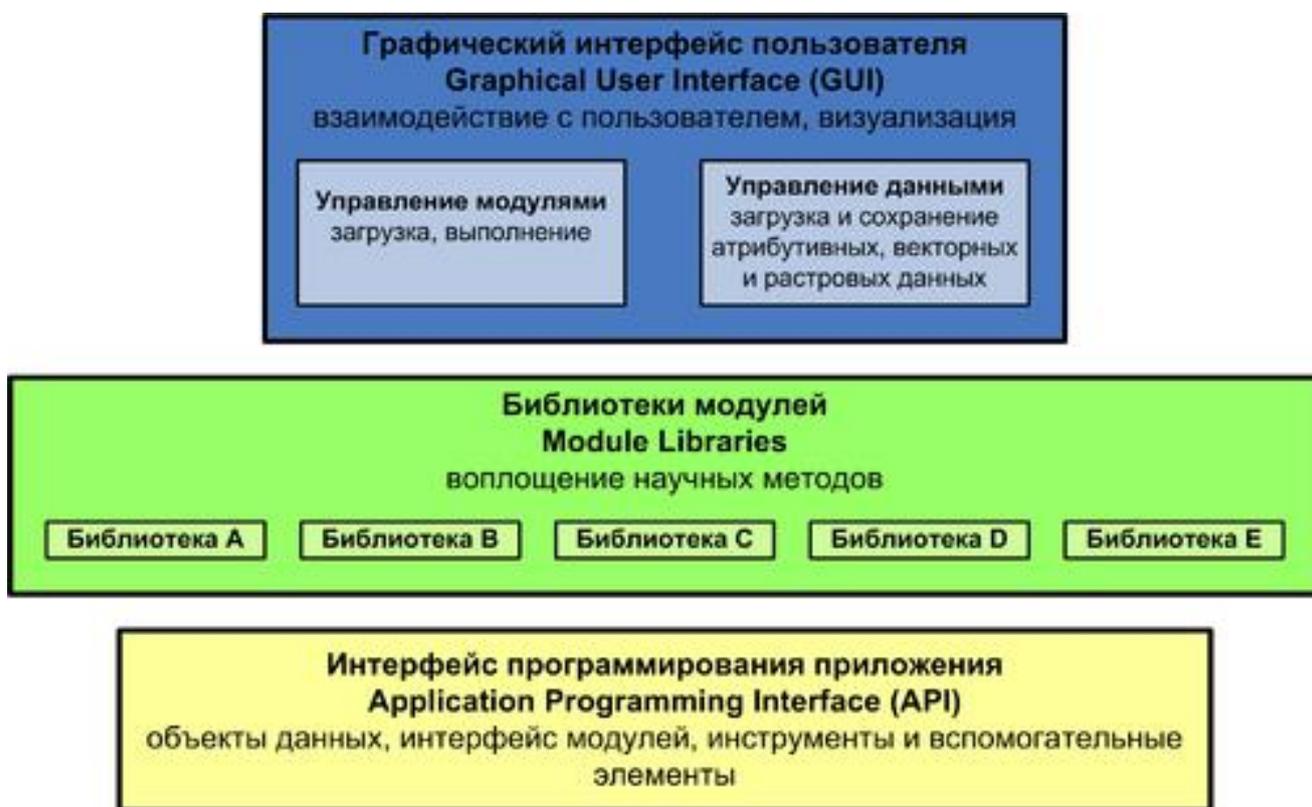


Рисунок 2. Системная архитектура SAGA

Одним из главных внешних интерфейсов программы является интерфейс GUI, обеспечивающий пользователям всеобщее взаимодействие и контроль за системой. Он отвечает за управление, анализ и визуализацию данных. Кроме панелей меню, инструментов и статуса, которые являются типичными элементами графического интерфейса большинства современных программ, GUI SAGA связывает пользователя с тремя дополнительными элементами контроля: рабочей областью, свойствами объекта и окнами сообщений.

В ПК SAGA присутствует рабочая область, которая совершает контроль над окнами-вкладками модулей, данных и карт. Любая подобная вкладка способна принимать вид иерархического древа или набора пиктограмм, благодаря которым возможно приобрести доступ к конкретным объектам, который контролирует этот элемент. Присоединенные модульные библиотеки показываются во вкладке модулей с их перечнем. Подобным способом картографические компоновки показываются на вкладке с картой, а объекты с данными – на вкладке данных.

В зависимости от того какой объект в рабочей области выбран, контрольная панель свойств объекта (Object Properties) демонстрирует специфический набор вкладок, которые с ним ассоциируются. Общими для всех объектов является вкладки настроек (Settings) и характеристики (Description). Если в рабочей области выбран модуль, то вкладка настроек будет содержать параметры, которые необходимо установить для выполнения модуля.

Вкладка характеристики соответственно будет содержать информацию об авторе, алгоритме и параметрах модуля.

В случае выбора объекта данных вкладка настроек дает контроль над такими его свойствами как название, использование дискового пространства, особенности визуализации. Описание объекта дополняется историей (History), которая позволяет восстановить процесс создания и обработки набора данных. Другие вкладки, связанные с объектом, позволяют редактировать атрибуты (Attributes) векторных слоев данных или отображать легенду (Legend) выбранной карты. Окно сообщений (Messages) содержит три вкладки для: общих сообщений (General), сообщений о выполнении модулей (Execution) и сообщений об ошибках (Errors).

Данный программный продукт также можно использовать для дешифрирования нефтяных загрязнений. Помимо этого, с помощью ПК SAGA GIS можно проецировать направления стока в районах разлива нефти, что обеспечит достаточно верный прогноз по движению нефтепродуктов на местности (Рисунок 3).

Карта направления стоков в районах разлива нефти

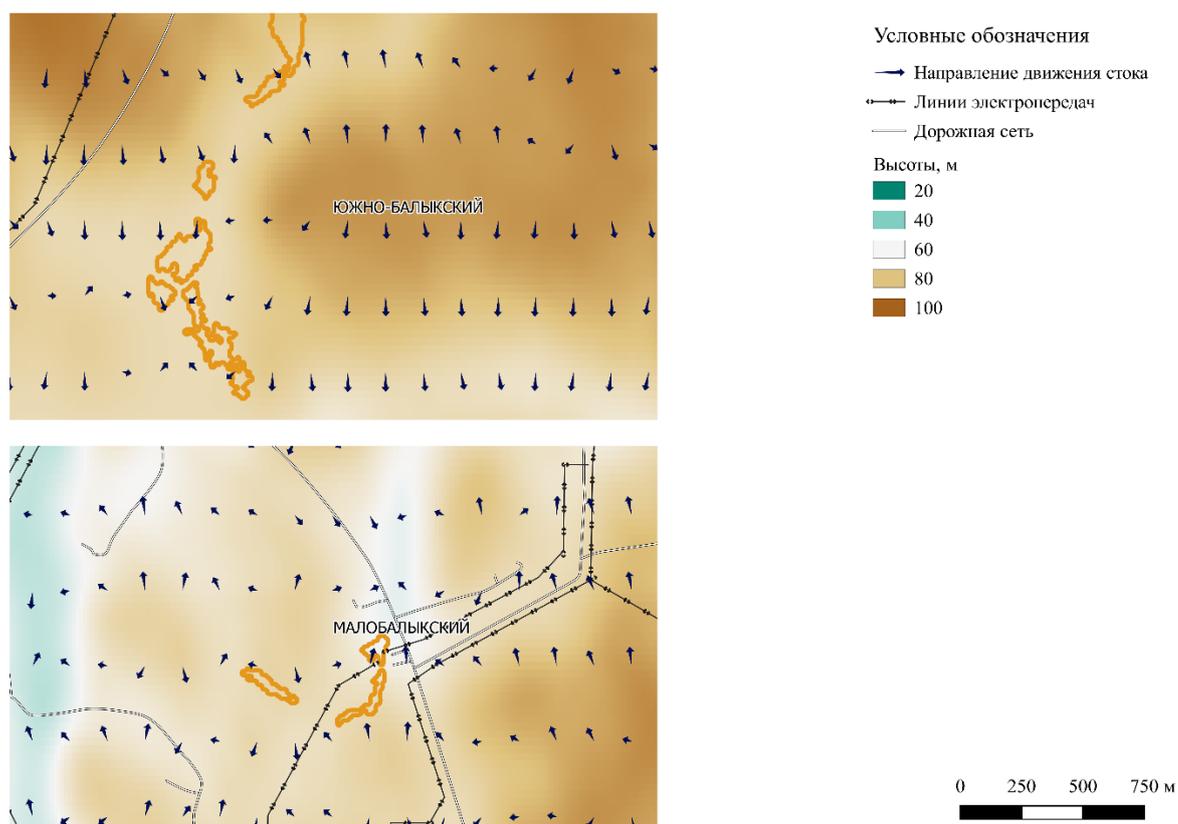


Рисунок 3. Карта направления стоков в районах разлива нефти

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДЕШИФРИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

3.1 Описание источников данных

Распознавание нефтезагрязненных участков является важной задачей, решить которую также можно с использованием космоснимков. Метод выявления нефтяного загрязнения заключается в том, что необходимо подобрать эталонные участки с разливами нефти, которые удовлетворяют основным требованиям подспутниковых полигонов. В этих участках необходимо получить и систематизировать спектры отражения в видимой и ближней инфракрасной областях длин волн ($\lambda \sim 0,4 - 1,2$ мкм) разливов нефтей, замазученных, а также условно чистых почв с учетом их типового разнообразия, битуминозных пород, растительности и др.

Для решения задачи необходимо было ознакомиться с существующим на сегодняшний день доступным материалам ДЗЗ, источниками предоставления и характеристиках данных.

К общедоступным спутниковым системам ДЗЗ относятся:

– Terra (ASTER) – на космический аппарат Terra установлен аппаратный комплекс космического дистанционного зондирования ASTER. Это усовершенствованный термально-оптический радиометр космического базирования. Главным его превосходством служит большой спектральный диапазон и функция стереосъемки.

Характеристики:

- Разрешение VNIR (видимый и ближний инфракрасный) – 15 м.
- Разрешение SWIR (средний инфракрасный) – 30 м.
- Разрешение TIR (тепловой инфракрасный) – 90 м.
- Размер сцены – 60X60 км.
- Временное разрешение – 16 суток.
- Стоимость за 1 км² новой съемки: не производится.
- Минимальный заказ – 1 сцена.
- Присутствие уровней обработки: сенсорная, радиометрическая, геометрическая коррекция, а также преобразование в картографическую проекцию.

Космические аппараты Terra и Aqua представлены частью общей программы NASA EOS, которая состоит из 3 специализированных спутников Aura, Terra и Aqua, которые предназначены для изучения земной поверхности, атмосферы и водного пространства. Одним из главных модулей является спектральный радиометр MODIS, имеющий 36 каналов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном диапазонах.

Характеристики:

- Разрешение в гиперспектральном режиме – 250, 500, 1000 м
- Размер сцены – от 70X70 км
- Временное разрешение – 5 суток (LISS-4, AWIFS), 24 суток (LISS-3)
- Ширина полосы съемки – 2300 км
- Стоимость: Архив – бесплатно

– Landsat-7 – КА создан совместно с NASA и USGS (геологическая служба США), предназначен для отслеживания изменений в окружающей среде и контроля за водными, сельскохозяйственными, природными ресурсами.

Характеристики:

- Разрешение в видимых и инфракрасных каналах – 30 м
- Разрешение панхроматического изображения – 15 м
- Разрешение термального канала – 60 м.
- Размер сцены – 185 × 170 км
- Временное разрешение – 16 суток

– Landsat-8 – КА по своему назначению схож с Landsat-7.

Характеристики

- Разрешение в панхроматическом режиме – 15 м
- Разрешение в мультиспектральном режиме – 30 м (дальний ИК – 100 м)
- Размер сцены – 185X180 км
- Временное разрешение – 16 суток
- Стоимость: Архив - бесплатно
- Минимальный заказ – Архивная и новая съемки поставляются в виде сцен.

– Sentinel-2 – КА из семейства спутников ДЗЗ Европейского космического агентства, созданного в рамках проекта глобального мониторинга окружающей среды и безопасности «Коперник» для мониторинга использования земель, растений, лесных и водных ресурсов, а так же при ликвидации последствий стихийных бедствий.

Характеристики:

- Разрешение в панхроматическом режиме – 15 м.
- Разрешение в мультиспектральном режиме – от 10 до 60 м.
- Временное разрешение – 10 дней.
- Ширина полосы съемки – 290 км.

Доступные порталы в сети Интернет для получения снимков ДЗЗ:

- Данные USGS (Aster, Modis, Landsat и др.) – данные геологической службы США.

После проведения анализа представленных спутниковых систем стало очевидным, что снимки, получаемые со спутника Sentinel-2, являются наиболее подходящими. Для четкого определения разницы между водой и сушей необходимо использовать снимки данного спутника в ближнем и среднем инфракрасном канале, красной или зеленой зоны для получения ложного или псевдоцвета.

На данный момент существует множество спутниковых систем ДЗЗ, все они отличаются не только вышеперечисленными характеристиками, но и уровнями обработки снимков (таблица 1), которые они предоставляют конечному пользователю.

Таблица 1. Уровни обработки данных ДЗЗ

Вид обработки	Уровни обработки	Содержание операций
Предварительная обработка	0	Распаковка битового потока по приборам и каналам
		Привязка бортового времени к наземному
Нормализация	1А	Разделение на кадры
		Радиометрическая коррекция по паспортным данным датчика
		Оценка качества изображений (% сбойных пикселей)
	1Б	Геометрическая коррекция по паспортным данным датчика
		Географическая привязка по орбитальным данным и угловому положению КА
	1С	Географическая привязка по информации БД опорных точек (ЦКМ)
Оценка качества изображений (% облачности)		
Стандартная межотраслевая обработка	2А	Преобразование в заданную картографическую проекцию
		Полная радиометрическая коррекция
		Полная геометрическая коррекция
Заказная тематическая обработка	3	В зависимости от требований заказчика

Наиболее подходящим источником данных для решения данной задачи являются космические снимки с космического аппарата семейства спутников Sentinel-2.

Sentinel-2 – семейство космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, часть крупнейшей в мире программы наблюдения Земли Copernicus (Коперник), проводимой Европейской Комиссией (ЕС) в партнерстве с Европейским космическим агентством (ЕКА). Съёмка выполняется в тринадцати спектральных каналах: в видимом, ближнем инфракрасном и коротковолновом инфракрасном диапазоне, с пространственным разрешением от 10 метров до 60 метров. Sentinel-2 постоянно собирает изображения с двух спутников ДЗЗ, что обеспечивает повторение съёмки для любого участка Земли каждые 5-7 дней.

В качестве векторных данных наилучшим решением является использование данных OpenStreetMap (OSM).

Основным преимуществом проекта OSM является их открытая доступность и возможность их использования в собственных проектах (в рамках лицензии CC-BY-SA). Карты OSM постоянно редактируются, актуализируются и дополняются большим количеством пользователей ежедневно по всему миру. Как и любые другие данные, географические данные точно так же подлежат структурированию при хранении и обработке.

В качестве достоверного источника данных о нефтяных разливах выступают данные, полученные с Единого официального сайта государственных органов Ханты-Мансийского Автономного Округа – Югры. На странице Службы по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского Автономного Округа – Югры в разделе «Состояние окружающей среды».

3.2 Описание процесса разработки метода дешифрирования нефтяных загрязнений

Для распознавания участков, нарушенных нефтепродуктами, отделения их от других объектов применялись технологии спектрального синтеза, объединения и интерпретации каналов данных. Часто на космических снимках в комбинации «естественные цвета», в частности при построении каналов 4-3-2 снимков Sentinel 2, подтопленные и заболоченные места вдоль трубопроводов, а также вблизи кустовых площадок по цветовым тонам похожи на нефтяные пятна. Так как участки нефтедобывающих территорий севера Западной Сибири характеризуются значительной обводнённостью и заболоченностью грунтов, многочисленными малыми и средними озёрами, для более контрастного отделения участков, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами, от водных объектов производилась подстройка гистограммы изображения в ПК ENVI 5.3. Снимки загружались в варианте инфракрасного изображения, где на контрасте красных яркостных характеристик выявлялись тёмно-серо-зелёные оттенки нефтезагрязнённых земель с размытыми границами (Рисунок 4).



Рисунок 4. Обнаружение участков, загрязнённых нефтепродуктами (синтез каналов 8-4-3, Sentinel-2, 2016 г.)

Для получения более достоверных данных о загрязненных участках применялось наложение на космоснимок точечных данных, полученных из Реестра загрязненных нефтью, нефтепродуктами, подтоварной водой территорий и водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа. Пересечения участков с данными точками, зафиксированными не ранее одного месяца, от времени, в которое образован космоснимок позволяет с точностью определить на карте эталонный участок с нефтяным загрязнением, который в дальнейшем можно использовать в качестве обучающей выборки для последующей классификации космоснимка.

На рисунке 5 точкой отмечено зафиксированное нефтяное загрязнение, полученное из Реестра. Дата последнего факта разлива в данной точке отмечено на 27.01.2018. По сведениям из Реестра, площадь разлива составила 0,15 га. Можно отметить, что по состоянию на дату получения данного космического снимка (01.07.2018), данное нефтяное загрязнение до сих пор различимо на снимке.



Рисунок 5. Обнаружение участков, загрязнённых нефтепродуктами (синтез каналов 4-3-2, Sentinel-2, 2018 г.)

В программном комплексе ENVI 5.3 при интерпретации каналов снимков спутника Sentinel-2 возможно чёткое проведение постпожарного анализа территории и выделение гарей. При комбинации каналов 7-5-3 сгоревшая растительность выглядит ярко-красной, что даёт возможность точно отделить гари от нефтяных загрязнений.

Выявление новых участков, загрязнённых нефтью, растекание и впитывание нефтяных продуктов на почвенных грунтах с течением времени, уменьшение площади нарушений за счёт самовосстановления и рекультивации можно производить с помощью автоматизированного анализа. Для поиска ситуационных изменений применялась автоматизированная методика разновременного синтеза данных – построение мультिवременных композитов. Мультिवременной композит – снимок, синтез каналов которого выполнен с использованием двух перекрывающихся снимков на старую (более раннюю) и новую (более позднюю) дату. Синтез каналов выполняется следующим образом: в качестве красного и синего каналов используются каналы более нового снимка. Место зеленого канала занимает канал старого снимка. Таким образом возможно изучение изменений территории, произошедших в разрезе периода между датой более раннего и позднего снимков.

Методы автоматизированного дешифрирования позволяют производить классификацию изображения как с использованием методов обучающих выборок (классификация с обучением) так и без обучения. Классификация без обучения подразумевает собой выделения количества классов на изображении, которые будут выделены при автоматической классификации. По завершению такой классификации полученные классы можно будет использовать для дальнейшего изучения территории и выделить обучающих выборок для классификации с обучением.

Для использования методов классификации с обучением в первую очередь необходимо определить эталонные участки, которые будут выделены и использованы в качестве обучающих классов, которые в последующем будут применены для классификации всего изображения. Таким образом необходимо заранее изучить территорию снимка и выделить те классы, которые будут участвовать в классификации изображения. Для выделения нефтяных загрязнений данным методом необходимо иметь данные участки на снимке, которые в свою очередь должны быть хорошо различимыми в спектральном пространстве и иметь достаточную площадь, для использования данного участка в качестве выборки. Достоинством данного метода является его высокая достоверность результатов классификации, однако к недостаткам можно отнести необходимость наличия эталонных участков нефтяных загрязнений, что затрудняет процесс их дешифрирования на тех космических снимках, на которых заранее не известно расположение таких участков, для использования их в качестве эталонных.

В случае, если заранее на изучаемой территории заранее неизвестно о имеющихся нефтяных загрязнениях можно воспользоваться методом «Дерево решений». Это наиболее сложный метод классификации и требует первичного изучения спектральных характеристик выделяемых классов, а в частности нефтяных пятен.

При использовании метода дерева решений формируются правила решений в виде логических условий вхождения значений яркости пикселей канала для каждого правила.

Формулировка каждого условия при этом звучит примерным образом: значение яркости пиксела в первом канале больше, чем 280, но меньше, чем 900. При этом если происходит выполнение условий предыдущего правила, то выполнение условий можно продолжить, применив их для разных каналов снимка и формируя при этом "дерево" решений. При пересечении яркостных характеристик выполняемого правила формируется новый класс. При использовании данного метода наличие эталонных участков не требуется, что позволяет выполнять классификацию изображения без использования обучающих выборок. Чтобы достигнуть результата выделения загрязнений нефти, чтобы использовать его в последующих целях, нужно произвести векторизацию результатов классификации.

3.3 Реализация метода

Перед началом работы по дешифрированию нефтяных загрязнений были получены космические снимки с аппаратов Sentinel-2. В качестве источника для получения космических снимков выступил портал Государственной геологической службы Соединенных Штатов Америки EarthExplorer (Рисунок 6). Данный портал позволяет в свободном доступе получать космические снимки таких аппаратов как Landsat7, 8, Sentinel-2, MODIS и пр.

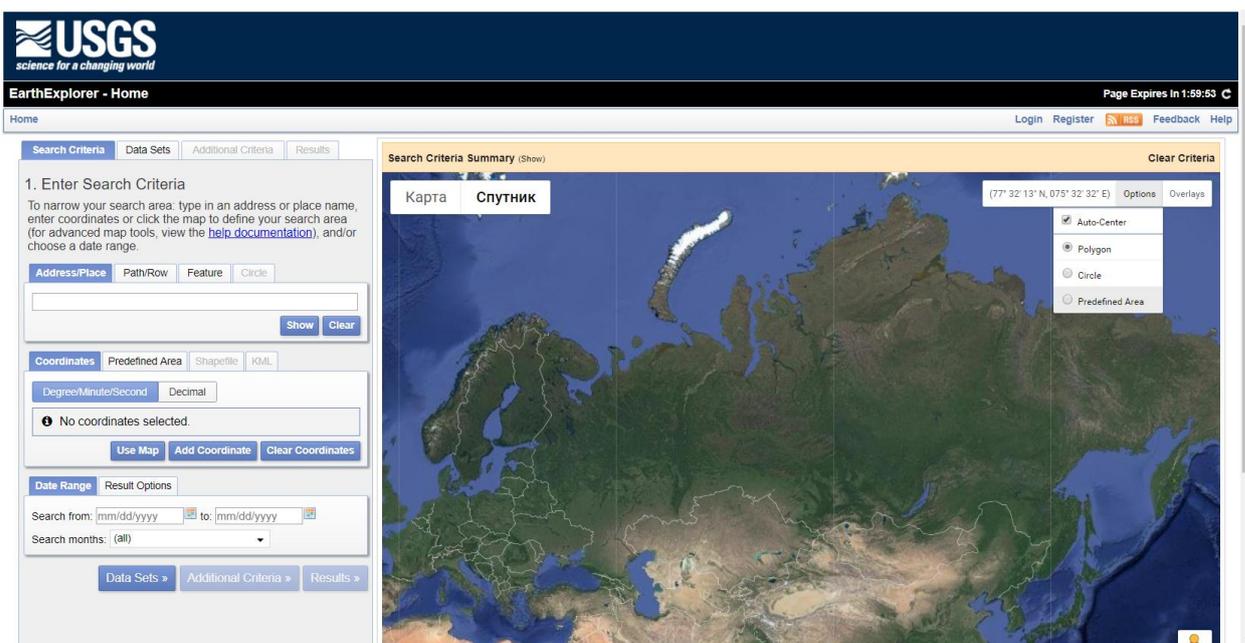


Рисунок 6. Портал Государственной геологической службы США EarthExplorer

Для начала скачивания космического снимка необходимо указать интересующую область на карте, в которой необходимо произвести поиск подходящего космоснимка, выбрать набор данных «Sentinel 2». Результаты поиска отобразятся в левой части экрана (Рисунок 7).

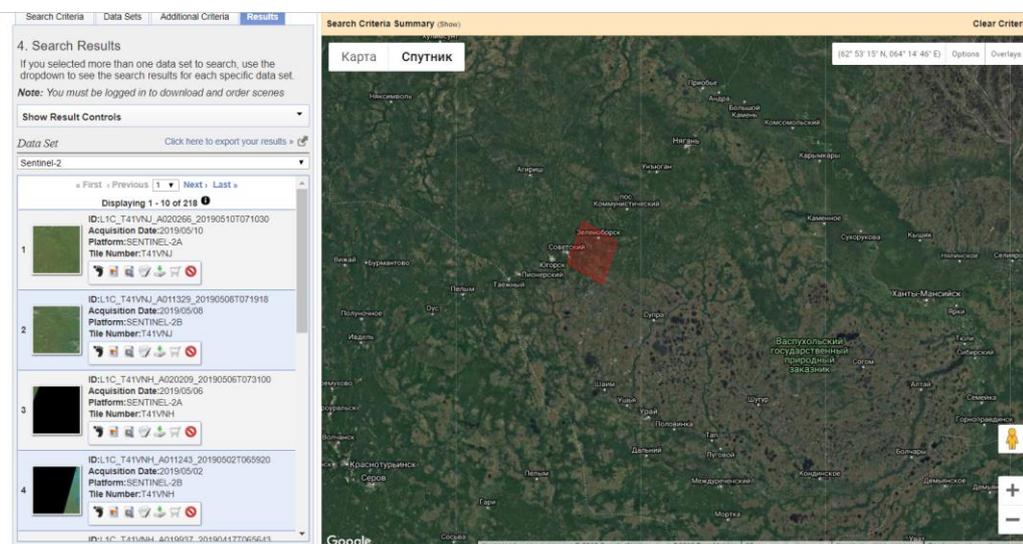


Рисунок 7. Результаты поиска космического изображения

Для скачивания нужного снимка нужно перейти по ссылке для скачивания. Скачанный архив содержит в себе изображения с отдельных каналов, а также файлы с метаданными данного космического снимка (Приложение Б)

Предоставляемые в свободном доступе космические снимки с аппарата Sentinel 2 с портала EarthExplorer имеют уровень обработки Level-1C (Таблица 2), что обозначает, что для данного снимка уже произведена первичная обработка: радиометрическая коррекция и ортотрансформированное изображение с использованием DigitalElevationModel (DEM).

Таблица 2. Уровни обработки

Уровень	Обработка
Level-1B	Радиометрическая коррекция
Level-1C	Радиометрическая коррекция, ортотрансформированное изображение с использованием DigitalElevationModel (DEM)
Level-2A	Радиометрическая и геометрическая коррекция

Дальнейшая работа с космическим снимком производилась в ПК ENVI 5.3.

Каждый канал снимка представляет собой черно-белое изображение, соответствующее своему диапазону волны. Для того чтобы произвести визуализацию изображения в «естественных цветах», т.е. получить цветное изображение в привычных человеческому глазу цветах, необходимо синтезировать каналы снимка в изображение в формате RGB. Соответствующими каналами снимка являются каналы с кодами B04, B03, B02.

Перед началом визуализации необходимо добавить в проект все изображения каналов снимка, необходимые в дальнейшем при работе. Такими каналами являются B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08, B08A, B11 и B12 (Рисунок 8).

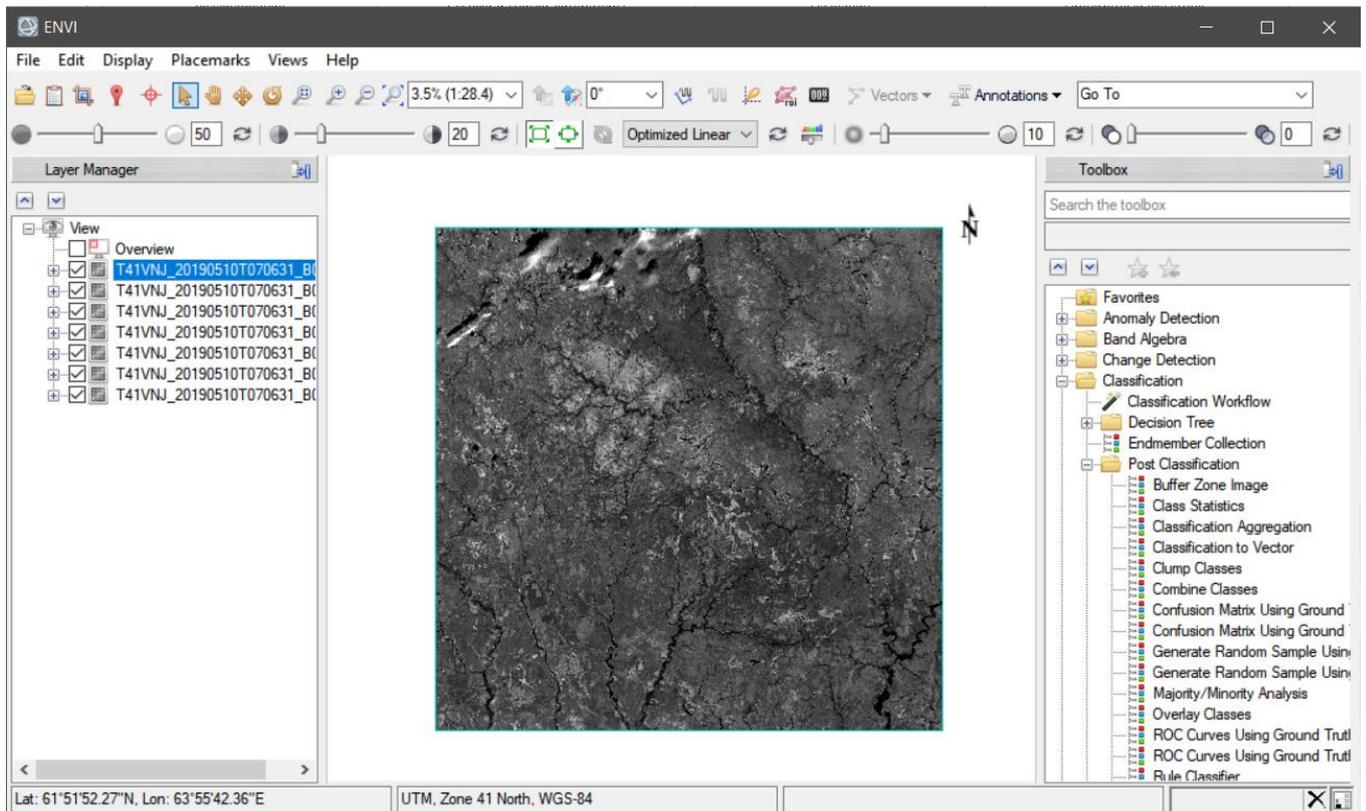


Рисунок 8. Добавление изображение в проект

Следующим шагом необходимо добавить полученные снимки в единый набор. Для этого нужно воспользоваться функцией «Layer Stacking». (Рисунок 9).

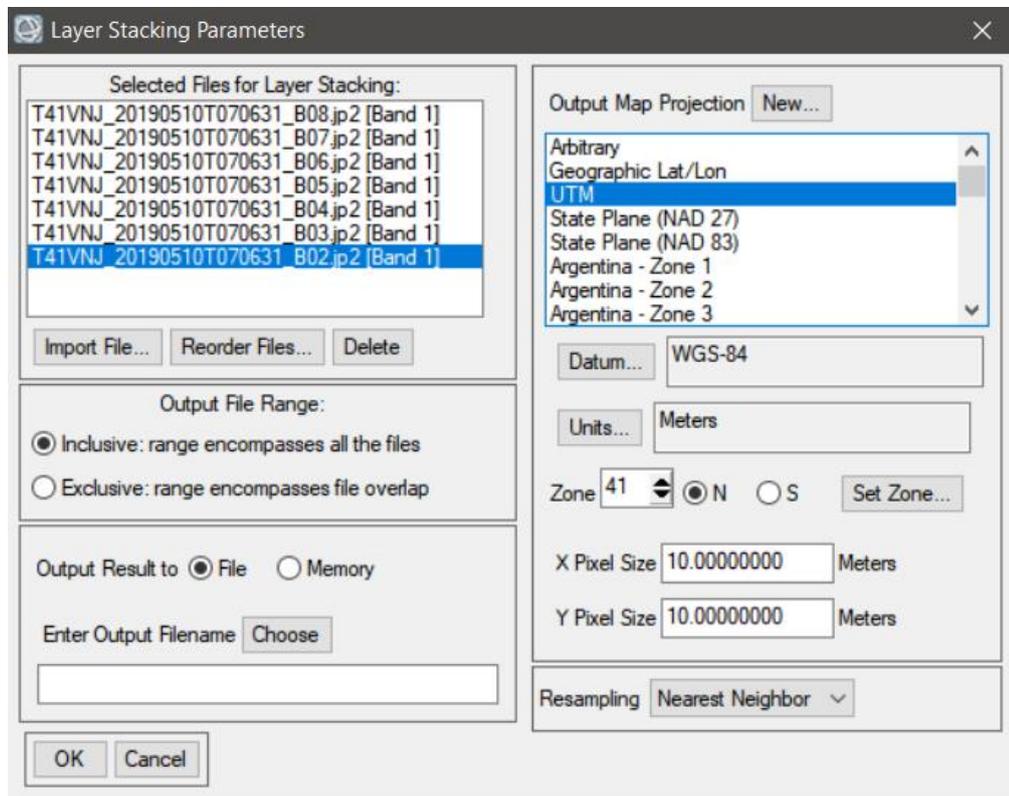


Рисунок 9. Окно «Layer Stacking Parameters».

В данном окне необходимо выбрать все изображения каналов, указать путь сохранения и нажать кнопку «ОК». В результате будет создано единое мультиспектральное изображение, которое будет содержать в себе все выбранные изображения каналов, что в дальнейшем позволит синтезировать данные каналы между собой.

После окончания процедуры объединения данное изображение автоматически отобразится в созданном проекте ENVI. При загрузке мультиспектрального изображения ENVI автоматически синтезирует каналы изображения в «естественных цветах» по информации о длине волны каждого канала. (Рисунок 10)

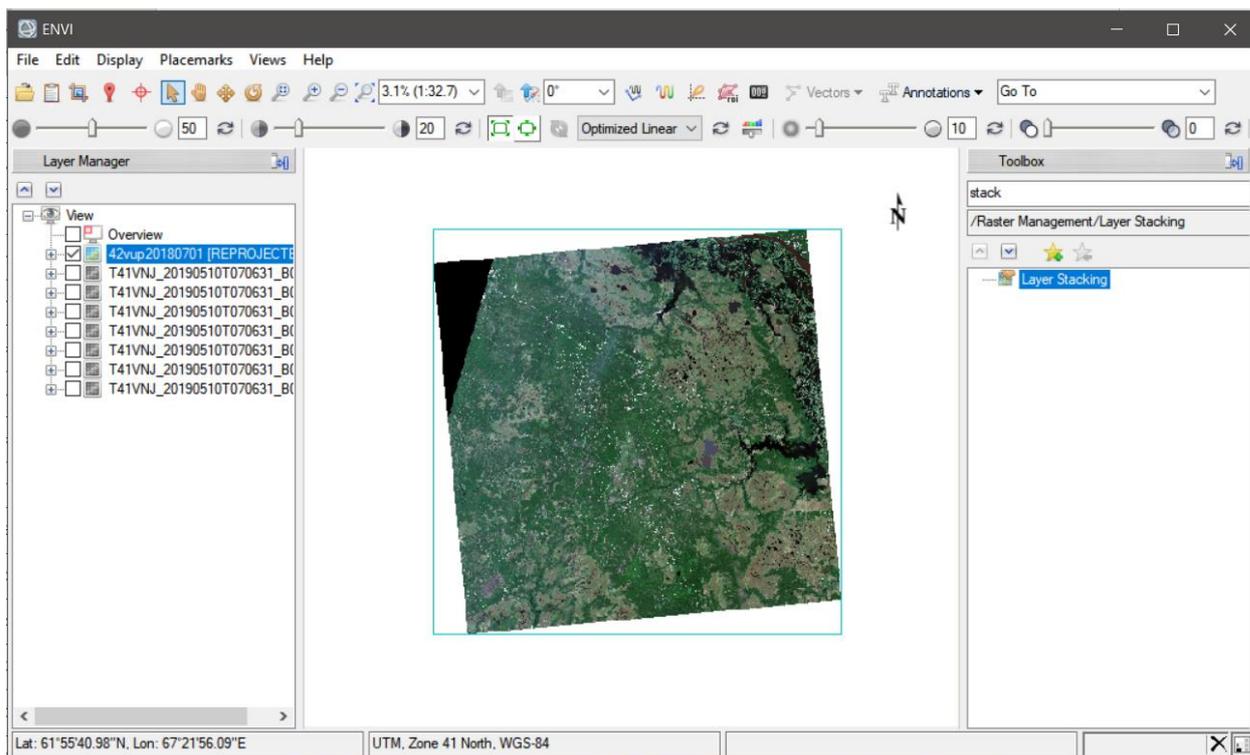


Рисунок 10. Отображение мультиспектрального изображения

Для изменения синтеза каналов можно воспользоваться инструментом «Change Bands» (Рисунок 11).

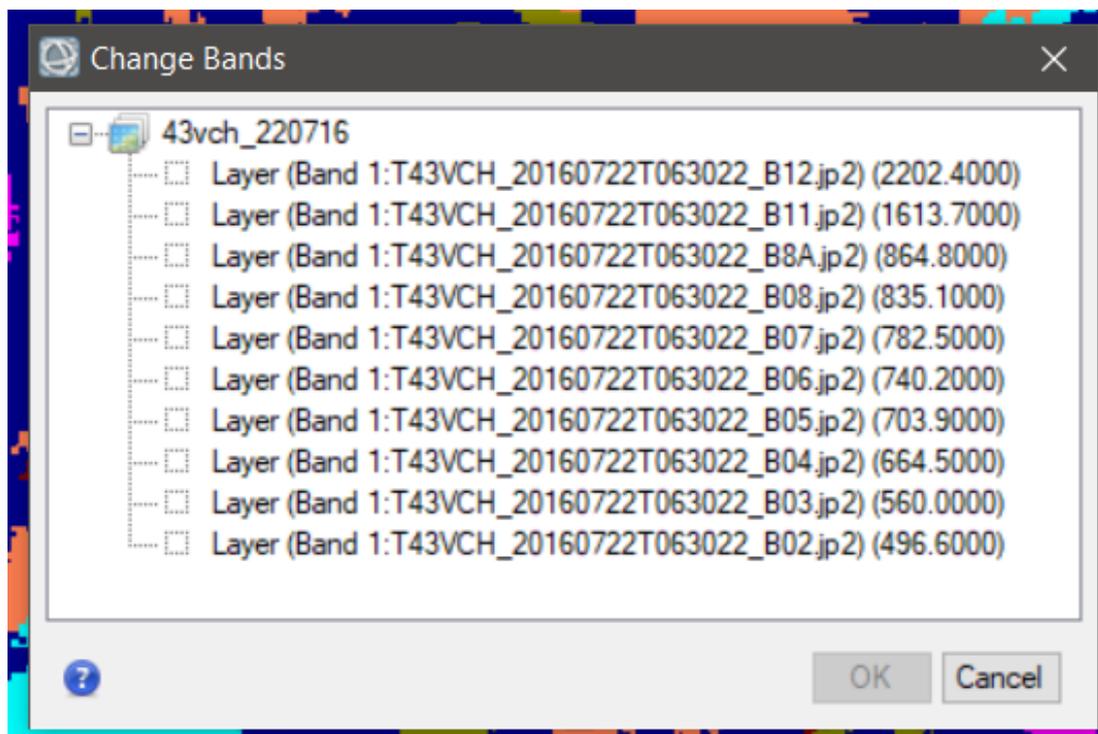


Рисунок 11. Окно «Change Bands» (составлено автором)

Для построения мультитременного композита были загружены и подготовлены два перекрывающихся космоснимка на одну территорию за разный промежуток времени.

Далее из получившейся пары снимков формируется мультитременной композит. Для этого создается новый файл на область перекрытия двух снимков, включающий в себя спектральные каналы обоих снимков. После создания композита его необходимо визуализировать, открыв на экране цветное (RGB) изображение. Такое изображение получается синтезом трех спектральных каналов. При выборе каналов для синтеза придерживаются следующего правила: каналы позднего (нового) снимка занимают первую (Red) и третью (Blue) компоненты, канал раннего (старого) снимка занимает вторую (Green) компоненту. Например, если новый снимок является мультиспектральным, а старый — панхроматическим, то в качестве красного используется красный канал более нового (мультиспектрального) снимка, зеленого — канал панхроматического, а синего — ближний инфракрасный либо красный канал нового снимка. На изображении, синтезированном указанным образом, измененные участки отображаются яркими цветами.

В розовый цвет окрашиваются пиксели, в которых произошло увеличение яркости. Такой цвет будут иметь вырубки, вскрытые грунты, появившиеся на новом снимке.

В зеленый цвет окрашиваются пиксели, в которых произошло уменьшение яркости пикселей. Например, такой цвет будут иметь тени от облаков.

При таком методе визуализации можно отследить изменения, произошедшие за временной промежуток, в том числе и произошедшие нефтяные разливы. Данный мультитременной композит можно использовать для контроля выявления нефтяных загрязнений. Т.е. при получении результатов классификации сцены космического снимка на определенную дату, полученные классы можно сравнить с участками на мультитременном композите. В случае, если на выявленном классе, дешифрованном автоматическим способом, соответствующий участок на мультитременном композите будет иметь схожие спектрально-яркостные характеристики, то данный класс, можно исключить из потенциального нефтяного загрязнения. Однако не стоит исключать те случаи, когда разлив мог иметь место и на более старом снимке. В этом случае участие оператора необходимо при обработке данных.

Следующим этапом было выделение известных нефтяных загрязнений на космическом снимке в области интереса для получения информации о спектральных характеристиках итоговой выборки. Для этого был применен инструмент «ROI Tool». Также вспомогательными данными для выделения участков загрязнений выступили данные из Реестра нефтяных загрязнений. Эти данные были загружены в проект ENVI в виде shp-файлов, которые заранее были подготовлены и преобразованы из формата csv с помощью ПО QGIS.

Далее при помощи инструмента «ROI Tool» и точечных данных со сведениями о загрязнениях на космическом снимке были выделены участки, которые были идентифицированы как нефтяные загрязнения. Данные участки были сохранены в отдельный класс области интереса. Для того чтобы просмотреть спектральные характеристики данного загрязнения, с помощью инструмента «Compute Statistics From ROIs» были изучены спектральные характеристики данных участков на каждой длине волны, присущих определенному каналу (Таблица 3).

Таблица 3. Спектральные характеристики выборки нефтяного загрязнения

Номер канала снимка	Минимальное значение яркости	Максимальное значение яркости	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение
B2	1035	1127	1075.281818	20.818187
B3	751	923	818.318182	38.141680
B4	515	730	595.981818	41.573188
B5	592	954	737.636364	80.974991
B6	885	1538	1150.027273	186.199482
B7	922	1757	1278.936364	220.071810
B8	721	1762	1082.781818	230.222365
B8A	958	1966	1349.790909	265.581726
B11	798	1487	1109.954545	165.503701
B12	493	901	650.627273	83.455296

Для того чтобы произвести проверку на отделимость класса нефтяных загрязнений от похожих участков на карте, были выделены участки интересов остальных областей снимка (Приложение В)

Далее выделенные классы были загружены в инструмент d-visualizer, в котором сравнивалось визуальная отделимость класса нефтяных загрязнений от остальных классов в мультиспектральном пространстве (Рисунок 12). Пересечения между другими классами в данном случае не рассматривались.

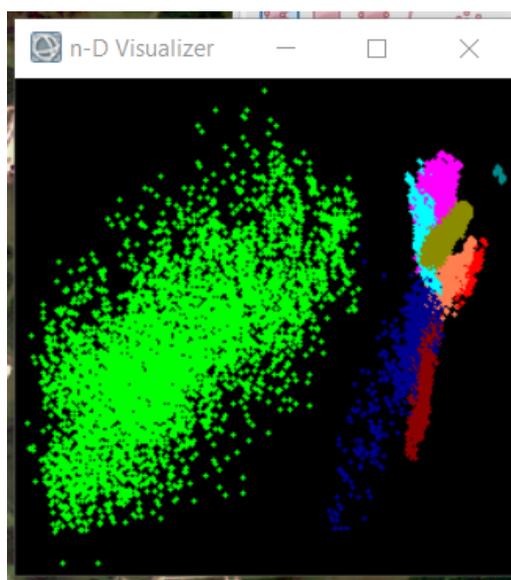


Рисунок 12. Окно «n-D Visualizer» (класс нефтяного загрязнения выделен красным цветом)

На этом же шаге при помощи инструмента «Compute ROI Separability» были рассчитаны коэффициенты расстояния Джеффриса - Матусита и Трансформированной дивергенции.

Первые результаты показали, что данные области с нефтяными загрязнениями пересекались с некоторыми классами, что в последующем могло бы внести неоднозначность и конфликты при классификации снимка.

Была проведена коррекция класса с нефтяными загрязнениями и повторно запущена проверка.

Второй результат показал допустимые значения коэффициентов для класса с нефтяными загрязнениями.

В первую очередь по созданным обучающим выборкам была произведена классификация снимка методом спектрального угла (Рисунок 13).

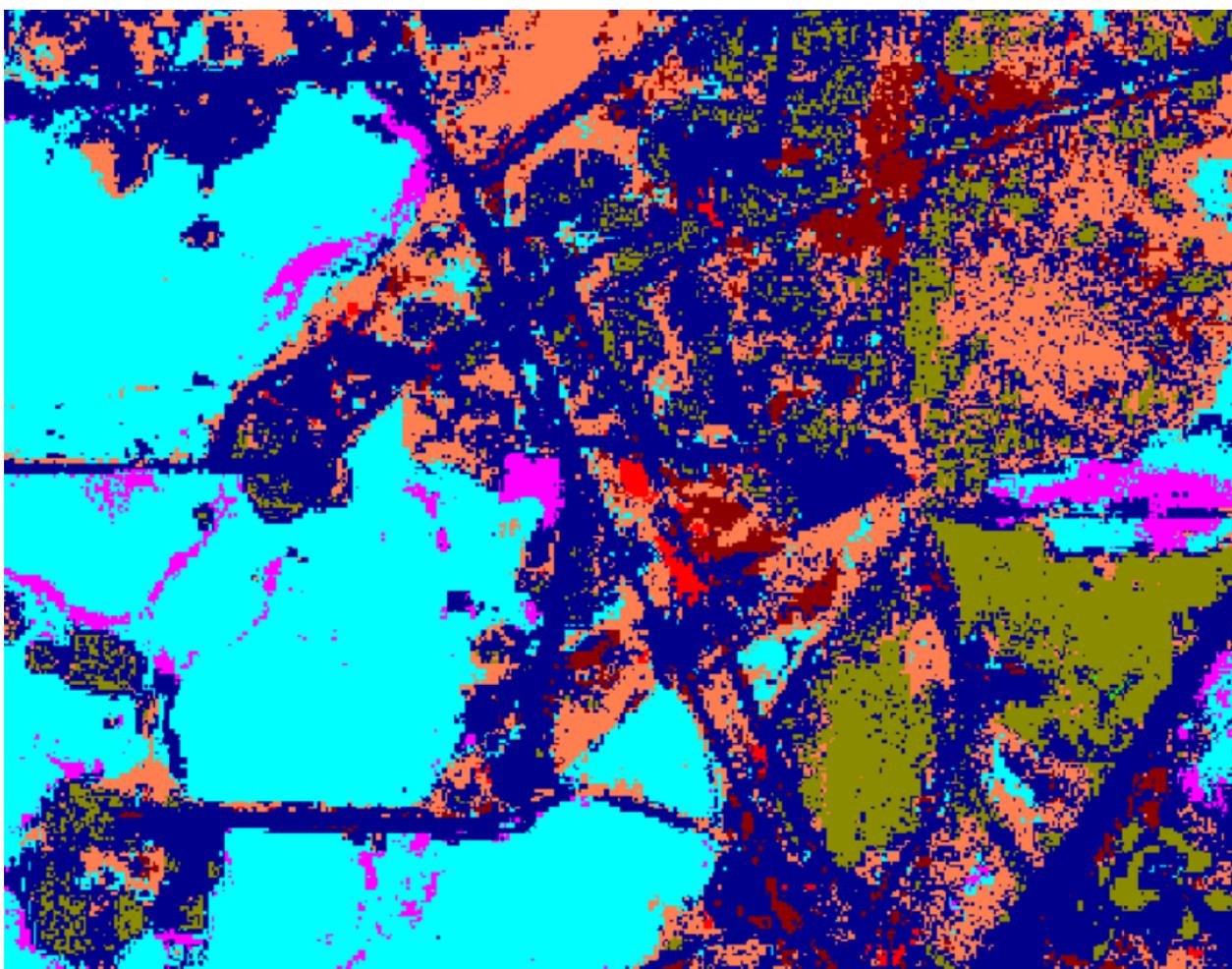


Рисунок 13. Результат классификации методом спектрального угла

На получившемся классифицированном изображении образуется некоторый «шум» в классе с нефтяными загрязнениями. Наибольшее количество шума присутствует в местах границ антропогенных участков, где как правило присутствует нарушенная растительность.

Для уменьшения влияния «шума» на результат классификации необходимо воспользоваться инструментом «Classification Aggregation» и установить минимальное пороговое значение для одиночных областей. В данном случае было применено пороговое значение «25» (Рисунок 14).

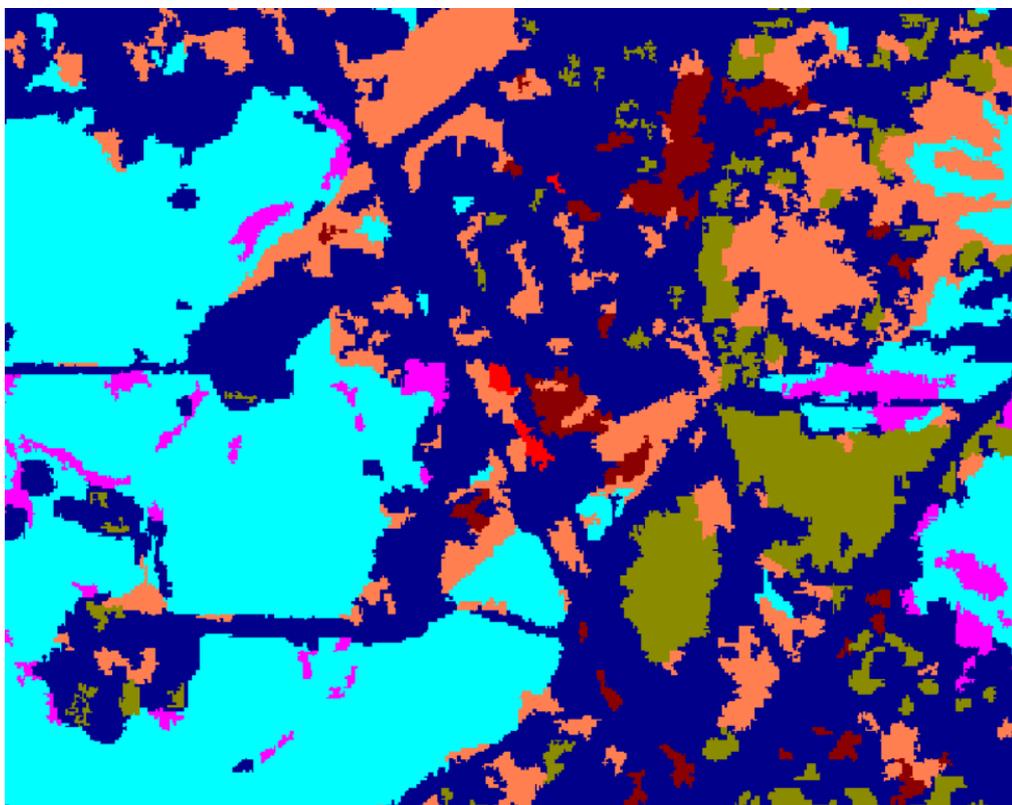


Рисунок 141. Результат агрегации классифицированного изображения
Данная классификация была преобразована в вектор и загружена в проект QGIS, для последующей обработки и формирования тематических карт. (Рисунок 15)



Рисунок 15. Дешифрованные участки с нефтяным загрязнением (Снимок Sentinel-2 синтез каналов 4-3-2)

По получившийся областям интереса, в дальнейшем можно будет производить обучающую выборку для дешифрирования изученным спектральным характеристикам нефтяных загрязнений были составлены правила для алгоритма вычисления в дереве решений (Приложение Г).

После данный алгоритм был запущен на новом снимке, на котором по описанным правилам были выделены участки, определенные как нефтяные загрязнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследования все поставленные задачи были выполнены. На первом этапе работы была изучена исследуемая территория: ее местоположение, рельеф, климатические условия и иные особенности территории. Также была рассмотрена нормативно-правовая база действий при чрезвычайных ситуациях. В процессе работы были изучены особенности программных комплексов ENVI 5.3, QGIS и SAGA GIS, а именно их возможности выявления нефтезагрязненных земель на территории месторождений нефти. В качестве источников пространственных данных были использованы такие ресурсы, как Earth Explorer, OpenStreetMap и др.

Практическая часть исследования включала в себя разработку метода дешифрирования участков с нефтяным загрязнением и создание сводной карты-схемы на основе данных Sentinel 2. Обработка ДДЗ проводилась с использованием специализированных инструментов программных продуктов и ENVI 5.3. Одной из центральных задач исследования было выявление нефтяных загрязнений на территории лицензионных участков Ханты-Мансийского автономного округа. Разработка алгоритма дешифрирования космических снимков и их классификация сопровождалась изучением существующих данных о нефтяных загрязнениях.

Дешифрирование участков с нефтяным загрязнением было проведено по результатам обработки данных дистанционного зондирования, которое включало в себя следующие этапы:

- Выбор мультиспектральных изображений, максимально удовлетворяющих задачам исследований;
- Первичная обработка снимка. Выполнение атмосферной и яркостной коррекции;
- Формирование базы данных спектральных подписей нефтезагрязненных участков с разной степенью замазучивания;
- Проведение классификации с обучением на основе имеющихся данных и наземных исследований. Были опробованы различные методы: минимальных, максимальных дистанций, Махаланобиса и метода спектрального угла. Наиболее приемлемые результаты были получены при использовании метода максимальных дистанций и спектрального угла;
- Разработка тематических картографических композиций на основе выполненных классификаций;
- Экспорт полученных карт и баз данных в ГИС.

В результате проделанной работы был создан метод дешифрирования нефтяных загрязнений. В последующем его можно использовать для анализа территорий, на которых производится добыча нефти. В результате данного анализа можно получить сведения о произошедших нефтяных разливах. Эти данные можно сравнить и проанализировать с официальными данными о загрязнениях земель и оценить их реальное состояние. Выявление нефтяных загрязнений, отсутствующих в реестре можно использовать как инструмент для принятия дальнейших решений по получению достоверных результатов о наличии такого загрязнения и ликвидации его последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антдрианов В.Ю. Чрезвычайные ГИС. Информ.-аналит. журн./ ООО Компания ДАТА+, 2003.- 43 с.
2. Атлас Тюменской области. Под ред. Огороднова Е.А., выпуск 1. – М. – г. Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1971. – 271 с.;
3. Атлас Ханты-Мансийского округа – Югры. Т. 2: Природа, экология. – Ханты-Мансийск; М.: Талка-ТДВ, 2004. – 152 с.;
4. Барина И.Л., Боброва Т.Н., Камышев А.П. и др. Экологическая оценка территории газовых месторождений северного района Западной Сибири при проектировании мероприятий по рекультивации земель. – М.: ВНИИЭгазпром, 1992. – 33 с.;
5. Бахтизин Р.Н., Атнабаев А.Ф. ГИС – модели для анализа последствий аварийных разливов нефти. Информ.-аналит.журн./ ООО Компания ДАТА+, 2005. – 32 с.
6. Булатов В.И., Ткачева Б.П. Физическая география и экология региона. Ханты-Мансийск: Югор. отд-ние РГО, 2006. – 197 с.;
7. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы (Среднего Приобья) / РАН СО. Ин-т почвоведения и агрохимии; Ред. И.М. Гаджиев. – Новосибирск: Наука, 1998. – 136 с.;
8. Васильевская В.Д. Устойчивость почв к антропогенным воздействиям / Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. – М.: МГУ, 1994;
9. Вильчек Г.Е. Устойчивость тундровых экосистем и прогнозирование последствий их антропогенной трансформации // Известия РАН. Сер. Географическая, 1995, № 3. – С. 59 – 69.
10. Гаджиев И.М., Овчинников С.М. Почвы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1977. 150 с.
11. Гвоздецкий Н.А. Физико-географическое районирование Тюменской области – изд-во Московского университета, 1973. – 244 с.;
12. Горшков М.В. Основы геоинформатики: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2009;
13. Ефремова Т.М. Геоинформационные системы / Учебное пособие. – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 68 с.
14. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.; Высшая школа, 1991.
15. Карта нефтегазовых месторождений Западной Сибири. Масштаб 1: 1 000 000. Картографический Информационный Центр «ИНКОТЭК». – М., 2009.;

16. Кравцова В. И. Космические методы картографирования / Под ред. Ю. Ф. Книжникова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 240 с
17. Кузин И.Л. Новейшая тектоника и ее проявление на северо-западе Западно-Сибирской низменности // Тр. ВНИГРИ. – Л., 1960. Вып. 158. – С. 211 – 229;
18. Куприянова Е.И. Водный баланс Западно-Сибирской равнины. М.: Наука, 1967. – 64с.
19. Лезин В. А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа. / Справочное пособие. – Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 1999. – 160 с.;
20. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.
21. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель / А. С. Яковлев, В. Н. Шептухов, Ю. М. Матвеев и др. // Сборник нормативных актов "Охрана почв". — РЭФИА Москва, 1996. — С. 174–198;
22. Мильков Ф. Н. Воздействие рельефа на растительность и животный мир. М.; ГИГЛ, 1953.;
23. Москаленко Н.Г., Ястреба Н.В. Исследование динамики растительного покрова, нарушенного техногенным воздействием. // Вопросы географии, сб. 114, М., 1980;
24. Московченко Д.В., Пуртов В.А., Завьялова И.В. Гидрохимическая характеристика водосборных бассейнов Ханты-Мансийского автономного округа // ВЭЛЛ. 2008. №8;
25. Московченко Д.В. Нефтегазодобыча и окружающая среда: эколого-геохимический анализ Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1998. – 112 с.;
26. Полищук Ю.М., Токарева О.С. Методические вопросы картографирования зон экологического риска воздействия нефтедобычи на растительный покров // Известия ТПУ. 2011. №1;
27. Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем: Коллективная монография / Под. ред. проф. В. В. Козина и проф. В. А. Осипова. – Тюмень: ТюмГУ, 1996. – 168 с.
28. Растительный покров Западно-Сибирской равнины / Под ред. Ильиной. – Новосибирск: Изд-во – Наука, 1985. 251 с.;
29. Седых В.Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс. – М.: Экология, 1996. – Вып. 1. – 36 с.;
30. Соромотин А. В., Макеев В. Н., Гертер О. В., Пислегин Д. В. Анализ деятельности научных организаций в решении экологических проблем на территории Тюменской области // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2011. №2;

31. Хренов В.Я. Почвы Тюменской области: Словарь-справочник. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 156 с.;
32. База данных космических съемок [Электронный ресурс]. – URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 28.03.18);
33. Геоинформационный портал ГИС - ассоциации [Электронный ресурс] URL: <http://www.gisa.ru/> (дата обращения: 04.05.2019);
34. Данные OpenStreetMap по регионам РФ [Электронный ресурс] URL: <http://gislab.info/html/> (дата обращения: 08.03.2019).
35. Единый официальный сайт государственных органов – Ханты-Мансийский автономный округ – ЮГРА [Электронный ресурс] URL: <https://admhmao.ru/> (дата обращения: 28.02.18);
36. Моделирование нефтяных разливов [Электронный ресурс] URL: <http://introgis.ru/> (дата обращения: 05.04.2019);
37. ООО Недра-Экспресс [Электронный ресурс] // Поиск участков. URL: <https://nedraexpert.ru/search/> (дата обращения: 02.05.19);
38. Официальные программные продукты [Электронный ресурс] URL: <http://cad.ru/> (дата обращения: 21.03.2019);
39. Публичный информационный уровень территориальной информационной системы Югры [Электронный ресурс] // Тематические карты. URL: <http://pubweb.admhmao.ru/> (дата обращения: 01.05.18);
40. Сводный государственный реестр участков недр и лицензий – Российский Федеральный Геологический фонд «Росгеолфонд» [Электронный ресурс] // Информация о лицензии ХМН02639НЭ. URL: <http://www.rfgf.ru/license/itemview.php?iid=2706313&map=2/> (дата обращения: 25.05.2019);
41. Федеральные законы РФ [Электронный ресурс] URL: <http://fundamental-research.ru/> (дата обращения: 26.02.2019);

ПРИЛОЖЕНИЯ

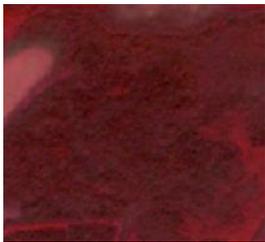
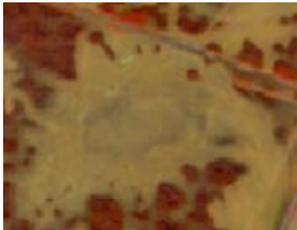
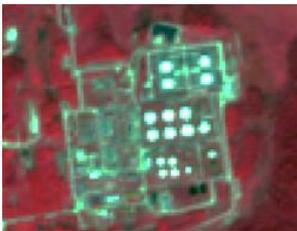
Таблица 1 - Рекультивация загрязненных земель нефтегазодобывающими компаниями
в Ханты-Мансийском автономном округе, га

Предприятие	Осталось загрязненных земель на 01.01.2017, га		Рекультивировано и освидетельствовано земель в 2017, га		Рекультивировано и освидетельствовано земель в 2017, га	Осталось загрязненных земель на 01.01.2018, га		
	нефтезагрязненных	подтопленными водами	нефтезагрязненных	подтопленными водами		нефтезагрязненных	подтопленными водами	газовым конденсатом
ПАО «ЛУКОЙЛ»	34,46	4,15	11,26	0,70	31,88	16,06	1,33	0
ОАО «Сургутнефтегаз»	4,69	0,37	1,27	0	5,06	1,27	0	0
ООО «РН-Юганскнефтегаз»	1363,09	669,56	105,76	63,37	372,34	1373,01	582,66	1,29
АО «Самотлорнефтегаз»	1136,7	6,6	17,57	0	239,88	921,85	6,35	0,28
Филиал ОАО «РН Менеджмент» «Западная Сибирь»	1353,1	362,21	24,93	3,2	386,22	1142,08	281,07	0,28
ОАО «НК «Славнефть»	3,21	0,50	0,15	0,33	1,03	1,66	0,83	0,67
ОАО «Томскнефть» ВНК	46,77	2,29	2,84	0,69	24,93	32,44	4,36	0,17
ПАО «Газпром нефть»	10,74	0,30	0	0	0	10,74	0,30	0
ОАО НК «РуссНефть»	24,03	0	4,19	0	2,12	26,12	0	0
Прочие предприятия	100,68	0,15	0,002	0	8,41	92,56	0,006	0
Итого по округу	2940,77	1039,53	151,06	68,29	863*	2695,98	870,56	2,41
	3980,3		219,35			3568,96		

Таблица 2 - Описание каналов космического снимка аппарата Sentinel 2

Название канала	Разрешение канала, м	Средняя длина волны, нм	Длина диапазона волны канала, нм	Применение
V01	60	443	20	Обнаружение аэрозолей
V02	10	490	65	Синий
V03	10	560	35	Зеленый
V04	10	665	30	Красный
V05	20	705	15	Классификация растительности
V06	20	740	15	Классификация растительности
V07	20	783	20	Классификация растительности
V08	10	842	115	Ближний инфракрасный
V08A	20	865	20	Классификация растительности
V09	60	945	20	Обнаружение водяного пара
V10	60	1375	30	Перистые облака
V11	20	1610	90	Распознавание снега, льда, облаков
V12	20	2190	180	Распознавание снега, льда, облаков

Таблица 3 - Примеры выделенных классов на космоснимке

Название класса	Пример на космоснимке	Дешифровочные признаки	Коэффициент делимости
Лесная растительность		В комбинации каналов 8-4-3. Красные и темно-красные участки с неоднородной структурой	Антропоген: (2.000); Грядово-мочажинные болота: (2.000); Гари и вырубки: (2.000); Болота: (2.000); Нефть: (1.999);
Болота		В комбинации каналов 8-5-4. Однотонные однородные участки желтого цвета	Лесная растительность (2.000) Грядово-мочажинные болота (1.988) Антропоген (2.000) Гари и вырубки (2.000) Нефть (1.998)
Грядово-мочажинные болота		В комбинации каналов 4-3-2 (естественные цвета). Участки с ярко выраженной полосчатой структурой	Лесная растительность (2.000) Болота (1.988) Антропоген (2.000) Гари и вырубки (2.000) Нефть (1.936)
Гидрография		В комбинации каналов 4-3-2 (естественные цвета). Черные, темно-синие, темно-зеленые однотонные участки	Лесная растительность (2.000) Болота (2.000) Грядово-мочажинные болота (2.000) Антропоген (2.000) Гари и вырубки (2.000) Нефть (2.000)
Антропоген (дороги, кустовые площадки и пр.)		В комбинации каналов 8-4-3. Светло-зеленые участки с правильными геометрическими формами	Лесная растительность (2.000) Болота (2.000) Грядово-мочажинные болота (2.000) Гари и вырубки (1.983) Нефть (1.998)
Гари и вырубки		В комбинации каналов 8-5-4. Голубые участки с правильными геометрическими формами	Лесная растительность (2.000) Болота (2.000) Грядово-мочажинные болота (2.000) Антропоген (1.983) Нефть (1.999)

Название класса	Пример на космоснимке	Дешифровочные признаки	Коэффициент делимости
Облака (если имеются)		В комбинации каналов 4-3-2 (естественные цвета). Яркие белые участки	Лесная растительность (2.000) Болота (2.000) Грядово-мочажинные болота (2.000) Антропоген (2.000) Гари и вырубки (2.000) Нефть (2.000)
Нефтяные загрязнения		В комбинации каналов 4-3-2 (естественные цвета). Яркие темно-фиолетовые участки, расположенные вдоль нефтепроводов.	Лесная растительность: (2.000); Болота: (1.998); Грядово-мочажинные болота: (1.936); Антропоген: (1.998); Гари и вырубки: (1.999);

Приложение Г. Карта обнаруженных нефтяных загрязнений

Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них. Материалов, содержащих информацию ограниченного доступа, не содержится.

Отпечатано в ___ экземплярах.

Библиография содержит ___ наименований.

На кафедру сдан ___ экземпляр(ов).

" _____ " _____

(подпись)

(Ф.И.О.)