

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки информационные системы и технологии
Кафедра информационных систем и технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка программного обеспечения для оценки динамики состояния растительного покрова территории с использованием данных спутникового мониторинга Земли

УДК 004.415:581.9:528.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Ковалёв Антон Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Токарева Ольга Сергеевна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Данков Артём Георгиевич	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Акулов Петр Анатольевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Информационных систем и технологий	Мальчуков Андрей Николаевич	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общепрофессиональные компетенции	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
Профессиональные компетенции	
P5	Разрабатывать стратегии и цели проектирования, критерии эффективности и ограничения применимости, новые методы, средства и технологии проектирования геоинформационных систем (ГИС) или промышленного программного обеспечения.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания интеллектуальных ГИС и ГИС технологии или промышленного программного обеспечения с использованием методов системной инженерии.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и сопровождения ГИС и ГИС технологий или промышленного программного обеспечения с использованием методов и средств системной инженерии, осуществлять подготовку и обучение персонала.
P8	Формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории

	и практики ГИС и ГИС технологий или системной инженерии программного обеспечения. Разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач. Организовывать взаимодействие коллективов, принимать управленческие решения, находить компромисс между различными требованиями как при долгосрочном, так и при краткосрочным планировании.
Общекультурные компетенции	
P9	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P10	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения.
P11	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P12	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки информационные системы и технологии
Кафедра информационных систем и технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ А.Н. Мальчуков

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Ковалёву Антону Владимировичу

Тема работы:

Разработка программного обеспечения для оценки динамики состояния растительного покрова территории с использованием данных спутникового мониторинга Земли

Утверждена приказом директора (дата, номер) 22.02.2017 г. № 986/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования. Требования к разрабатываемой программе.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ предметной области, постановка задачи, выбор алгоритма решения, разработка программного обеспечения для оценки динамики состояния растительности территорий, тестирование разработанной программы, проведение исследований с использованием космических снимков.
Перечень графического материала	Презентация проекта в PowerPoint, схемы алгоритмов работы программного комплекса, результаты исследований в виде прогнозных карт соответствия.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Акулов Петр Анатольевич
Английский язык	Морозов Василий Сергеевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Анализ предметной области, алгоритм получения прогнозных карт с использованием разновременных снимков	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Токарева О.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Ковалёв Антон Владимирович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
 Направление подготовки информационные системы и технологии
 Уровень образования магистр
 Кафедра информационных систем и технологий
 Период выполнения семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03 июня 2017
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.09.2016	<i>Анализ предметной области. Изучение пространственных моделей, методов оценки динамики земной поверхности и специфики использования клеточных автоматов</i>	10
20.12.2016	<i>Изучение алгоритма получения прогнозных карт с использованием разновременных снимков на основе клеточных автоматов</i>	15
29.12.2016	<i>Промежуточный контроль</i>	5
20.01.2017	<i>Определение требований к разрабатываемой программе, выбор языка программирования и библиотеки</i>	10
10.03.2017	<i>Разработка программного обеспечения, тестирование и оценка результатов</i>	15
13.03.2017	<i>Промежуточный контроль</i>	5
03.05.2017	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и Ресурсосбережение</i>	10
05.05.2017	<i>Социальная ответственность</i>	10
15.05.2017	<i>Обязательное приложение на иностранном языке</i>	10
01.06.2017	<i>Оформление пояснительной записки</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИСТ	Токарева О.С.	к.т.н.		01.09.2016 г.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Информационных систем и технологий	Мальчуков А.Н.	к.т.н., доцент		01.09.2016 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 111 стр., 13 рис., 21 табл., 34 источника, 5 приложений.

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования Земли, метод теории клеточных автоматов, моделирование, вегетационный индекс, прогноз, растительный покров.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка программного обеспечения для оценки динамики состояния растительного покрова с использованием данных спутникового мониторинга Земли.

В работе изложены результаты анализа предметной области, связанной с методами оценки динамики растительного покрова. Рассмотрены и реализованы алгоритмы получения прогнозных карт с использованием методов теории клеточных автоматов и спутниковых данных. Приведены результаты тестирования разработанного программного обеспечения и оценка прогнозных карт, полученных для территорий, занятых лесоболотными комплексами.

Практическую ценность работы представляет разработанное программное обеспечение для оценки динамики состояния растительного покрова с использованием данных спутникового мониторинга Земли.

Для разработки программного обеспечения использованы язык объектно-ориентированного программирования C#, библиотека GDAL. Пояснительная записка оформлена в Microsoft Word 2007.

Определения, обозначения, сокращения

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Вегетационный индекс это показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) данных дистанционного зондирования, и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка.

Клеточный автомат – набор клеток, образующих некоторую периодическую решетку с заданными правилами перехода

Обозначения и сокращения

ВИ – вегетационный индекс;

ДДЗ – данные дистанционного зондирования;

ГИС – геоинформационная система;

КС – космические снимки;

NDVI – нормализованный разностный вегетационный индекс;

ПО – программное обеспечение;

GDAL – Geospatial Data Abstraction Library (библиотека для работы с географическими форматами файлов данных).

Оглавление

Введение.....	12
1 Анализ предметной области	14
1.1 Изменение растительного покрова	14
1.2 Пространственные модели	16
1.3 Распространённые методы оценки динамики земной поверхности	17
1.4 Распространённые системы моделирования	18
1.5 Методы клеточных автоматов.....	20
2 Алгоритм получения прогнозных карт с использованием данных спутникового мониторинга поверхности Земли.....	26
2.1 Формирование серии разновременных космических снимков и их классификация.....	27
2.2 Расчёт стохастической матрицы и матриц ожидаемых и фактических переходов	27
2.3 Ранжирование пикселей изображения и получение прогнозных карт ...	28
3 Программная реализация	30
3.1 Определение требований и выбор языка программирования.....	30
3.2 Описание библиотеки GDAL	32
3.3 Разработка программного обеспечения	34
4 Тестирование и оценка результатов.....	38
4.1 Тестирование работы программы	38
4.1.1 Обработка спутниковых данных Landsat	38
4.1.2 Обработка спутниковых данных MODIS	41
4.2 Оценка полученных результатов	42
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	47
5.1 Организация и планирование работ	47
5.1.1 Продолжительность этапов работ.....	48

5.1.2	Расчет накопления готовности проекта.....	52
5.2	Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	53
5.2.1	Расчет затрат на материалы	53
5.2.2	Расчет заработной платы.....	53
5.2.3	Расчет затрат на социальный налог	55
5.2.4	Расчет затрат на электроэнергию	55
5.2.5	Расчет амортизационных расходов.....	56
5.2.6	Расчет расходов на услуги связи.....	57
5.2.7	Расчет прочих расходов	57
5.2.8	Расчет общей себестоимости разработки.....	57
5.2.9	Прибыль	58
5.2.10	НДС	58
5.2.11	Цена разработки НИР	58
5.3	Оценка экономической эффективности проекта.....	58
5.3.1	Определение срока окупаемости.....	59
5.3.2	Оценка научно-технического уровня НИР	59
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	63
6.1	Производственная безопасность	63
6.1.1	Вредные производственные факторы.....	64
6.1.1.1	Отклонение показателей микроклимата	64
6.1.1.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны	67
6.1.1.3	Монотонный режим работы	69
6.1.2	Опасные производственные факторы.....	71
6.1.2.1	Электробезопасность.....	71
6.1.2.2	Опасность возникновения пожара	72
6.2	Экологическая безопасность	73

6.2.1 Анализ воздействия на окружающую среду	73
6.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	74
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
6.3.1 Перечень возможных ЧС в аудитории	75
6.3.2 Меры по ликвидации ЧС, предотвращению их появления и последствий	76
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	78
6.4.1 Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ.....	78
6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ...	80
6.4.3 Специфика использования разработанного проекта на предприятии.....	83
Заключение	85
Список публикаций студента.....	86
Список использованных источников	87
Приложение А	91
Приложение Б.....	108
Приложение В.....	109
Приложение Г	110
Приложение Д.....	111

Введение

Изменения растительного покрова в результате сочетания природных (естественного роста растительности, пожаров, воздействия насекомых и циклов болезней, климатических изменений) и антропогенных процессов (вырубки лесов, выпаса скота, строительства дорог, воздействия нефтегазовых комплексов и т.д.) со временем приводят к изменению состояния территорий. Прогноз таких изменений требует использования сложных методов моделирования, разработки систем моделирования, которые могут быть легко модифицированы для прогнозирования состояния различных ландшафтов.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка программного обеспечения (ПО) для оценки динамики состояния растительного покрова с использованием данных спутникового мониторинга Земли.

Объектом исследования является моделирование динамики состояния земной поверхности.

Предметом исследования является программное обеспечение для прогноза состояния растительного покрова на основе методов теории клеточных автоматов с использованием данных спутникового мониторинга Земли.

В первом разделе приведены результаты анализа предметной области, связанной с методами оценки динамики земной поверхности, в том числе растительного покрова и обоснована актуальность разработки. Рассмотрены имеющиеся пространственные модели земной поверхности, методы оценки динамики земной поверхности и распространенные системы моделирования. Для дальнейшей реализации выбраны методы теории клеточных автоматов.

Во втором разделе рассмотрен алгоритм получения прогнозных карт с использованием методов теории клеточных автоматов и данных спутникового мониторинга поверхности Земли.

В третьем разделе обоснован выбор языка программирования и описано используемое в разработке программное обеспечение. Приведены результаты разработки программного обеспечения.

В четвертом разделе рассмотрены результаты тестирования разработанного программного обеспечения и оценка прогнозных карт, полученных для территорий, занятых лесоболотными комплексами.

В пятом и шестом разделах изложены вопросы, связанные с ресурсоэффективностью и ресурсосбережением проекта.

Научная ценность работы представлена полученными результатами оценки динамики растительного покрова территорий.

Практическая значимость. Разработанный программный комплекс позволяет проводить прогноз развития процессов на поверхности Земли, таких как деградация или восстановление растительного покрова, паводковая обстановка и т.д.

Результаты работы рекомендуется использовать в научно-исследовательских лабораториях для проведения исследований по изучению динамики земной поверхности.

Личный вклад студента. Постановка задачи выполнена совместно с профессором кафедры информационных систем и технологий Марковым Н.Г и руководителем. Обзор литературы, реализация алгоритма и вычислительные эксперименты выполнены самостоятельно. Обсуждение результатов работы проведено совместно с руководителем.

Результаты анализа состояния растительного покрова территории с использованием данных спутникового мониторинга Земли, подтверждающие необходимость разработки программного обеспечения, были представлены на конференциях и отмечены дипломами (Приложения Г, Д).

В работе использовались следующие программные продукты: Microsoft Visual Studio 2015, ERDAS Imagine 2014, библиотека GDAL, Microsoft Office Word 2007. Программа реализована на языке программирования C#.

1 Анализ предметной области

1.1 Изменение растительного покрова

Для оценки состояния растительного покрова довольно часто используются вегетационные индексы, которые рассчитываются на основе операций с разными спектральными диапазонами данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Автором данной квалификационной работы было изучено влияние нефтяных месторождений Западной Сибири на состояние растительного покрова прилегающих территорий [3,4,5].

Развитие нефтедобывающей промышленности ведёт к изменению состояния окружающей среды: загрязнению атмосферного воздуха, водных объектов и почвы, что негативно сказывается на растительном покрове нефтегазодобывающих территорий. В качестве объекта исследования выбраны прилежащие территории Усть-Балыкского, Приобского, Саянского, Лянторского и Васюганской группы месторождений.

Исследования проводились с помощью нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI), рассчитанного по данным сканера MODIS. Такой выбор дал возможность исследования одной территории в одни и те же сроки вегетационного периода, что обеспечивает корректность сравнения данных за разные годы на следующих этапах. В работе использовались продукты MODIS с пространственным разрешением 500 м, полученные путём композиции данных съемки за 16 дней, MOD13 (Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500m,250m).

С помощью Quantum GIS были проанализированы снимки за конец июля – начало августа (27.07-13.08) 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012 и 2014 годов для областей, представленных на рисунке 1. Полученные значения в виде линейной диаграммы с линиями трендов представлены на рисунке 2.

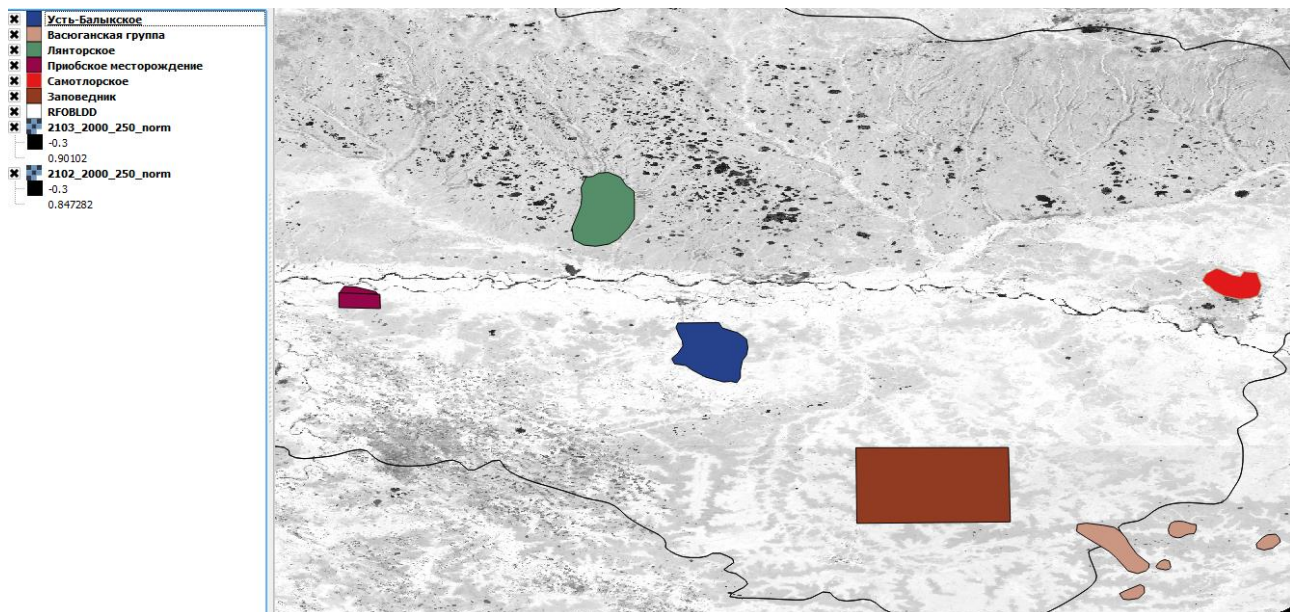


Рисунок 1 – Границы месторождений

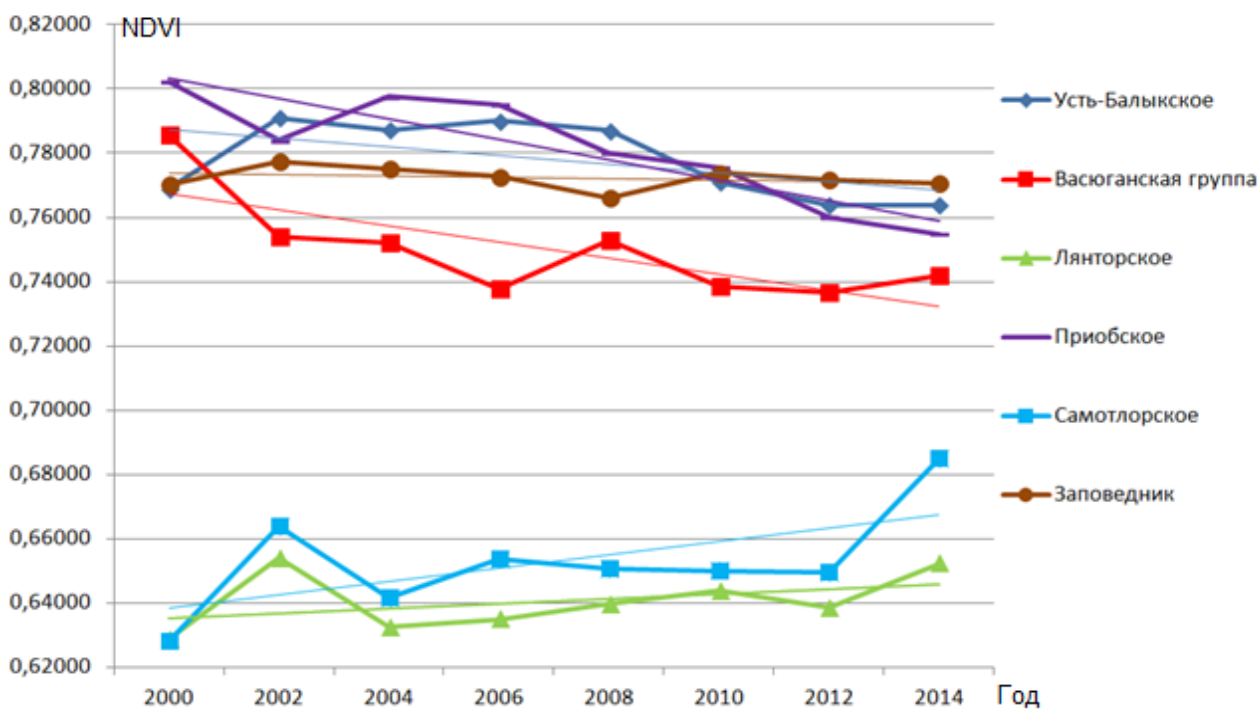


Рисунок 2 – График изменения NDVI от года

В данной работе было выявлено довольно стабильное состояние растительного покрова для охраняемой территории (Юганского заповедника) и изменение растительности в зависимости от состояния нефтяных месторождений. Например, на Приобском месторождении ведётся активная нефтедобыча, соответственно, состояние растительности ухудшается (что подтверждается трендами). На Самотлорском месторождении происходит

возрастание индекса, что связано с проводимой на данном месторождении рекультивацией земель и процессами самовосстановления.

Сочетание воздействия природных (естественный рост растительности, пожары, воздействия насекомых и циклов болезней, климатические изменения) и антропогенных процессов (вырубка лесов, выпас скота, строительство дорог, нефтегазодобыча) со временем приводит к изменению состояния растительного покрова, и в конечном итоге к изменению ландшафтов и состояния территорий.

Антропогенная деятельность сопровождается такими негативными процессами как обезлесение, эрозия почвы, изменение береговых линий водоемов и т.д. Всё это, как правило, ведёт к появлению серьёзных локальных и глобальных экологических изменений, которые необходимо анализировать и оценивать, а также прогнозировать их развитие с целью комплексного исследования изучаемой территории и повышения эффективности использования природных ресурсов. Существенная пространственная неоднородность исследуемых природных комплексов, их динамичность и большая площадь не позволяет отслеживать изменения путём использования стационарных исследований, картирования и других традиционных методов.

Прогноз изменения растительного покрова требует использования сложных методов моделирования, разработки систем моделирования, которые могут быть легко модифицированы для прогнозирования состояния различных ландшафтов [1].

1.2 Пространственные модели

Фрагмент моделируемой области земной поверхности удобно рассматривать в качестве матрицы, состоящей из пространственно распределенных элементов, которую в дальнейшем будем называть моделью.

Существует три основных типа моделей:

Моделью первого типа является модель, с помощью которой исследуется значение некоторой переменной, характеризующей изучаемую территорию в целом (обобщенные модели).

Модель второго типа позволяет исследовать распределение значений переменной на какой-либо исследуемой территории (распределённые модели). Основными используемыми распределёнными моделями являются марковские модели (с использованием мат. аппарата марковских процессов или цепей, часто применяются для оценки изменения растительного покрова), полумарковские модели, которые зависят от времени, в котором рассматриваемый элемент был в предыдущем состоянии и регрессионные модели, основанные на системах регрессионных уравнений. Данный тип моделей не несёт информации о взаимном расположении элементов земной поверхности, они менее детальны по сравнению со следующим типом – пространственными моделями.

Самой детальной в плане агрегирования является модель третьего типа, в которой исследуются пространственные характеристики элементов земной поверхности. Земная поверхность представляется в виде двумерной растровой матрицы, где каждый элемент несёт в себе информацию. Группы таких элементов и есть мозаики полигональных областей. Именно к этому типу относятся мозаичные модели, на основе которых строятся КА [2].

1.3 Распространённые методы оценки динамики земной поверхности

Прародителем метода КА можно считать метод эволюционной структурной оптимизации (ESO). В этом методе на начальном этапе определяется первое базовое значение, после анализа с использованием метода конечных элементов, клетки со значением меньшим базового удаляются. В недавних исследованиях данный метод был обобщен – в исходную схему вводится два базовых значения и, таким образом, в то время как некоторые клетки с первым критерием удаляются, другая группа клеток по отношению к другим критериям добавляется. Однако физические концепции этих базовых величин не определены и поэтому они должны определяться числовыми результатами предыдущих исследований или экспериментов. Для преодоления

названной выше проблемы как раз используется метод КА, позволяющие пересчитывать значения в процессе работы алгоритма [6].

Есть много типов эвристических методов, которые были разработаны и применены как к инженерным проблемам, так и для определения формы и состояния растительности. Наиболее известными среди них являются генетические алгоритмы, муравьиный алгоритм и метод роя частиц. Существует множество исследований для оптимизации структур, использующих эти эвристические методы, однако, каждый из них имеет свои недостатки.

В последнее время также довольно часто распространены нечёткие методы. Они предлагают использование переходных функций, которые находятся под влиянием различных входных переменных (генетические алгоритмы, имитация отжига, их совместное использование) [7].

1.4 Распространённые системы моделирования

Системы классификации лесной растительности могут быть направлены на определение потенциальной растительности, текущей и структурной. Потенциальная растительность показывает, как растительность будет развиваться в течение длительных периодов времени в отсутствие помех.

Текущая или существующая растительность основывается на том, что в настоящее время существует. Данный тип покрытия часто используется для описания преобладающей видовой смеси деревьев. Структурное распределение связано с трехмерным распределением растительности. Довольно часто отсутствие временного набора данных для конкретной местности приводит к структурной классификации, которая, как правило, строится на основе того, что есть в конкретный момент времени.

Основными созданными системами моделирования являются LANDSUM, SIMPPLLE, VDDT и IDRISI 32.

LANDSUM использует топографические или биофизические группы чтобы определить, какие классы растительности имеют право на рост. В

основном рассматривается планирование лесов, классификация растительности (часто в сочетании с физическими характеристиками участка - почва, высота и др.), с целью формирования земельных классов.

LANDSUM и его предшественник CRBSUM были разработаны в качестве исследовательских инструментов для исследования лесных пожаров.

Система использует структурные этапы в пределах исследования потенциальных видов растительности. Кроме того, чтобы классифицировать растительность, выходы могут включать информацию о том, как площадь земельного участка зависит от других процессов в течение года, площади сбора урожая, и, если в сопровождении поставляемой пользователем таблицы есть объем, объем урожая. LANDSUM использует стохастические и пространственные модели.

SIMPPLLE имитирует вегетативные модели и процессы поверхности.

SIMPPLLE был разработан как инструмент управления для понимания, как процессы и растительность совместно влияют на изменение ландшафта. Моделируемые процессы: урожай, болезни, насекомые и огонь. Система классификации использует в настоящее время виды и потенциал растительности, её плотность и структуру. Кроме того, при классификации растительности, на выходе мы можем получать карты и диаграммы процессов. SIMPPLLE стохастичная и пространственная (на базе многоугольника) система моделирования.

VDDT является динамическим инструментом для оценки развития растительности. VDDT была разработана с целью содействия улучшению понимания изменения растительности за счет использования сукцессии процесса моделирования. Процессы моделирования могут включать в себя последовательности роста растительности, уборки урожая, болезни, насекомых и пожары. Система классификации используется структурная. На выходе получаем классифицированную растительность. Пространственная версия VDDT известна как Telsa (инструмент для разведочного ландшафта) [1].

Idrisi32 это ГИС, разработанная компанией Clark Labs в США.

Позволяет считывать формат HDF и подпрограммы импорта / экспорта файлов .img (ERDAS Imagine) и файлов .ers (ER Mapper). Idrisi32 способна работать с данными, получаемыми сенсорами спутника TERRA, включая снимки ASTER, MODIS, CERES, MISR и MOPITT (форматы HDF-EOS4). Пользователь может выбирать все изображения для их импорта, либо нужных групп файлов. Эта утилита также встроена в программный модуль Macro Modeler второй версии Idrisi32, что позволяет использовать пакетный режим обработки HDF-файлов или включать их в модель. Также реализованы возможности работы с данными форматов ESRI Shape и ArcRaster, векторными файлами MapInfo, с форматами данных DLG, SPOT, LANDSAT и RADARSAT. Также данная система имеет широкий набор модулей, в том числе и для классификации и моделирования состояния растительности на исследуемых территориях [8].

Отметим, что описанные системы моделирования не позволяют наращивать или редактировать описанные в них методы, а также не все системы позволяют работать с форматом .img, поэтому встала необходимость в написании собственной программы для возможности её модификации и расширения.

1.5 Методы клеточных автоматов

В настоящее время одним из наиболее интересных способов для учёта пространственной корреляции является использование клеточных автоматов (КА).

Клеточные автоматы первоначально были предложены Джоном фон Нейманом и Станиславом Уламом в 1940-е годы, чтобы обеспечить формальную основу для исследования поведения сложных систем [9]. КА являются математической идеализацией физических систем, в которой конструкция делится на решетки клеток, состояния которых обновляются синхронно в дискретном времени по некоторым местным правилам. Можно легко заметить, что существует множество процессов оптимизации в природе.

Характерная особенность КА, которой является моделирование сложных систем с помощью простого набора локальных правил, привлекла исследователей из различных дисциплин, таких как физика, биология, общественные науки, транспорт, логистика [10].

Одним из ключевых факторов, влияющих на моделирование земной поверхности, является определение в каждом конкретном случае правил функционирования КА. Для этого применяется вероятностный подход к определению правил функционирования КА, при котором данные правила формируются на основе двух принципов:

- Первый принцип декларирует использование априорной информации о вероятности развития (угнетения) каждого из типов земной поверхности на исследуемой территории (представляется в виде вероятностных карт соответствия).

- Второй принцип декларирует использование при формировании правил функционирования КА вероятностных и пространственных характеристик каждого из типов земной поверхности (зависимость от «Соседей» рассматриваемой точки и критерия насыщенности).

В итоге, метод клеточных автоматов позволяет учитывать пространственную корреляцию данных и ряд пространственно-вероятностных особенностей типов (классов) на исследуемой земной поверхности с целью получения точных прогнозов и динамики земной поверхности [2].

Такой анализ динамики с учетом разработанных моделей позволяет более точно прогнозировать и оценивать состояние лесных фондов.

Опишем принципы формирования КА для более точной и адекватной оценки исследуемой модели территории.

Наиболее часто используется двумерная модель клеточных автоматов, которая позволяет моделировать эволюцию гетерогенных популяций растительности, состоящей из различных видов деревьев.

Клеточный автомат состоит из сетки ячеек, распределенных обычно в матричной форме, которая имеет следующие основные характеристики:

- Состояния: каждая ячейка может принимать целое значение, которое соответствует её текущему состоянию. Существует конечное множество состояний.
- Соседство: набор клеток (пикселей), которые взаимодействуют с текущей.
- Функция перехода: принимает в качестве входных аргументов клетку и состояния соседних клеток, и возвращает новое состояние текущей ячейки.
- Правила: функция перехода использует набор правил, которые определяют, каким образом изменяются состояния ячеек.
- Итерации: функция перехода применяется к каждой ячейке сетки по горизонтали несколько раз.

Когда мы работаем со спутниковыми изображениями, мы рассматриваем каждый пиксель изображения как ячейку клеточного автомата, которая задействует 4, 8 или 24 его «соседей» (рисунок 3).

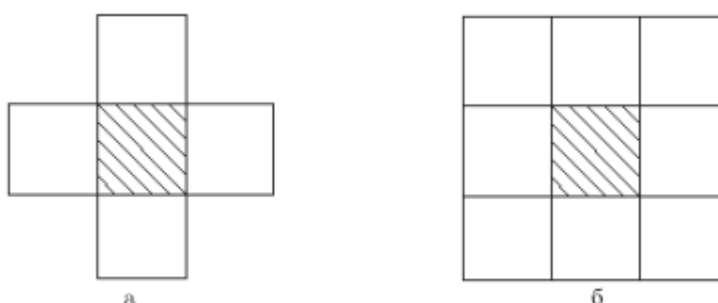


Рисунок 3 – Окрестности Неймана (а) и Мура (б)

Изменения в ячейках состояния происходят в дискретной форме. Чтобы изменить состояние ячейки, на каждой итерации применяются правила функции перехода к каждой ячейке с учетом окрестности. Факторы внешней среды (температура, влажность почвы и др.) со значениями от 0 до 1 хранятся в географической информационной системе (ГИС), а дальше используются для определения параметров каждой ячейки в используемой модели. Так как клетка всегда изменяет свое состояние через различные итерации, клеточные автоматы имеют эволюционный процесс. Описанный метод часто называется

«подвижным». Обычно правила перехода одинаковы для всех ячеек и применяются сразу ко всей решётке [11].

Однако существует также довольно большое число неопределённостей при использовании КА в ГИС, которое растёт со сложностью используемых моделей. Основная часть техники экологического моделирования компрометирует среди задач моделирования, экологического реализма и вычислительной сговорчивости для того, чтобы оценить сложность исследуемых процессов.

Источники неопределенности включают:

- Размер и структура ячеек: в ГИС клетки, как правило, регулярные квадраты, что оставляет выбор размера ячейки в качестве источника неопределенности. Размер ячейки представляет собой компромисс между однозначной классификацией и скоростью выполнения поставленной задачи. Размер ячейки должен также отражать процессы окрестности. Модель может быть запущена на различных пространственных разрешениях, однако это может добавить огромную вычислительную нагрузку.

- Размещение «клеток»: неопределенность вводится как через проблему смешанных ячеек (ячейка может содержать несколько типов растительности), так и через неопределенность в классификации (молодое дерево может быть неправильно классифицировано – как кустарник или пастбище). Включение нечетких множеств может обрабатывать неопределенности входных данных.

- Размер и форма соседства: в традиционном двумерном КА соседство обычно определяется как четыре или восемь клеток, непосредственно примыкающих к клетке, о которой идет речь. Это решение должно быть обусловлено экологическими знаниями и тесно связано с размером ячейки.

- Правила перехода: эти правила также должны быть основаны на экологической теории. Они могут быть уточнены эмпирически, однако достаточно сложно определить неопределенность, связанную с правилами перехода.

- Вероятности в стохастических правилах: в стохастической модели оцениваются вероятности того, будет ли применяться конкретное правило.
- Шаг по времени: КА требуется дискретный шаг времени, когда все клетки обновятся (единовременно).
- Будущие условия: когда модель используется для будущих предсказаний или моделирования сценариев, вводится много неизвестных параметров.
- Неучтенные переменные: необходимо решить для всех моделей, какие переменные включить, а какие необходимо исключить. Некоторые из представленных здесь неопределенностей (например, проигнорировав типпочвы) могут быть частично рассмотрены с вероятностями в стохастических правилах.
- Неизвестные факторы: При моделировании всегда встретятся факторы, влияющие на исход модели, которые просто неизвестны. Эта неопределенность может быть случайным образом включена в модель [12].

В последние годы клеточные автоматы стали мощным инструментом, который достаточно широко применяется при использовании ДЗЗ, особенно для обработки и анализа спутниковых изображений.

Можно выделить следующие соответствия между клеточными автоматами и основными элементами общего процесса спутниковой классификации изображений:

- Каждая ячейка сетки соответствует пикселю изображения.
- Каждое состояние клеточного автомата будет представлять разный класс в итоговой классификации.
- Окрестность каждой ячейки будет состоять из 4-8 ближайших ячеек.
- Функция перехода F должна правильно классифицировать каждый пиксель изображения, основываясь на особенностях текущей ячейки и её окрестности, используя как спектральные, так и топологические данные [11].

Описанные в данном подразделе свойства КА говорят нам о том, что они являются прекрасным инструментом для работы с элементами пространственных данных и моделирования состояния окружающей среды.

2 Алгоритм получения прогнозных карт с использованием данных спутникового мониторинга поверхности Земли

Для получения прогнозных карт по исходным космическим снимкам использовался многоэтапный подход к анализу динамики земной поверхности. Функциональная схема многоэтапного подхода представлена на рисунке 4.

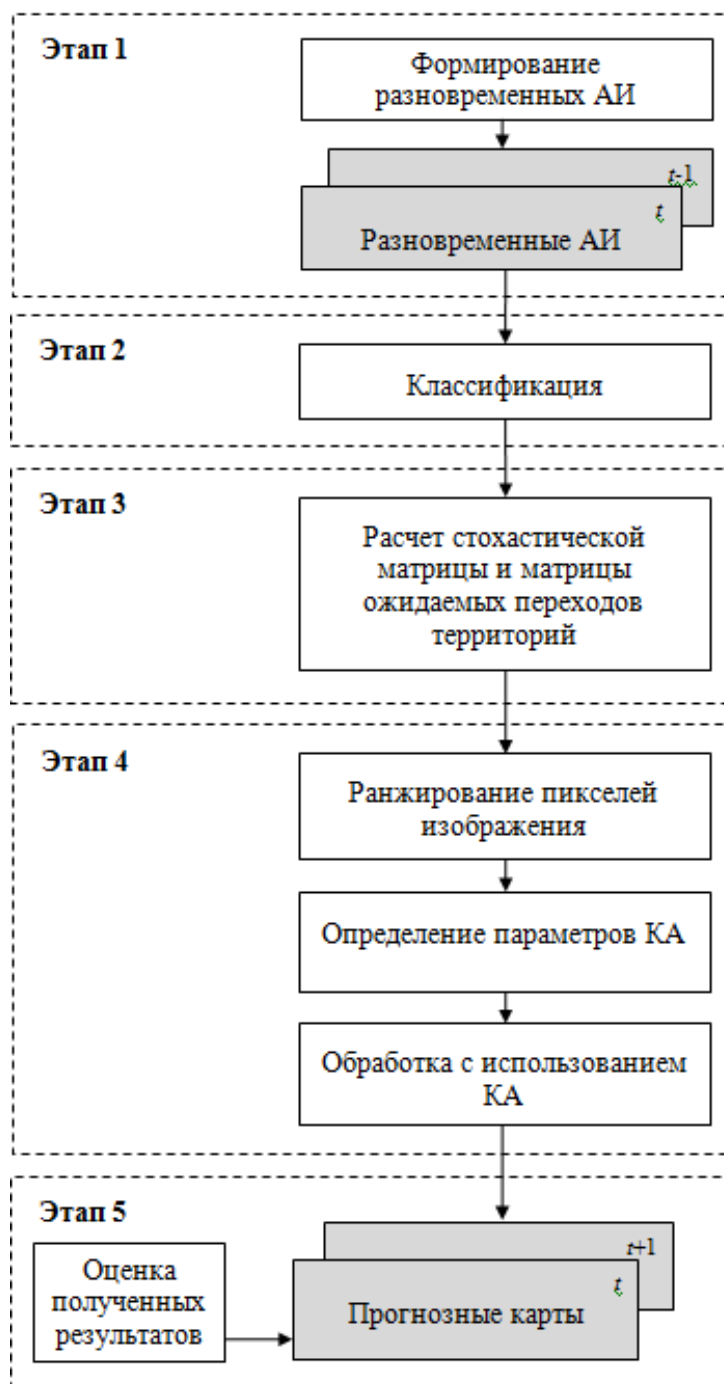


Рисунок 4 – Функциональная схема многоэтапного подхода

2.1 Формирование серии разновременных космических снимков и их классификация

На первом этапе пользователю необходимо определить временной интервал между космическими снимками территории. При этом основной проблемой является подбор подходящих снимков, так как зачастую на снимках присутствуют помехи в виде облачности.

Также важной задачей является определение количества классов для классификации изображения, которое выполняется исходя из того, какое количество классов нужно для однозначной идентификации необходимых объектов на космическом снимке.

Классификация изображений может выполняться с использованием специализированного программного обеспечения для обработки изображений или любой ГИС, которая содержит функционал для контролируемой или неконтролируемой классификации изображений.

2.2 Расчёт стохастической матрицы и матриц ожидаемых и фактических переходов

На данном этапе определяются основные параметры моделирования.

Сначала необходимо рассчитать матрицу фактических переходов, которая содержит информацию о количестве фактически перешедших элементов одного типа земной поверхности в другой на след временной интервал.

Происходит формирование стохастической матрицы с использованием выражения

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{j=1}^m n_{ij}}, \quad \sum_{j=1}^m p_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, m, \quad (1)$$

где n_{ij} – число элементов, перешедших из состояния Q_i в состояние Q_j ,
 m – количество возможных сочетаний (классов).

Полученная стохастическая матрица отвечает за вероятностную

составляющую изменений земной поверхности. За количественные изменения, происходящие на земной поверхности, отвечает матрица ожидаемых территорий, или матрица ожидаемых переходов, которая вычисляется как произведение матрицы фактически переходов на стохастическую матрицу:

$$M_{ожд} = M_{факт} \times M_{стох} \quad (2)$$

2.3 Ранжирование пикселей изображения и получение прогнозных карт

Как было сказано выше, любой КА можно представить в виде совокупности элементов (клеток), одинаковым образом соединенных между собой. Важным компонентом моделирования изменений земной поверхности является порядок преобразования элементов на моделируемом изображении. Такой порядок задаётся в виде матрицы ранжирования, которая позволяет преобразовать в первую очередь элементы изображения с наибольшей вероятностью перехода в тот или иной класс. Алгоритм получения матрицы ранжирования представлен в приложении А [2]. В результате работы данного алгоритма мы получаем очередность преобразования для каждого пикселя изображения в виде порядкового номера (чем больше вероятность перехода текущего пикселя, тем больше порядковый номер).

Затем для каждого элемента изображения в предопределённом выше порядке формируется квадратная окрестность заданного размера (в нашем случае 5x5). Каждая такая окрестность будет представлять собой отдельный КА. Далее по предопределённым правилам функционирования КА формируется каждый элемент моделируемого изображения. Это выполняется до тех пор, пока все элементы согласно матрице ожидаемых переходов не перейдут в элементы соответствующих типов. Данный алгоритм представлен в приложении Б [2].

В данном алгоритме рассматривается использование двух вероятностей для получения результирующей.

$$p_{ij}^{рез} = f_2(p_{ij}^{exp}, p_{ij}^{np}). \quad (3)$$

Вероятность перехода типа I земной поверхности в тип j зависит не только от общей вероятности p_{ij} , но и от количества элементов типа j в этой окрестности.

$$p_{ij}^{6ep} = n_j \cdot p_{ij} \quad j = 1, \dots, m, \quad (4)$$

где m – количество типов земной поверхности в окрестности,

n_{ij} – количество элементов типа j в анализируемой окрестности.

Для расчёта пространственных характеристик использовался локальный и средний критерий насыщенности, значение которого определяется как отношение частоты встречаемости конкретного типа в окрестности к встречаемости этого типа в целом на изображении:

$$F_{i,k,d} = \frac{n_{k,d,i} / n_{d,i}}{N_k / N}, \quad (5)$$

где $n_{k,d,i}$ - число элементов рассматриваемого типа в окрестности,

$n_{d,i}$ - число всех элементов в окрестности,

N_k - число элементов рассматриваемого типа на всём изображении,

N – число всех элементов изображения.

Метод расчёта усреднённых характеристик критерия насыщенности для каждого типа земной поверхности:

$$\bar{F}_{i,k,d} = \log \left(\frac{1}{N_l} \sum_{i \in L} F_{i,k,d} \right), \quad (6)$$

где L – множество элементов типа L на изображении,

N_l - их количество.

После чего вероятность p_{ij}^{np} определяется как

$$p_{ij}^{np} = 1 - | \bar{F}_{i,k,d} - F_{i,k,d} | \quad (7)$$

для каждого класса в рассматриваемом элементе изображения.

Результирующая вероятность рассчитывается по формуле:

$$p_{ij}^{pez} = p_{ij}^{6ep} + p_{ij}^{np}. \quad (8)$$

3 Программная реализация

3.1 Определение требований и выбор языка программирования

Далее рассмотрены вопросы программной реализации. Для того чтобы создаваемое приложение эффективно решало поставленные задачи и удовлетворяло требованиям, важно правильно выбрать язык программирования и технологии, которых в настоящее время существует достаточное количество.

Требования для выбора языка программирования:

- независимость от платформы;
- объектная ориентированность языка;
- надежность;
- безопасность;
- независимость от архитектуры;
- свободная реализация.

C# относится к семье языков с C-подобным синтаксисом, из них его синтаксис наиболее близок к C++ и Java. Язык имеет статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов (в том числе операторов явного и неявного приведения типа), делегаты, атрибуты, события, свойства, обобщённые типы и методы, итераторы, анонимные функции с поддержкой замыканий, LINQ, исключения, комментарии в формате XML [13].

Возможности C#:

- автоматическое управление памятью;
- возможности обработки исключительных ситуаций;
- набор стандартных коллекций: массив, список, стек;
- способность языка создавать средства многопоточных приложений;
- унифицированный доступ к базам данных: на уровне отдельных SQL-запросов;
- параллельное выполнение программ [13].

Java был разработан Джеймсом Гослингом в 1990 году в компании Sun Microsystems. Java дополнительно увеличивает возможности языка C++. Особенность Java заключается в том, что это первый чисто объектно-ориентированный язык программирования. Java был разработан по принципу WORA (Write Once Run Anywhere или "написав код однажды, запускается везде"). Речь идет про переносимость Java. Необходимо скомпилировать исходный код на Java всего лишь раз, а затем запустить на любой машине с установленным JVM (Java Virtual Machine) и затем использовать [14].

Возможности Java:

- автоматическое управление памятью;
- расширенные возможности обработки исключительных ситуаций;
- набор средств фильтрации ввода-вывода;
- набор стандартных коллекций: массив, список, стек;
- наличие простых средств создания сетевых приложений;
- наличие классов, позволяющих выполнять HTTP-запросы и обрабатывать ответы;
- встроенные в язык средства создания многопоточных приложений;
- унифицированный доступ к базам данных: на уровне отдельных SQL-запросов – на основе JDBC, SQL;
- поддержка обобщений (начиная с версии 1.5);
- параллельное выполнение программ [14].

Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода. Синтаксис ядра Python минималистичен. В то же время стандартная библиотека включает большой объем полезных функций.

Вот лишь некоторые вещи, которые позволяет делать Python:

- работа с xml/html файлами;
- работа с http запросами;
- GUI (графический интерфейс);
- создание веб-сценариев;

- работа с FTP;
- работа с изображениями, аудио и видео файлами;
- робототехника;
- программирование математических и научных вычислений [15].

Все из вышеперечисленных выше языков программирования обладают необходимым функционалом для работы и обработки растровых данных, однако, по моему мнению, наиболее удобным в плане реализации собственных приложений является язык программирования C#. К тому же, он обладает широкими возможностями для создания хорошего GUI. Также C# отвечает всем вышеуказанным требованиям и все более широко используется при разработке программ обработки изображения.

3.2 Описание библиотеки GDAL

Для возможности работы с данными форматов .img и .tiff в среде C# необходимо использование сторонней библиотеки, которая позволит не только загружать и сохранять данные, а также предоставит удобный функционал для их обработки и визуализации, отображения и сохранения их пространственной привязки и метаданных.

Самой популярной и наиболее широкой в плане функционала является библиотека Geospatial Data Abstraction Library (GDAL), которая является абстрактной библиотекой геопространственных данных. Данная библиотека для чтения и записи растровых геопространственных форматов данных выпускается под Open Source лицензией X/MIT организацией Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Библиотека предоставляет вызывающим приложениям единую абстрактную модель данных для всех поддерживаемых форматов [16].

Сопутствующая библиотека OGR, являющаяся частью дерева исходных кодов GDAL, предоставляет похожие возможности для векторных данных.

Первоначально GDAL разрабатывался Фрэнком Вармердамом вплоть до выпуска версии 1.3.2, после которого поддержкой проекта стал заниматься комитет GDAL/OGR Project Management Committee под контролем OSGeo.

Пакет GDAL/OGR считается важным проектом в Open Source, а также и в коммерческих кругах ГИС в связи с широким распространением и обширным набором функциональности.

Пакет GDAL/OGR может быть использован не только в C - программах, но и в программах, написанных на более высокоуровневых языках, таких как Python, Java, C# и т. д. Используя bindings (обёртки) для этих языков, программист может иметь доступ ко всем возможностям библиотеки GDAL. Чтобы продемонстрировать использование обёрток, программисты GDAL добавили в дерево исходных кодов аналоги стандартных утилит GDAL/OGR, написанные на поддерживаемых обёртками языках.

Новые форматы могут добавляться в GDAL путем добавления новых драйверов как подклассов GDALDataset и группы подклассов GDALRasterBand. Кроме того в GDALDriverManager может создаваться GDALDriver для описания и создания необходимого формата.

На рисунке 5 представлены классы для обработки растровых данных GDAL [17].

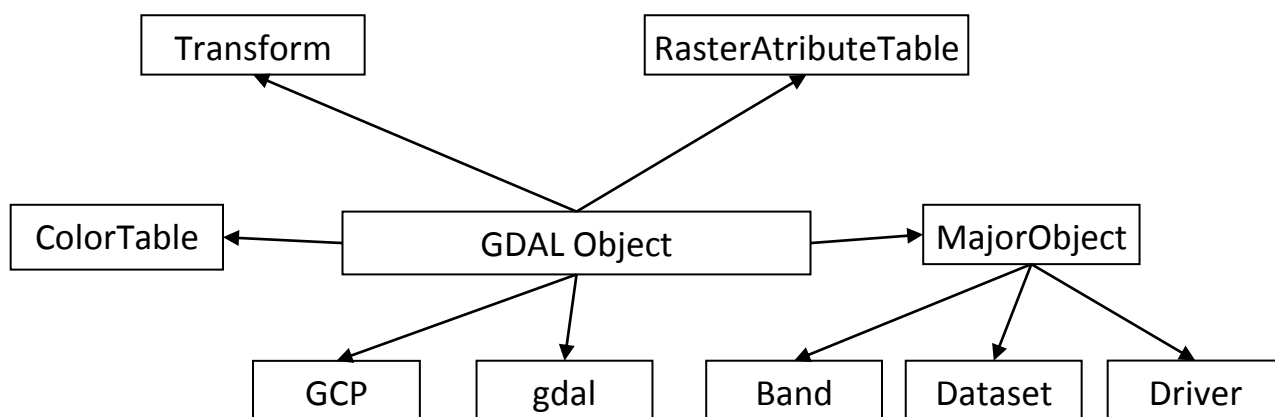


Рисунок 5 – Блок-схема библиотеки GDAL

Блок GDAL – регистрирует все известные форматы и открывает изображения в качестве набора данных для дальнейшей работы.

Блок GCP – блок позволяет производить операции с пикселями изображения.

Блок ColorTable – данный блок содержит таблицу цветов изображения.

Блок Drive – обеспечивает различные методы для конкретного формата.

Блок Band – содержит методы для работы со слоями изображения.

Блок Dataset – обеспечивает различные методы, чтобы получить доступ к набору сопутствующих растровых каналов, как правило, из одного файла.

Блок RasterAttributeTable – используется для хранения таблицы, используемой для обеспечения информации атрибутов значений пикселей.

3.3 Разработка программного обеспечения

Стоит отметить, что разработанная программа имеет некоммерческие цели и предназначена, в первую очередь, для собственных исследований и дальнейшей доработки на основе развития методов теории клеточных автоматов для моделирования динамики состояния земной поверхности. Исходя из этого, жестких требований к пользовательскому интерфейсу не предъявлялось. В процессе разработки ПО основным требованием была корректность работы реализуемых алгоритмов.

Основное окно программы должно позволять выбирать исходные изображения из необходимых директорий, а также путь и название итогового изображения, отображать информацию о формате загруженных ДДЗ, проекции, и задавать следующие параметры:

- размер окрестности клеточного автомата;
- количество итераций моделирования;
- опциональное ранжирование пикселей изображения.

Главное окно программы представлено на рисунке 6.

Для работы программы необходимо открыть разновременные снимки, выбрать размер окрестности, количество итераций и, если необходимо, выполнить ранжирование пикселей изображения.

Размер окрестности показывает, какое количество пикселей будет задействовано при создании клеточного автомата.

Количество итераций задаёт временной интервал, на который необходимо сделать прогноз. Например, если входной набор данных содержит снимки за 2015 и 2016 г. и одинаковую дату, то для прогноза на следующий временной интервал (2017 год) необходимо выставить количество итераций в значение 1.

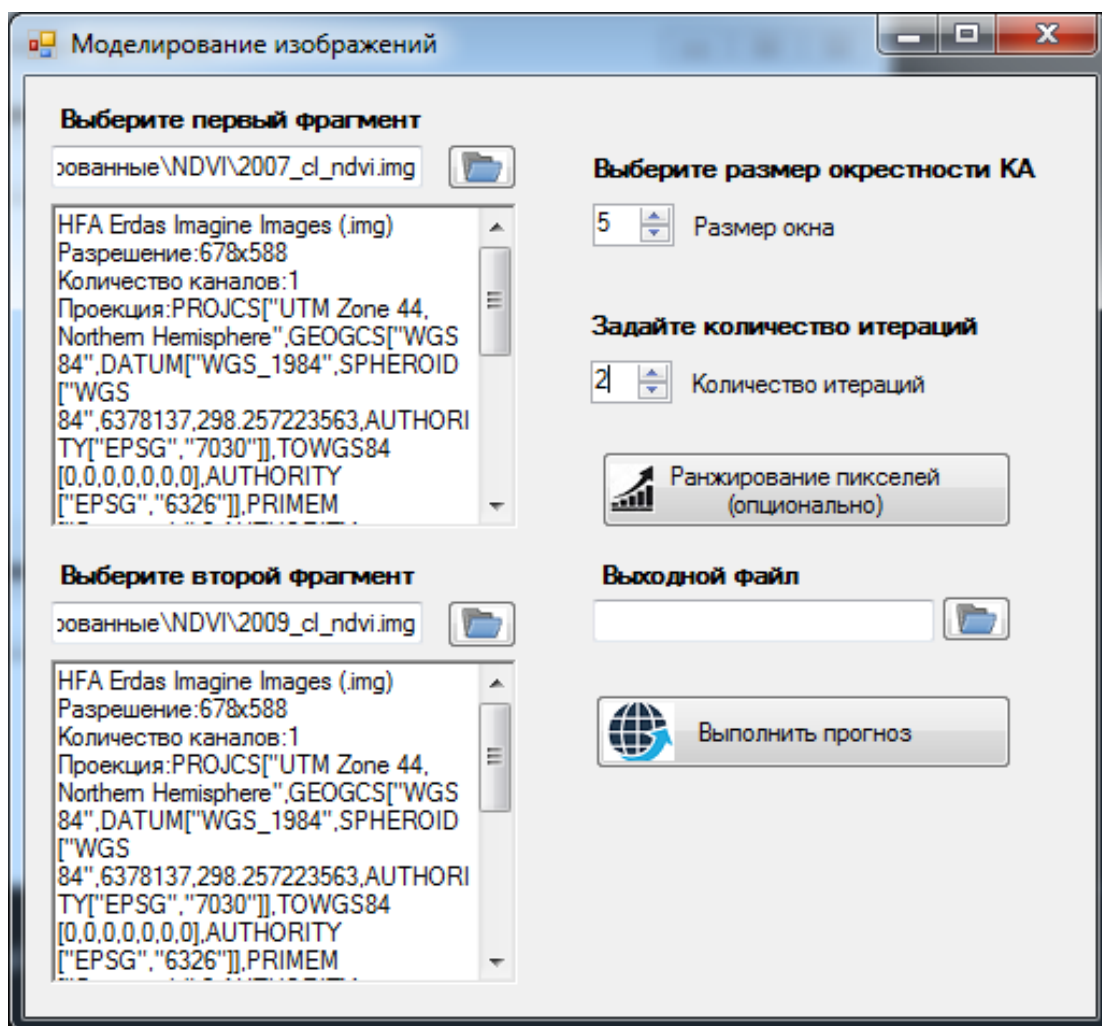


Рисунок 6 – Главное окно программы

Для подключения библиотеки GDAL в C# необходимо было прописать путь к компонентам библиотеки и включить пространство имён OSGeo.GDAL.

Опишем основной функционал GDAL, используемый при реализации программы:

Gdal.Open – открывает набор данных по указанному пути (в форме набора данных);

Dataset.GetDriver().ShortName – позволяет получить формат загруженного снимка;

Dataset.GetProjection() – получает проекцию исходных данных;

Dataset.RasterXSize, *Dataset.RasterYSize* – получить ширину, высоту изображения;

Dataset.ReadRaster – прочитайте значения канала изображения, использовалось для записи выбранного канала в bitmap;

Dataset.GetRasterBand – получить растровый слой;

Gdal.FileFromMemBuffer – для записи битмапа в память в байтовом формате;

drv.CreateCopy – создать копию выбранного img-файла с новым набором данных (dataset);

outData.SetProjection (proj),

outData.SetGeoTransform(transform) – установить информацию о проекции.

В работе реализованы следующие методы для получения прогнозной карты:

Get_Image – метод предназначен для получения набора выбранных данных (Dataset), в котором хранится вся информация о файле (растровые слои, проекция, метаданные и др.);

SaveBitmapDirect – «вытаскивает» необходимый растровый слой из набора данных вместе в формате пикселей, палитрой и цветовой таблицей;

SetPalette – метод, позволяющий установить палитру рассматриваемого изображения в зависимости от количества классов изображения;

Mfact – расчёт матрицы фактических переходов;

MStoh – расчёт стохастической матрицы по формуле (1);

Floc – расчёт локальных насыщенностей по формуле (6);

FNAS – расчёт средней насыщенности каждого класса на всём изображении по формуле (5);

Mojid – матрица ожидаемых переходов по формуле (2);

Get_Rang – ранжирование пикселей согласно подсчитанным матрицам;

Norm_Values – позволяет нормировать результирующие вероятности;

ChanceOfAction – в зависимости от подсчитанных результирующих вероятностей возвращает либо true для каждого пикселя, либо false (заменять пиксель на другой класс или нет);

Set_Pixels – позволяет устанавливать значения пикселей в зависимости от формата изображения (поддержка индексированных изображений);

Save_Image – метод предназначен для сохранения полученного результирующего изображения в формате .img (с сохранением пространственной привязки и классов).

4 Тестирование и оценка результатов

Для тестирования работоспособности программы использовались данные Modis с пространственным разрешением 500 метров и снимки Landsat. Оба типа данных содержат подсчитанные значения нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI).

4.1 Тестирование работы программы

4.1.1 Обработка спутниковых данных Landsat

Первым делом на данном этапе необходимо было определить временной интервал между необходимыми снимками. Изначально планировалось использовать три снимка, идущих год за годом, но в виду необходимости использования снимков на примерно равный вегетационный период, сделать это не удалось. Стоит отметить, что некоторые снимки имеют большое количество помех в виде облачности. Среди имеющегося набора данных наиболее подходящими снимками стали Landsat 5 с пространственным разрешением 30 м, содержащие значения нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) за 2007, 2009 и 2011 года.

Также важной задачей было определение количества классов для классификации изображения. Исходя из того, что значения NDVI имеют достаточно небольшой разброс, было принято решение разбить изображение на 4 класса: густая растительность, разряженная растительность, гарь, водные объекты (включая болота) для возможности точной идентификации каждого из типов на исследуемой территории.

Разбиение изображений выполнялось в среде ERDAS Imagine с помощью инструмента неконтролируемой классификации. Фрагмент исходного изображения представлен на рисунке 7 - слева, фрагмент результирующего классифицированного изображения на рисунке 7 - справа.

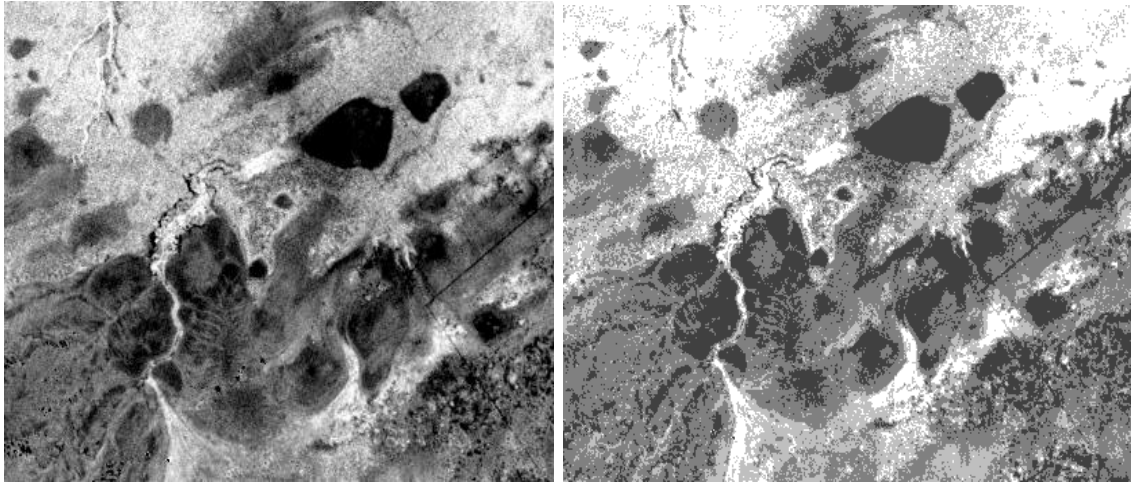


Рисунок 7 – Исходное изображение (слева), классифицированное изображение (справа)

В результате реализации и выполнения описанных выше алгоритмов была получена матрица фактических переходов (таблица 1), которая позволяет рассчитывать матрицы ожидаемых переходов (таблица 2) и стохастическую матрицу (таблица 3), которая показывает вероятность перехода класса изображения в новое состояние. Также были подсчитаны локальные насыщенности для каждого пикселя изображения, на основании которых получены глобальные насыщенности по изображению (таблица 4).

Таблица 1 – Матрица фактических переходов

Тип/Тип	Густая растительность	Разряженная	Гари	Водные объекты
Густая растительность	90105	2504	3022	0
Разряженная	323	94574	8455	0
Гари	5189	3285	117983	0
Водные объекты	0	0	10199	57893

Таблица 2 – Матрица ожидаемых переходов

Тип/Тип	Густая растительность	Разряженная	Гари	Водные объекты
Густая растительность	84971	4714	5947	0
Разряженная	975	86744	15633	0
Гари	9738	6205	110514	0
Водные объекты	418	265	18187	49222

Таблица 3 – Стохастическая матрица

Тип/Тип	Густая растительность	Разряженная	Гари	Водные объекты
Густая растительность	0,9415	0,0260	0,0324	0,0
Разряженная	0,0034	0,9148	0,0818	0,0
Гари	0,0410	0,0260	0,9330	0,0
Водные объекты	0,0	0,0	0,1498	0,8502

Таблица 4 – Глобальные насыщенности классов

Тип/Тип	Густая растительность	Разряженная	Гари	Водные объекты
Густая растительность	1,6291	0,3786	-1,8298	-3,2798
Разряженная	0,3761	1,2081	0,0582	-1,4638
Гари	-1,8044	0,0724	1,1580	0,4586
Водные объекты	-3,5831	-1,5226	0,4679	1,9472

Подсчитанные матрицы позволяют получить для каждого пикселя пространственную и вероятностную (формулы 4 и 7 соответственно) составляющие перехода в новое состояние, и как результат – результирующие вероятности перехода (формула 8) и построенная прогнозная карта.

Размерность клеточного автомата задана равной пяти (5x5).

Фрагменты изображения за 2007, 2009 на рисунке 8 – слева, справа соответственно. Фрагменты «эталонного» изображения на 2011 год и смоделированного представлены на рисунке 9 – слева, справа соответственно.

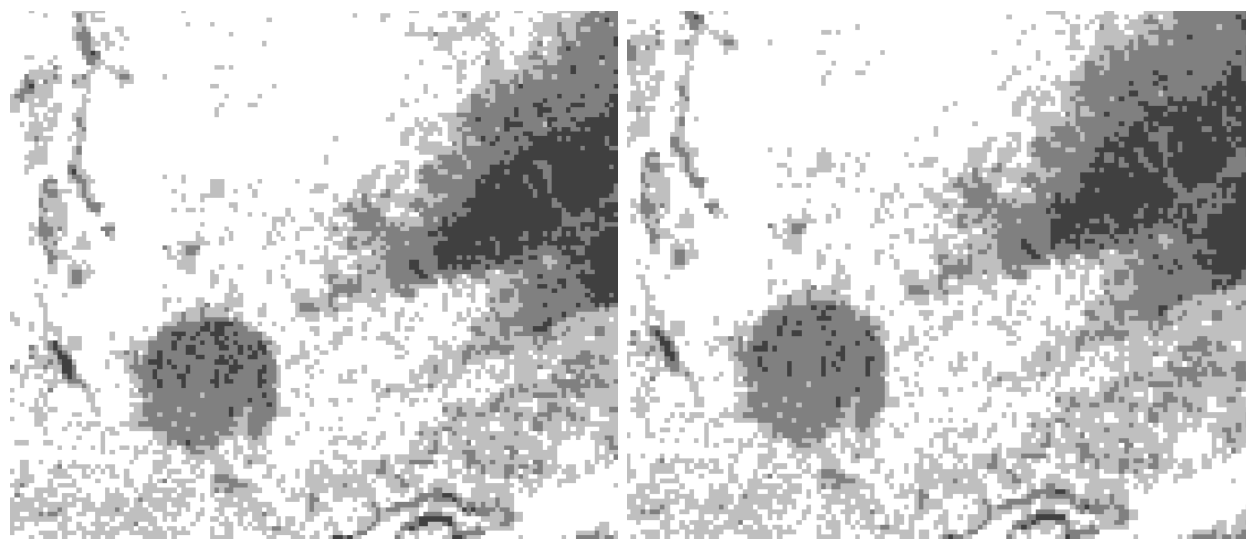


Рисунок 8 – Изображение за 2007 год (слева), 2009 год (справа)

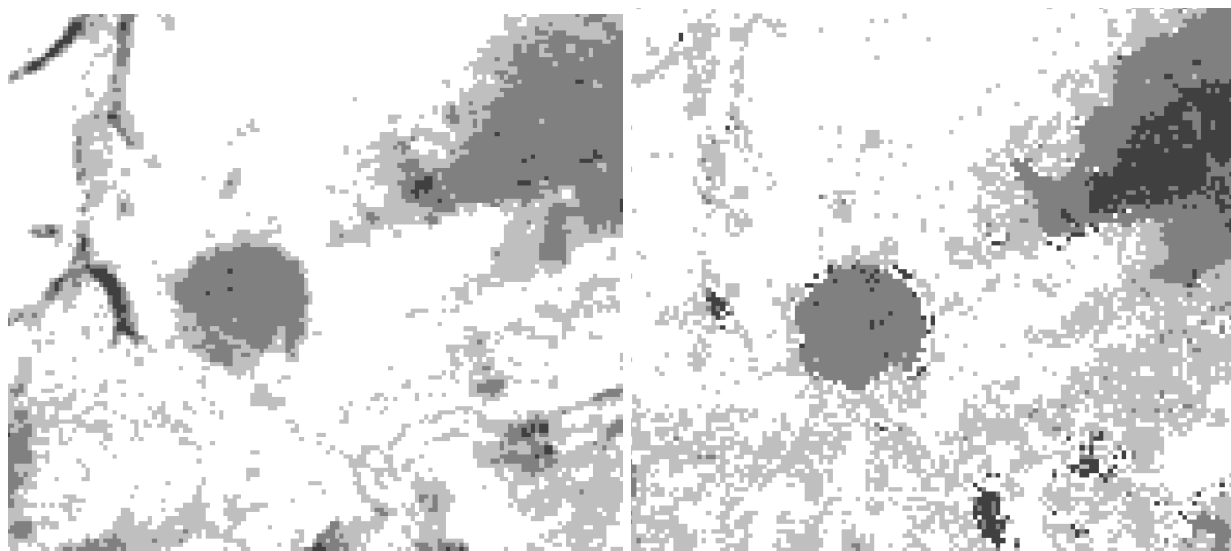


Рисунок 9 – Эталонное изображение за 2011 год (слева), смоделированное за 2011 год (справа)

4.1.2 Обработка спутниковых данных MODIS

Для работы были выбраны 500 метровые, полученные путём композиции за 16 дней снимки MOD13 (Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500m). Подробное описание используемых снимков представлены в [3].

В качестве фоновой области был выбран Юганский заповедник, который имеет наименьшее влияние антропогенных факторов.

С помощью инструментария системы ERDAS Imagine были вырезаны необходимые участки для изображений за 2000-2008 гг. с интервалом в 2 года. Каждый из исследуемых участков был также разбит на 4 класса. Фрагмент исходного изображения за 2000 год представлен на рисунке 10 слева, классифицированного – на рисунке 10 справа.

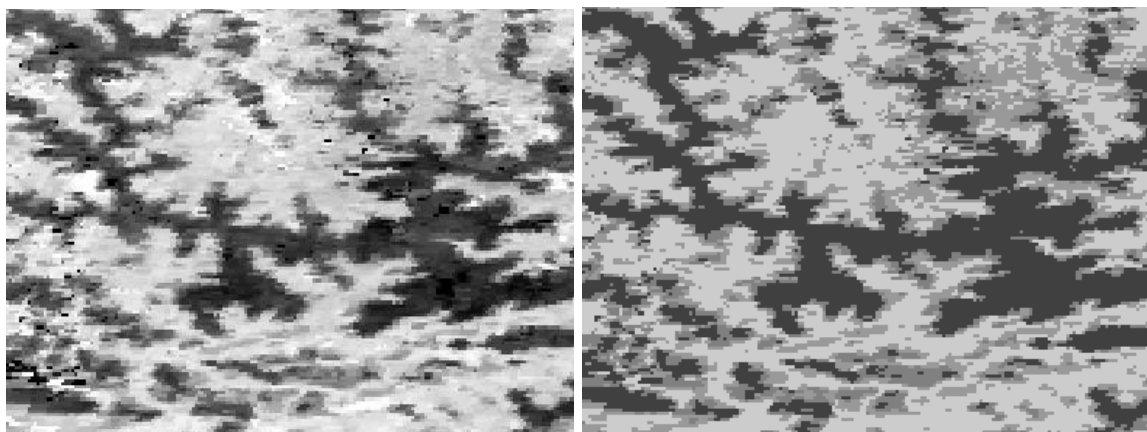


Рисунок 10 – Исходное изображение (слева), классифицированное (справа)

В результате выполнения программы были получены все необходимые параметры моделирования, подсчитана матрица ранжирования пикселей, и как результат – прогнозные карты для территории Юганского заповедника на 2004 и 2008 гг. Полученные прогнозные карты представлены на рисунке 11.

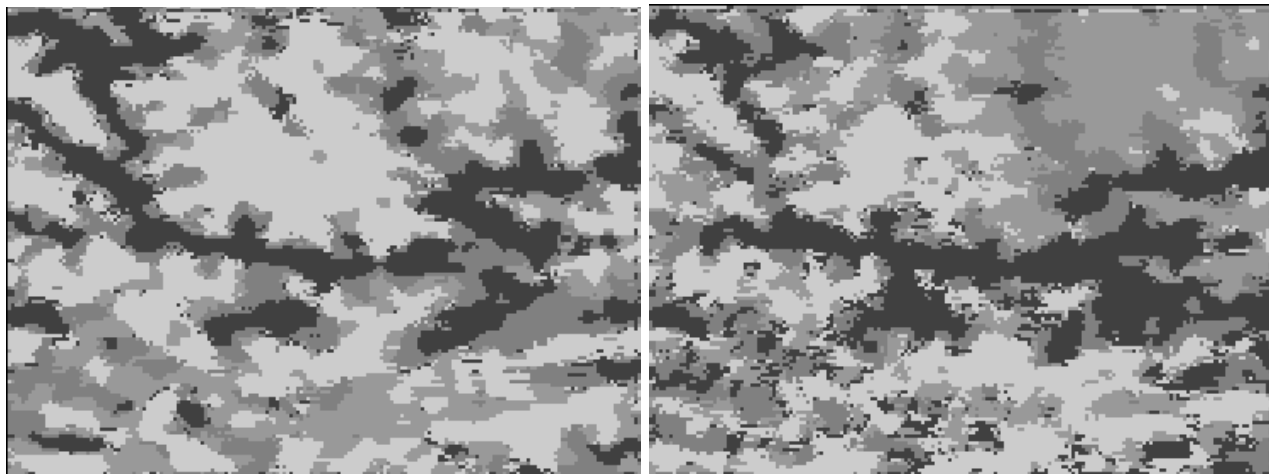


Рисунок 11 – Прогнозные карты для Юганского заповедника на 2004 год (слева), 2008 год (справа)

4.2 Оценка полученных результатов

Анализируя представленные выше фрагменты изображений Landsat можно сделать вывод, что в 2009 году произошло увеличение значений NDVI в сравнении с 2007, что говорит об увеличении биомассы растительности (развитие растительного покрова).

Глядя на эталонное изображение за 2011 год можно сказать, что эта тенденция сохранилась. Общее количество светлых пикселей на смоделированном изображении также стало больше. Элементы изображения преобразовывались не просто по общей вероятности для всего изображения, а в зависимости от локальных характеристик (окружения) данных пикселей, то есть, тенденции изменения рассматриваемых территорий нашли своё отражение на полученных прогнозных картах.

Для сравнения полученных прогнозных карт с эталонными изображениями введём индекс k , который показывает отношение количества одинаковых пикселей на обоих изображениях к общему количеству пикселей (Таблица 5).

Таблица 5 – Оценка точности прогноза

Изображение/Хар-ка	№ идентичных	Пикселей всего	k
Landsat 2011	349385	397399	0,879
MODIS 2004	21914	25900	0,846
MODIS 2008	19874	25900	0,767

Исходя из подсчитанных значений точности прогноза, можно сказать, что наибольшая точность соответствует прогнозной карте по снимкам Landsat (порядка 88 процентов).

Полученный результат можно объяснить тем, что при работе со снимками Landsat рассматривалось большее количество пикселей, а значит, пространственная составляющая вероятности перехода (а именно критерий насыщенности) рассчитывался по более большой выборке, что и повысило точность моделирования.

Для получившихся прогнозных карт данных MODIS было также получено среднее значение NDVI для Юганского заповедника. Результаты расчёта NDVI представлены в таблице 6. Результаты расчёта NDVI на исходных и эталонных снимках представлены в [3].

Таблица 6 – Значения NDVI для исследуемых данных

Область/год	2000	2002	2004	2006	2008	2004 (прогноз)	2008 (прогноз)
Юганский заповедник	0,77025	0,77748	0,77517	0,77273	0,76615	0,77384	0,76957

Для полученных прогнозных изображений средние значения NDVI по заповеднику отличаются от эталонных довольно слабо (порядка двух процентов для 2004 года и 4,5 для 2008 года), что также говорит о высокой точности прогноза.

Для оценки влияния степени клеточного автомата на результат прогноза было посчитано количество пикселей, принадлежащих каждому классу для результирующих (прогнозных) и исходных изображений Landsat (Таблица 7). В

качестве рассматриваемых окрестностей были выбраны размерности 3 на 3, 5 на 5 и 7 на 7, так как их чаще всего используют при работе с КА.

Таблица 7 – Влияние степени КА на результат прогноза

Тип/год	2007	2009	2011 эталон	2011 прогноз (3x3)	2011 прогноз (5x5)	2011 прогноз (7x7)
Густая растительность	97090	94574	85449	94280	93463	94145
Разряженная	104572	110387	107939	110783	113571	115990
Гари	127435	134380	130475	135862	135104	134623
Водные объекты	68302	58058	73536	56474	55261	52641

Для возможности более детального и эффективного рассмотрения полученные результаты были представлены в виде графика (Рисунок 12).

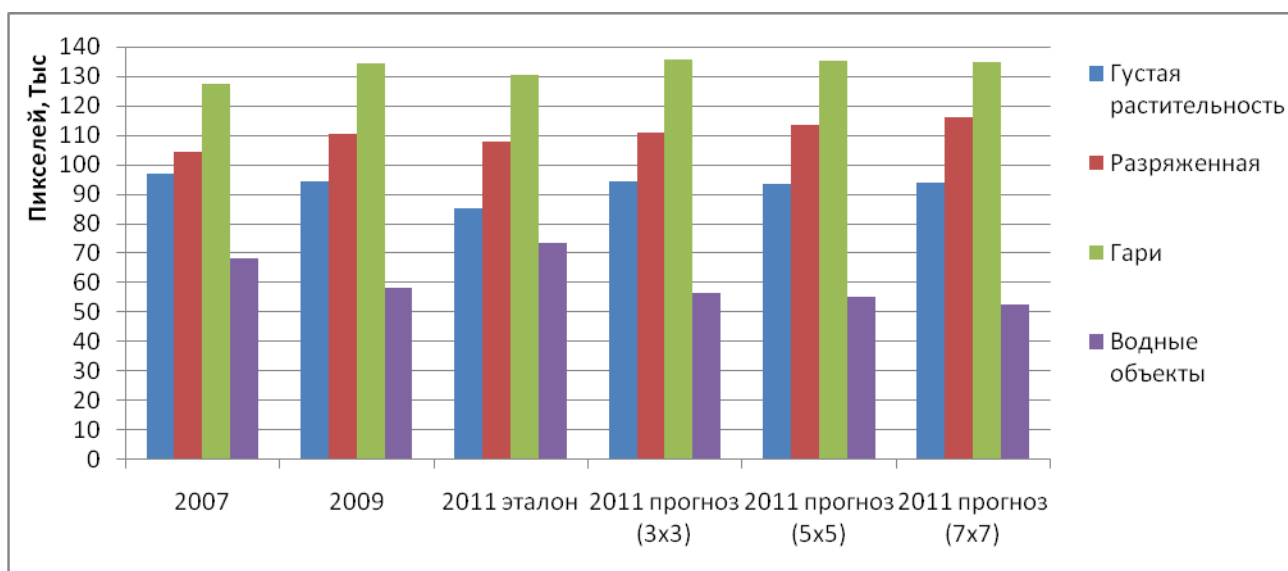


Рисунок 12 – График количества пикселей на исследуемых изображениях

Из полученных результатов видно, что тенденции изменения состояния каждого из типов Земной поверхности из 2007 в 2009 год сохраняются на всех изображениях кроме эталонного, которое имеет наибольшее отклонение.

Наиболее явно тенденции прослеживаются для степени КА равной 7.

Количество пикселей, поменявших своё значение в сравнении с предыдущим изображением, представлено на рисунке 13. Стоит отметить, что наиболее приближенное количество соответствует также КА со степенью 7.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее перспективным и точным является исследование 48 пикселей вокруг текущего пикселя на каждой итерации.

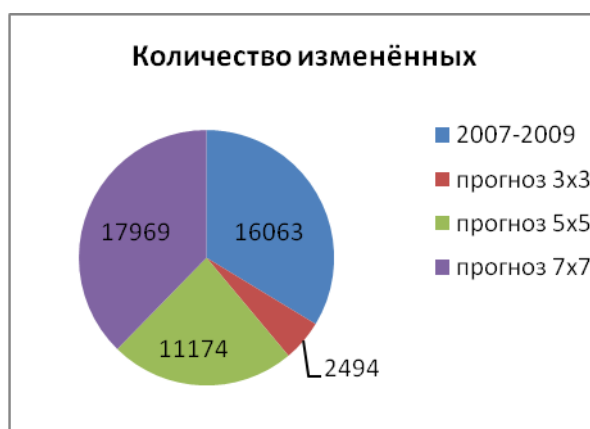


Рисунок 13 – Круговая диаграмма перехода пикселей в новое состояние

Для более точного прогнозирования необходим учёт ряда других характеристик (направление ветра, рельеф и т.д.) в виде добавления дополнительных вероятностей. Сбор таких характеристик является довольно сложной задачей, однако при наличии подобной информации модифицировать используемый метод не составит труда.

Для более точной оценки точности прогнозирования необходимо использование более сложных математических методов, которые позволят исследовать локальное изменение пикселей рассматриваемых данных дистанционного зондирования.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Ковалёв Антон Владимирович

Институт	кибернетики	Кафедра	ИСТ
Уровень образования	магистр	Направление	Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Организация и планирование работ</i>	
2. <i>Расчёт сметы затрат на выполнение проекта</i>	
3. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. <i>Перечень работ и продолжительность их выполнения</i>	
2. <i>Трудозатраты на выполнение проекта</i>	
3. <i>Линейный график работ</i>	
4. <i>Наращение технической готовности работы и удельный вес каждого этапа</i>	
5. <i>Графики расчёта затрат</i>	
6. <i>График проведения и бюджет НИИ</i>	
7. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i>	
8. <i>Потенциальные риски</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Данков Артем Георгиевич	к.и.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Ковалёв Антон Владимирович		

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Технико-экономическое обоснование научно-исследовательских работ проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности.

Цель диссертации – разработка программного обеспечения для оценки динамики состояния растительного покрова территории с использованием данных спутникового мониторинга Земли.

Процесс разработки включает в себя этапы анализа, проектирования и создания прототипа будущей системы. Необходимо произвести расчеты по данным этапам в соответствии с методическими требованиями.

Разработанное программное обеспечение проектируется для решения широкого класса задач в таких отраслях как сельское хозяйство, экологический мониторинг, лесная отрасль и т.д.

5.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

На данном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Перечень работ указан в таблице 8.

Для выполнения перечисленных в таблице 8 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действуют исполнитель ВКР;
- научный руководитель.

Таблица 8 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 50%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 50% И – 100%
Выделение алгоритмов применимых к поставленной задаче	НР, И	НР – 50% И – 100%
Проектирование информационной системы	НР, И	НР – 10% И – 100%
Реализация выделенных алгоритмов в проекте	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

5.1.1 Продолжительность этапов работ

Используем опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- вероятностный.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (9)$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Рассчитаем длительность этапов в рабочих днях, а затем переведем в календарные дни. Формула расчета 10.

$$T_{РД} = \frac{t_{о\text{ж}}}{k_{вн}} * k_{д}, \quad (10)$$

где $t_{о\text{ж}}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{вн} = 1$);

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{д} = 1.2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} * T_{к}, \quad (11)$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{к} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205, \quad (12)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

В таблице 9 приведены длительности этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе, в таблице 10 линейный график работ по выполнению ВКР.

Таблица 9 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					Трд		Ткд	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2,00	4,00	2,80	3,36	-	4,05	-
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2,00	3,00	2,40	2,88	1,44	3,47	1,74
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	8,00	10,00	8,80	3,17	10,56	3,82	12,72
Разработка календарного плана	НР, И	6,00	8,00	6,80	8,16	0,82	9,83	0,98
Обсуждение литературы	НР, И	3,00	6,00	4,20	2,52	5,04	3,04	6,07
Выделение алгоритмов применимых к поставленной задаче	НР, И	7,00	14,00	9,80	5,88	11,76	7,09	14,17
Проектирование информационной системы	НР, И	10,00	16,00	12,40	1,49	14,88	1,79	17,93
Реализация выделенных алгоритмов в проекте	И	14,00	20,00	16,40	-	19,68	-	23,71
Оформление расчетно-пояснительной записки договорились	И	6,00	9,00	7,20	-	8,64	-	10,41
Оформление графического материала	И	5,00	6,00	5,40	-	6,48	-	7,81
Подведение итогов	НР, И	5,00	8,00	6,20	4,46	7,44	5,38	8,97
Итого:				82,40	31,92	86,74	38,46	104,52

Таблица 10 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,05	-	■										
2	3,47	1,74	■	■									
3	3,82	12,72		■	■								
4	9,83	0,98			■								
5	3,04	6,07				■	■						
6	7,09	14,17				■	■						
7	1,79	17,93					■	■					
8	-	23,71						■	■	■			
9	-	10,41									■		
10	-	7,81										■	
11	5,38	8,97										■	■

НР – ■ ; И – ■

5.1.2 Расчет накопления готовности проекта

В данном пункте будет описан расчет текущих состояний работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{\text{общ.}}$ – общая трудоемкость проекта;
- TP_i (TP_k) – трудоемкость i -го (k -го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_i^H – накопленная трудоемкость i -го этапа проекта;
- TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в нашем примере $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой 13

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}} \quad (13)$$

Таблица 11 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	TP _i , %	CG _i , %
Постановка целей и задач, получение исходных данных	3,40	3,40
Составление и утверждение ТЗ	2,91	6,31
Подбор и изучение материалов по тематике	10,68	16,99
Разработка календарного плана	8,25	25,24
Обсуждение литературы	5,10	30,34
Выделение алгоритмов применимых к поставленной задаче	11,89	42,23
Проектирование информационной системы	15,05	57,28
Реализация выделенных алгоритмов в проекте	19,90	77,18
Оформление расчетно-пояснительной записки договорились	8,74	85,92
Оформление графического материала	6,55	92,48
Подведение итогов	7,52	100,00

5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Расчет сметной стоимости выполнения проекта будет производиться по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные начисления;
- оплата услуг связи;
- прочие (накладные расходы) расходы.

5.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи. Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это $5 \div 20$ %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 12 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	210	2 шт.	420
Заправка картриджа	500	2 шт.	1000
Итого:			1420

Допустим, что ТЗР (транспортно-заготовительные расходы) составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{MAT} = 1491$.

5.2.2 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = MO / N \quad (14)$$

N – количество рабочих дней в месяц, при шестидневной рабочей неделе – $N = 24,91$, а при пятидневной рабочей неделе – $N = 20,58$.

Учитывая, что в году 299 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 24,91 (299/12) рабочих дня при шестидневной рабочей неделе.

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 13. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 9. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и} = 1,62$.

Таблица 13 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	30 600	1228	32	1,699	66764
И	20 000	972	87	1,62	136994
Итого:					203757,68

Затраты на заработную плату составили $C_{осн} = \underline{203757,68}$ руб.

5.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30,2% от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,302$. Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 203757,68 * 0,302 = 61534,8$ руб.

5.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * Ц_{\text{Э}}, \quad (15)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $Ц_{\text{Э}} = 5,257$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 9 для инженера ($T_{\text{РД}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{РД}} * K_t \quad (16)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{РД}}$, определяется исполнителем самостоятельно (0,9). В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = T_{\text{ном}} * K_C \quad (17)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\Sigma_{об}$, руб.
Персональный компьютер	626,4	0,08	289,74
Струйный принтер	30	0,1	15,77
Итого:			305,51

5.2.5 Расчет амортизационных расходов

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot \Sigma_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d}, \quad (18)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования.

$\Sigma_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. Стоимость ПК инженера – 20000 руб.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2017 г. (299 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_d = 299 \cdot 8 = 2392$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта $t_{рф} = 64,96 \cdot 8 = 626,4$;

N_A определяется по формуле:

$$N_A = \frac{1}{CA}, \quad (19)$$

где CA – срок амортизации, который можно получить из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы» Для электронно-вычислительной техники CA свыше 2 лет до 3 лет включительно. В данной работе примем $CA=2,5$ года. Тогда

$$H_A = \frac{1}{2,5} = 0,4.$$

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Таким образом,

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 20000 \cdot 626,4 \cdot 1}{2392} = 2095 \text{ руб.}$$

5.2.6 Расчет расходов на услуги связи

Расходы на услуги связи определены наличием подключения к сети Интернет на компьютерах, использованных в данной работе.

Ежемесячная оплата, согласно тарифу TPU net, составляет 350 рублей. В соответствии с таблицей 5.2, трудоемкость выполняемой задачи составляет четыре календарных месяца. Таким образом, сумма расходов на услуги связи составляет $4 \cdot 350 = 1400$ руб. Общая сумма расходов $C_{св} = 1400$ руб.

5.2.7 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч} = (1491 + 203757,68 + 61534,8 + 305,51 + 2095 + 1400) \cdot 0,1 = 27058,4 \quad (20)$$

5.2.8 Расчет общей себестоимости разработки

Смета на разработку проекта приведена в таблице 15.

Таблица 15 – Затраты на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{мат}$	1491
Основная заработная плата	$C_{ЗП}$	203757,68
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	61534,8
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.об.}$	305,51
Амортизационные отчисления	C_{AM}	2095
Расходы на услуги связи	$C_{св}$	1400
Прочие расходы	$C_{проч}$	27058,4

Итого:		297642,4
---------------	--	-----------------

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 297642,4$ руб.

5.2.9 Прибыль

Данная работа является социально направленной и не представляет прямой экономической выгоды.

Прибыль составляет 59528,48 рублей (20 %) от расходов на разработку.

5.2.10 НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(297642,4 + 59528,48) * 0,18 = 64290,76$ руб.

5.2.11 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 297642,4 + 59528,48 + 64290,76 = 421460,76 \text{ руб.}$$

5.3 Оценка экономической эффективности проекта

Экономическая эффективность проекта обуславливается:

- применение метода и алгоритма разрабатываемого программного обеспечения приведет к экономии рабочего времени специалистов, занимающихся обработкой космических снимков;

- разрабатываемое программное обеспечение позволит осуществить моделирование состояния Земной поверхности для следующих лет;

- так же использование этого программного обеспечения позволит дистанционно проводить мониторинг производственной инфраструктуры нефтегазовых месторождений, что избавит от необходимости добираться в трудно доступные места для контроля за расширением инфраструктуры и т.д. Это так же в свою очередь приведет к сокращению затрат на контроль за состоянием объектов инфраструктур.

В данный момент нет возможности получить количественные показатели экономической эффективности проекта.

На сегодняшний день существует достаточное количество программных обеспечений с широким функционалом для обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли такие как ERDAS, ENVI, ArcGIS и др., распространяемые на коммерческой основе. Стоимость лицензий данных продуктов варьируется в пределах от 379 500р – до 1 084 200р. Также существует некоммерческие программные обеспечения, которые предоставляют возможность обработки растровых данных MultiSpec, QGIS (GRASS), SAGA. Преимущества разрабатываемого программного обеспечения относительно выше перечисленных продуктов заключается:

- низкая стоимость данного программного обеспечения;
- точность моделирования;
- уменьшение времени затрачиваемого на обработку изображения;
- обработка снимков с различной разрешающей способностью.

5.3.1 Определение срока окупаемости

Срок окупаемости используется, как показатель эффективности проекта. Чем меньше срок окупаемости, тем эффективнее проект. Для расчета используется формула:

$$PP = \frac{C}{ПР_ч}, \quad (21)$$

где C – затраты на разработку, руб.;

$ПР_ч$ – годовая чистая прибыль, руб.

Подставив полученные выше результаты, получим:

$$PP = \frac{297642,4}{59528,48} = 5 \text{ лет или } 60 \text{ месяцев.}$$

Исходя из высокого срока окупаемости, можно сделать вывод, что проект не очень эффективен.

Следует отметить, что основное направление данной работы это не получение коммерческой выгоды, а достижение социального экономического эффекта.

5.3.2 Оценка научно-технического уровня НИР

Используя метод бальных оценок, определяем коэффициент ее научно-технического уровня, по формуле:

$$K_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i * n_i, \quad (22)$$

где $K_{НТУ}$ – коэффициент научно-технического уровня; R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

В таблице 16 приведены оценки научно-технического уровня НИР.

Таблица 16 – Сводная таблица оценки научно-технического уровня НИР

Фактор НТУ	Значимость	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
Уровень новизны	0,4	Относительно новая	4	Похожие методы ранее исследовались различными учёными, однако так и не были реализованы полностью
Теоретический уровень	0,1	Разработка способа	6	Изучение области работы с геоданными
Возможность реализации	0,5	В течение первых лет	10	Сложные алгоритмы и возможность реализации прогнозных карт

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для данного проекта составляет:

$$I_{НТУ} = 0,4*4 + 0,1*1 + 0,5*10 = 1,6 + 0,1 + 5 = 6,7$$

Таким образом, можно сделать вывод, что данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Ковалёву Антону Владимировичу

Институт	кибернетики	Кафедра	ИСТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования являются космические снимки высокого пространственного разрешения, содержащие значения вегетационного индекса. Целью исследования является разработка программного обеспечения для оценки динамики состояния растительного покрова территории с использованием данных спутникового мониторинга Земли. Разработанная методика может использоваться как природоохранными организациями для прогнозирования, и, как следствие, предотвращения возникновения ЧС, так и другими заинтересованными лицами.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Профессиональная и социальная безопасность</p> <p>1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.</p>	<p>1.1. Анализ выявленных опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – монотонный режим работы; – опасность поражения электрическим током; – опасность возникновения пожара. <p>1.2. Приведены рекомендации по улучшению микроклимата в учебном помещении, а также рекомендации по организации освещения, меры по обеспечению пожарной безопасности, способы защиты от электрического тока.</p>
<p>2. Экологическая безопасность</p> <p>2.1. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.</p>	<p>2.1. Программная реализация проекта связана с работой за ПК и составлением бумажных отчётов, исходя из чего рассмотрены следующие меры:</p> <ul style="list-style-type: none"> – утилизация бумажных отходов; – утилизация неисправных комплектующих ПК.

	2.2. Рассмотрены мероприятия по защите окружающей среды в т.ч. использование разработанной геоинформационной системы экологическими организациями для мониторинга состояния Земной поверхности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях 3.1. Перечень возможных ЧС в аудитории 3.2. Меры по ликвидации ЧС, предотвращению их появления и последствий	3.1. В процессе разработки программы в учебном корпусе наиболее вероятной ЧС является: - пожар. 3.2. Разработанный программный комплекс позволяет проводить мониторинг Земли с целью выявления территорий с высокой пожароопасной обстановкой, направления распространения пожара, а также предвидеть паводки и их масштабы.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности 4.1. Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ 4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 4.3. Специфика использования разработанного проекта на предприятии	4.1. Проведён анализ правовых норм трудового законодательства для оператора ПЭВМ. 4.2. Рассмотрены организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны согласно ГОСТ 12.2.032-78 4.3. Влияние реализации проекта на организацию рабочего процесса специалиста ЭВМ, как пользователя системы.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Акулов Петр Анатольевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Ковалёв Антон Владимирович		

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Разработанный в рамках магистерской диссертации проект является геоинформационной системой, предназначенной для оценки динамики состояния растительного покрова территорий с использованием данных спутникового мониторинга Земли. Область применения данного проекта очень широка: он может использоваться как для личных целей заинтересованных людей, так и различными природоохранными организациями, ведь антропогенная деятельность, как правило, ведёт к появлению серьёзных локальных и глобальных экологических изменений, которые необходимо анализировать и оценивать, а также прогнозировать их развитие с целью комплексного исследования изучаемой территории и повышения эффективности использования природных ресурсов. Разработанная система позволяет прогнозировать состояние окружающей среды исследуемых территорий, основываясь на статистических данных (таких как ветер, его направление, погода и т.д.) и накопленных разновременных снимках.

Разработка системы велась исключительно при помощи компьютера. Однако использование средств вычислительной техники накладывает целый ряд вредных факторов на человека, что впоследствии снижает производительность его труда и может привести к существенным проблемам со здоровьем сотрудника.

Данный раздел посвящен анализу вредных и опасных факторов производственной среды как для разработчиков, так и для пользователей разработанной системы.

6.1 Производственная безопасность

Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме [18].

Все производственные факторы классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизические. Для данной работы целесообразно рассмотреть физические и психофизические вредные и опасные факторы производства, характерные как для рабочей зоны программиста, так и для рабочей зоны пользователя. Выявленные факторы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Вредные и опасные производственные факторы при выполнении работ за ПЭВМ [19]

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Работа за ПЭВМ	1) Отклонение показателей микроклимата. 2) Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3) Монотонный режим работы	1) Опасность поражения электрическим током; 2) Опасность возникновения пожара.	1) СанПиН 2.2.4.548-96; 2) СП 52.13330.2011; 3) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

6.1.1 Вредные производственные факторы

6.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата

В рабочей зоне должны обеспечиваться параметры микроклимата, соответствующие оптимальным и допустимым значениям.

Микроклимат производственных помещений определяется сочетанием температуры, влажности, подвижности воздуха, температуры окружающих поверхностей и их тепловым излучением. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье.

Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-

гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

В производственных помещениях при работе с ПЭВМ происходит постоянное выделение тепла самой вычислительной техникой, вспомогательными приборами и средствами освещения. Поскольку разработчик расположен в непосредственной близости с источниками выделения тепла, то данный фактор является одним из важнейших вредных факторов производственной среды оператора ПЭВМ, а высокая температура воздуха способствует быстрому перегреву организма и быстрой утомляемости [20].

Влажность оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Так, например, высокие показатели относительной влажности (более 85 %) затрудняют терморегуляцию, снижая возможность испарения пота, низкие показатели влажности (менее 20 %) вызывают пересыхание слизистых оболочек человека [21].

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые значения величин показателей микроклимата рабочих мест для различных категорий работ в теплый и холодный периоды года. На основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) вид данной работы (работа оператора ПК или программиста) относится к категории Ia, который характеризуется интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч, сидячим состоянием и незначительным физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата в офисных помещениях приведены в таблице 18.

В нашем случае работа проводилась в холодное время года. Температура колебалась в пределах 21-25 градусов, относительная влажность в пределах 45-55.

Следовательно, рабочая зона имела допустимые нормы.

Таблица 18 – Оптимальные значения характеристик микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22–24	21–25	60–40	0,1
Теплый	23–25	22–26	60–40	0,1

Холодный период года – среднесуточная температура воздуха 10 °С и ниже, теплый период года – среднесуточная температура воздуха выше 10 °С.

В таблице 19 приведены допустимые показатели микроклимата для офисных помещений.

Таблица 19 – Допустимые значения характеристик микроклимата [22]

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, для диапазона температур воздуха	
	ниже оптимальных величин	выше оптимальных величин			ниже оптимальных величин, не более	выше оптимальных величин, не более
Холодный	20,0–21,9	24,1–25,0	19–26	15–75	0,1	0,1
Теплый	21,0–22,9	25,1–28,0	20–29	15–75	0,1	0,2

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Также возможно использование ионизации воздуха, что позволит увеличить в воздухе количество аэроионов. Также, в некоторых случаях, целесообразно обеспечить питьевое водоснабжение. В помещениях для работы с ПК должна производиться ежедневная влажная уборка, а также систематическое проветривание после каждого часа работы [22].

6.1.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокую работоспособность, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда. О важности вопроса производственного освещения говорит тот факт, что основной объем информации (около 90%) человек получает с помощью зрения.

К системам освещения предъявляют следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой зрительной работы;
- достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости;
- постоянство освещенности во времени;
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- долговечность, экономичность, электробезопасность и пожаробезопасность, эстетичность, удобство и простота эксплуатации.

Для обеспечения освещенности рабочего места применяют естественное уличное освещение и только при его нехватке подключаются внутренние системы освещения.

Искусственное освещение в помещениях при использовании методики должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях при работе с ПК следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов) [23].

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 — 500 лк. Освещение не должно создавать бликов

на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 — 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные.

В образовательных учреждениях обычно применяют общее равномерное освещение. С целью уменьшения солнечной инсоляции светопроемы устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Мониторы располагают подальше от окон и таким образом, чтобы окна находились сбоку.

Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с дисплеем ПЭВМ и занимает от 80 % рабочего времени. Недостаточность освещения снижает производительность труда, увеличивает утомляемость и количество допускаемых ошибок.

Разряд зрительных работ программиста и оператора ПЭВМ относится к разряду III и подразряду г (работы высокой точности). В таблице 20 представлены нормативные показатели искусственного освещения при работах заданной точности.

Наименьший или эквивалентный размер объекта различения был выбран от 0,3 до 0,5 согласно наименьшему различимому символу на мониторе [24].

Таблица 20 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий для операторов ПЭВМ [7]

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	в том числе от общего	
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний, большой	Светлый, средний	400	200	200

Для создания и поддержания благоприятных условий освещения для операторов ПЭВМ, их рабочие места должны соответствовать санитарно-эпидемиологическим правилам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Рабочее помещение должно иметь естественное и искусственное освещение, соответствующее показателям, представленным в таблице 20. Для рассеивания естественного освещения следует использовать жалюзи на окнах рабочих помещений. В качестве источников искусственного освещения должны быть использованы люминесцентные лампы, лампы накаливания – для местного освещения [23].

6.1.1.3 Монотонный режим работы

При работе с ПЭВМ основным фактором, влияющим на нервную систему программиста или пользователя является огромное количество информации, которое он должен воспринимать. Это является сложной задачей, которая очень сильно влияет на сознание и психофизическое состояние из-за монотонности работы. Поэтому меры, позволяющие снизить воздействие этого вредного производственного фактора, которые регулируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, являются важными в работе оператора ПЭВМ. Они

позволяют увеличить производительность труда и предотвратить появление профессиональных болезней.

Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Работа программиста-разработчика рассматриваемой в данной работе к группе В. Категории трудовой деятельности различаются по степени тяжести выполняемых работ. Для снижения воздействия рассматриваемого вредного фактора предусмотрены регламентированные перерывы для каждой группы работ – таблица 21.

Таблица 21 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы и категории трудовой деятельности с ПЭВМ [23]

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12-часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. В случаях, когда характер работы требует постоянного взаимодействия с компьютером (работа программиста-разработчика) с напряжением внимания и сосредоточенности, при исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организация перерывов на 10–15 мин. через каждые 45–60 мин. работы. При высоком уровне

напряженности работы рекомендуется психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях [23].

6.1.2 Опасные производственные факторы

6.1.2.1 Электробезопасность

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку оператор ПЭВМ имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться много внимания. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно.

Не следует работать с ПЭВМ в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования.

Основным организационным мероприятием по обеспечению безопасности является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

Специфическая опасность электроустановок: токоведущие проводники, корпуса стоек ЭВМ и прочего оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения (пробоя) изоляции, не подают каких-либо сигналов,

которые предупреждали бы человека об опасности. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;

- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование;

- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами;

при возникновении несчастного случая следует соблюдать инструкции техники безопасности и, соответственно проводить обучение сотрудников по технике безопасности [23, 26].

6.1.2.2 Опасность возникновения пожара

Возникновение пожара является опасным производственным фактором, т.к. пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб, а также часто сопровождается травмами и несчастными случаями. Регулирование пожаробезопасности производится СНиП 21-01-97.

В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха; возможные неисправности электрооборудования, освещения, или неправильная их эксплуатация может послужить причиной пожара.

Возможные виды источников воспламенения:

- Искра при разряде статического электричества;

- Искры от электрооборудования;

- Искры от удара и трения;

- Открытое пламя [27].

Для профилактики организации действий при пожаре должен проводиться следующий комплекс организационных мер: должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; должен проводиться инструктаж и тренировки по

действиям в случае пожара; не должны загромождаться или блокироваться пожарные выходы; должны выполняться правила техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения [27].

6.2 Экологическая безопасность

В данном разделе рассматривается воздействие на окружающую среду деятельности по разработке проекта.

При разработке используется ПК, который потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии (мощностью 220 Вт).

Под охраной окружающей среды характеризуется различного рода мероприятиями, влияющие на следующие природные зоны: атмосфера, гидросфера, литосфера.

6.2.1 Анализ воздействия на окружающую среду

Охрана окружающей среды - деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных

предприятий является полный переход к безотходным, малоотходным и энергосберегающим технологиям и производствам.

В ходе выполнения ВКР и дальнейшем использовании алгоритмов отсутствуют выбросы каких-либо вредных веществ в атмосферу, следовательно, загрязнение воздуха не происходит. Не происходит также и сбросов в водоемы, поэтому не оказывается никакого влияния на гидросферу.

В процессе разработки возникает необходимость утилизировать производственные отходы, в качестве которых в данном случае выступают бумажные отходы (макулатура) и неисправные детали персональных компьютеров, плат, контроллеров.

6.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Бумажные отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия. Неисправные комплектующие персональных компьютеров должны передаваться либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Важнейшим этапам обращения с отходами является их сбор, а в дальнейшем переработка, утилизация и захоронение.

Еще одним из способов снижения бумажных отходов является хранение данных на электронных носителях. Данное ПО позволяет хранить данные на жестком диске в электронном виде.

Еще одним из способов снижения бумажных отходов является хранение данных на электронных носителях. Данное ПО позволяет хранить данные на жестком диске в электронном виде.

Рассмотрим влияние разработанной системы на экологическую безопасность.

Для того чтобы оценить или спрогнозировать изменение состояния окружающей среды рассматриваемой территории, пользователю необходимо найти космические снимки либо их разновременную серию (соответственно),

покрывающие исследуемую область, загрузить найденные снимки в разработанный программный комплекс и выполнить алгоритмы, необходимые пользователю.

Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет проводить мониторинг Земли с целью выявления территорий с высокой пожароопасной обстановкой, направления распространения пожара, а также предвидеть паводки и их масштабы. Информация о возможности возникновения перечисленных выше чрезвычайных ситуаций природного характера даёт время для подготовки к их ликвидации и минимизации вероятностей их возникновения.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации бывают техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

6.3.1 Перечень возможных ЧС в аудитории

При работе в кабинете могут возникнуть следующие классификации чрезвычайных ситуаций:

- преднамеренные/непреднамеренные;
- техногенные: взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения/природные – связанные с проявлением стихийных сил природы.
- экологические – это аномальные изменения состояния природной среды, такие как загрязнения биосферы, разрушение озонового слоя, кислотные дожди/ антропогенные – являются следствием ошибочных действий людей.
- биологические – различные эпидемии, эпизоотии, эпифитотии;
- комбинированные.

При разработке системы основным источником чрезвычайных опасностей является возникновение пожара, так как в современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем, в непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные

провода и кабели, при протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, при этом возможно оплавление изоляции и возникновение возгорания. Возникновение других видов ЧС маловероятно [27].

6.3.2 Меры по ликвидации ЧС, предотвращению их появления и последствий

Обеспечение пожарной безопасности учреждений достигается, прежде всего, установлением жесткого противопожарного режима и обучением обслуживающего персонала и учащихся мерам пожарной безопасности и действиям во время пожара.

Территория образовательного учреждения, а также участки, прилегающие к нему, должны своевременно очищаться от горючих отходов, мусора, которые следует собирать на специально выделенных площадках в контейнеры или ящики, а затем вывозить на свалку.

Важно контролировать состояние дорог, проездов, подъездов и проходов к зданиям, следить за тем, чтобы они ничем не загромождались, а в зимнее время регулярно очищались от снега и льда.

В зданиях, относящихся к объектам с массовым пребыванием людей, особое внимание должно уделяться содержанию путей эвакуации. Каждое здание должно иметь не менее двух эвакуационных выходов: если один из них отрезан огнем, для спасения используется другой. Запасные выходы должны быть свободны и иметь надпись «Запасный выход». Все двери эвакуационных выходов свободно открываются в сторону выхода из помещений.

На случай отключения электроэнергии, у обслуживающего персонала должны быть электрические фонари – не менее одного на каждого работника дежурного персонала.

На каждом этаже здания, на видном месте должен быть вывешен план эвакуации с этажа (здания). На плане эвакуации кроме путей выхода (стрелками) указываются места размещения средств пожаротушения, телефонов.

Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

а) Организационные мероприятия:

- 1) противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- 2) обучение персонала правилам техники безопасности;

б) Эксплуатационные мероприятия:

- 1) соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- 2) обеспечение свободного подхода к оборудованию.
- 3) содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

в) Технические мероприятия:

1) соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В здании должны присутствовать порошковые огнетушители, установлен рубильник, обесточивающий все помещение. Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться углекислотные огнетушители или порошковые;

2) профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

В случае возникновения пожара сотрудники должны предпринять следующие меры [29]:

– сообщить о пожаре в пожарную охрану, задействовать систему оповещения;

– задействовать план эвакуации (открыть запасные двери и включить светоуказатели эвакуационных путей);

– вывести людей в безопасное место в соответствии с планом эвакуации;

– проверить поименно, все ли эвакуированы;

– приступить к тушению пожара первичными средствами;

– встретить пожарные подразделения и сообщить, где могли остаться люди, как туда можно подойти;

принять меры к эвакуации имущества.

Для тушения пожаров необходимо применять углекислотные и порошковые огнетушители, которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем. Воду разрешено применять только во вспомогательных помещениях [27].

Стоит также отметить, что разработанный программный комплекс позволяет проводить мониторинг Земли с целью выявления территорий с высокой пожароопасной обстановкой, направления распространения пожара, а также предвидеть паводки и их масштабы.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается:

- для работников в возрасте до шестнадцати лет - не более 24 часов в неделю;
- для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - не более 35 часов в неделю;

– для работников, являющихся инвалидами I или II группы, - не более 35 часов в неделю;

– для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, - не более 36 часов в неделю в порядке, установленном Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Продолжительность рабочего времени учащихся образовательных учреждений в возрасте до восемнадцати лет, работающих в течение учебного года в свободное от учебы время, не может превышать половины норм, установленных частью первой настоящей статьи для лиц соответствующего возраста.

Продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

– для работников в возрасте от пятнадцати до шестнадцати лет - 5 часов, в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - 7 часов;

– для учащихся общеобразовательных учреждений, образовательных учреждений начального и среднего профессионального образования, совмещающих в течение учебного года учебу с работой, в возрасте от четырнадцати до шестнадцати лет - 2,5 часа, в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - 4 часов;

– для инвалидов - в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

– при 36-часовой рабочей неделе - 8 часов;

– при 30-часовой рабочей неделе и менее - 6 часов.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Время предоставления перерыва и его конкретная продолжительность устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка или по соглашению между работником и работодателем.

Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых). При пятидневной рабочей неделе работникам предоставляются два выходных дня в неделю, при шестидневной рабочей неделе - один выходной день.

Законодательством РФ запрещена дискриминация по любым признакам и принудительный труд [30].

6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место за ЭВМ, используемое только в короткие промежутки времени, может быть организовано при положении пользователя стоя. Если же пользователь постоянно загружен работой с ЭВМ, более приемлемой является поза сидя. В положении сидя основная нагрузка падает на мышцы, поддерживающие позвоночный столб и голову. При этом давление большей части массы тела приходится на бедра, препятствуя проникновению крови в нижнюю ее часть. В связи с этим при длительном сидении время от времени необходимо сменять фиксированные рабочие позы. К тому же при работе сидя обычно естественный прогиб поясничного участка позвоночного столба вперед изменяется на изгиб назад, что зачастую является причиной появления болей в пояснице.

Для физиологически правильно обоснованной рабочей позы, сидя должны быть обеспечены оптимальные положения частей тела: корпус выпрямлен, сохранены естественные изгибы позвоночного столба и угол наклона таза. Необходимо избегать сильных наклонов туловища, поворотов головы и крайних положений суставов конечностей.

Основными элементами рабочего места оператора являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура [31].

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования. При этом должны учитываться ограничения, налагаемые спецодеждой и снаряжением человека-оператора [32].

Рабочие места с ЭВМ должны располагаться на расстоянии не менее 1,5 м от стены с оконными проемами, от других стен – на расстоянии 1 м, между собой – на расстоянии не менее 1,5 м. При размещении рабочих мест необходимо исключить возможность прямой засветки экрана источником естественного освещения. Источник естественного освещения (окно) не должен также попадать в зону прямого наблюдения пользователя. По отношению к световым проемам рабочие места целесообразно располагать таким образом, чтобы естественный свет падал на него сбоку, преимущественно слева.

При размещении ЭВМ на рабочем месте должно обеспечиваться пространство для пользователя величиной не менее 850 мм с учетом выступающих частей оборудования и применения (при необходимости) спецодежды. Для стоп должно быть предусмотрено пространство по глубине и высоте не менее 150 мм, по ширине – не менее 530 мм.

Располагать ЭВМ на рабочем месте необходимо так, чтобы поверхность экрана находилась на расстоянии 400 – 700 мм от глаз пользователя. Рекомендуется размещать элементы рабочего места таким образом, чтобы выдерживалось равное расстояние глаз пользователя от экрана, клавиатуры, держателя документов.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [33].

Если конструкция рабочего места предполагает течение трудового процесса, в позе сидя, то высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680– 800 мм, в среднем она должна составлять 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной на уровне колен, но не менее 450 мм и на уровне вытянутой ноги – не менее 650 мм.

Высота поверхности сиденья должна регулироваться в пределах 400–550 мм. Ширина и глубина его поверхности должна быть не менее 400 мм. Поверхность сиденья должна быть плоской, передний край – закругленным. Сиденье и спинка кресла должны быть полумягкими, с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, материал которого обеспечивает возможность легкой очистки от загрязнения.

Опорная поверхность спинки стула должна иметь высоту 280–320 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм. Расстояние сцинки от переднего края сиденья должно регулироваться в пределах 260–400 мм.

При организации рабочего пространства необходимо учитывать индивидуальные антропометрические параметры пользователя с соответствующими допусками на возможные изменения рабочих поз и потребность в перемещениях.

Площадь на одно рабочее место с компьютером (жидкокристаллические, плазменные дисплеи) для взрослых пользователей должна составлять не менее 4,5 м².

Рациональной рабочей позой может считаться такое расположение тела, при котором ступни работника расположены на плоскости пола или на подставке для ног, бедра сориентированы в горизонтальной плоскости, верхние части рук – вертикальный угол локтевого сустава колеблется в пределах 70–90, запястья согнуты под углом не более чем 20, наклон головы – в пределах 15–20, а также исключены частые ее повороты [31].

6.4.3 Специфика использования разработанного проекта на предприятии

Разработанный программный комплекс позволяет проводить мониторинг Земли с целью выявления территорий с высокой пожароопасной обстановкой, направления распространения пожара, а также предвидеть паводки и их масштабы. Сам процесс анализа Земной поверхности с помощью космоснимков позволит избежать огромных затрат на ресурсы и время предприятия.

Информация о возможности возникновения перечисленных выше чрезвычайных ситуаций природного характера даёт время для подготовки к их ликвидации и минимизации вероятностей их возникновения.

Для того чтобы оценить или спрогнозировать изменение состояния окружающей среды рассматриваемой территории, пользователю необходимо найти космические снимки либо их разновременную серию (соответственно), покрывающие исследуемую область, загрузить найденные снимки в разработанный программный комплекс и выполнить алгоритмы, необходимые пользователю.

Разработанный программный комплекс может использоваться различными природоохранными организациями и специальными контролирующими комитетами, так как процесс дистанционного зондирования Земли из космоса является менее ресурсозатратным, чем наземные исследования.

Выделим ключевые элементы, необходимые пользователю для работы с системой:

- перечень объектов, находящихся под контролем с их строгой территориальной привязкой (хорологическая организация мониторинга);
- перечень показателей контроля и допустимых областей;
- временные масштабы – периодичность отбора космических снимков и время представления данных (хронологическая организация мониторинга).

Для работы сотрудника с системой необходимо будет провести кратковременное обучение т.к. работа не предоставляет никаких сложностей, а сама система является довольно простой и интуитивно понятной в использовании. Рабочая зона сотрудника должна соответствовать параметрам, описанным в п. 7.4.2.

Заключение

В работе приведены результаты разработки программного обеспечения для оценки динамики состояния растительного покрова с использованием данных спутникового мониторинга Земли. Описана важность прогнозирования растительности, изложены результаты анализа методов оценки динамики растительного покрова, существующих аналогов. Рассмотрены и реализованы алгоритмы получения прогнозных карт с использованием методов теории клеточных автоматов и спутниковых данных. Приведены результаты тестирования разработанного программного обеспечения и оценка прогнозных карт, полученных для территорий, занятых лесоболотными комплексами.

На основании проделанной работы можно сделать вывод, что прогнозные карты, полученные с помощью разработанного программного обеспечения, имеют довольно высокую точность и отражают основные тенденции развития растительности на рассматриваемых территориях. Однако стоит отметить, что прогноз состояния растительного покрова является довольно сложной задачей и требует учёта ряда дополнительных характеристик (направление ветра, рельеф и т.д.) в виде добавления карт соответствия.

Список публикаций студента

1. Kovalev A.V., Tokareva O.S. Using MODIS NDVI products for vegetation state monitoring on the oil production territory in Western Siberia// MATEC Web of Conferences: IV Russian Forum for Young Scientists with International Participation “Space Engineering”, 04 April 2016,p.1-4, online access <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20164805003>

2. Ковалёв А. В. Использование спутниковых данных для оценки состояния растительности на территории нефтедобычи Западной Сибири // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - Т. 2 - С. 155-157

3. Ковалёв А. В. Использование тематических продуктов modis и гис при изучении изменения состояния природной среды // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 9-13 Ноября 2015. - Томск: ТПУ, 2016 - Т. 1 - С. 164-165

Список использованных источников

1. T.M. Barnett. Models of Vegetative Change for Landscape Planning: A Comparison of FETM, LANDSUM, SIMPPLLE, and VDDT.Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-76-WWW. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 14 p.
2. Марков Н.Г., Замятин А.В. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли, г. Москва, Физматлит, 2007.
3. Kovalev A.V., Tokareva O.S. Using MODIS NDVI products for vegetation state monitoring on the oil production territory in Western Siberia// MATEC Web of Conferences: IV Russian Forum for Young Scientists with International Participation “Space Engineering”, 04 April 2016,p.1-4, online access <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20164805003>
4. Ковалёв А. В. Использование спутниковых данных для оценки состояния растительности на территории нефтедобычи Западной Сибири // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - Т. 2 - С. 155-157
5. Ковалёв А. В. Использование тематических продуктов modis и гис при изучении изменения состояния природной среды // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 9-13 Ноября 2015. - Томск: ТПУ, 2016 - Т. 1 - С. 164-165
6. Sanaei E., Babaei M. Topology optimization of structures using cellular automata with constant strain triangles, International Journal of Engineering, Science and Technology Vol. 3, No. 4, 2011, pp. 27-4.
7. Mantelas L.A. et al. A fuzzy cellular automata modeling approach – accessing urban growth dynamics in linguistic terms, Computational Science and Its

Applications - ICCSA 2010, International Conference, Fukuoka, Japan, March 23-26, 2010, Proceedings, Part I

8. Idrisi32 software review [Электронный ресурс]. URL: <http://www.asprs.org/a/resources/software/review-11-2000/> (Дата обращения: 05.05.2017).

9. John von Neumann (1966), Theory of Self-Reproducing Automata, Edited by ARTHUR W. BURKS. University of Illinois Press, Urbana, 1966. 408 pp.

10. Bochenek B., Tajs-Zielinska, K. Topology optimization with efficient rules of cellular automata, Engineering Computations, 30(8): 1086–1106, 2013.

11. Moises Espinola, Roza Ayala. Cellular Automata for Research and Industry 2010, pp. 312-316.

12. Rachel Whitsed and Lisa Smallbone. Sources of uncertainty in a Cellular Automata for vegetation change, SIRC NZ - GIS and Remote Sensing Research Conference, University of Otago, Dunedin, New Zealand, 2013.

13. С Sharp. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp (дата обращения: 21.03.2017).

14. ОПП–Java. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://samlib.ru/a/alexost66/program.shtml> (дата обращения: 22.04.2017).

15. Возможности языка Python [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pythonworld.ru/osnovy/vozmozhnosti-yazyka-python.html> (дата обращения: 22.05.2017).

16. GDAL [электронный ресурс]. URL: <http://gdal.org> (дата обращения: 22.05.2015).

17. GDAL Driver Implementation Tutorial. [Электронный ресурс]. Режим http://gdal.org/1.11/gdal_drivertut.html (дата обращения: 25.05.2015).

19 Охрана труда. Основы безопасности жизнедеятельности // www.Grandars.ru. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/ohrana-truda.html> (дата обращения: 11.03.2017).

20 ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация // Ассоциация инженеров - программистов по охране труда - Догма URL:

<http://dogma.su/normdoc/rospotrebnadzor/sreda-factor/other/detail.php?ID=1327>
(дата обращения: 11.03.2017).

21 Ефремова О.С. Требования охраны труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство «Альфа-Пресс», 2008. – 176 с.

22 Назаренко О.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

23 СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений // Документы системы ГАРАНТУРЛ: <http://base.garant.ru/4173106/>(дата обращения: 10.03.2017).

24 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>(дата обращения: 10.03.2017).

25 Попов В.М. Психология безопасности профессиональной деятельности: учебное пособие / В. М. Попов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского государственного технического университета, 1996 г. – 155 с.

26 СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение //Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения: 11.03.2017).

27 ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203>(дата обращения: 11.03.2017).

28 Чрезвычайные ситуации при работе с ПЭВМ // Студопедия — Ваша школопедия.URL: http://studopedia.ru/8_107307_osveshchenie-pomeshcheniy-vichislitelnih-tsentrov.html(дата обращения: 10.03.2017).

29 СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/871001022>(дата обращения: 11.03.2017).

30 Долин П.А. Справочник по технике безопасности. М.: Энергоатомиздат, 1984 г. – 824 с.

31 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 3.07.2016) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664>(дата обращения: 11.03.2017).

32 ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025975>(дата обращения: 11.03.2017).

33 ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012834>(дата обращения: 11.03.2017).

34 ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913>(дата обращения: 11.03.2017).

Приложение А

(обязательное)

Раздел 1

Literature review

Раздел 2

Algorithm for generating prediction maps with use of remote sensing data

Студент

8ИМ5Б	Ковалёв Антон Владимирович		
Группа	ФИО	Подпись	Дата

Консультант кафедры информационных систем и технологий (ИСТ):

доцент	Мирошниченко Евгений Александрович	к.т.н.		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист кафедры иностранных языков института кибернетики (ИЯИК):

старший преподаватель	Морозов Василий Сергеевич			
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

1. Literature review

1.1 Changes in vegetation

Vegetation indices, which are calculated on the basis of operations with different spectral ranges of remote sensing data, are often used to assess vegetation status.

The author of this qualification work has studied the influence of different oil fields in Western Siberia on the state of the vegetation cover of the adjacent territories [3-5].

As the title implies, the work describes the results of using MODIS data for NDVI calculation. Using remote sensing data makes it easy to determine the extent of the negative impact without direct presence near the required fields. For example, the analysis of NDVI may help to determine the changes in vegetation of interesting areas. NDVI has been chosen for an analysis as it has a high sensitivity to biomass changes. An analysis of NDVI changes in chosen areas has been carried out via an open tool of geographic information system QGIS used for a spatial analysis and calculation of statistics parameters within chosen polygons (spatial analysis and calculation of statistics parameters within chosen polygons tools).

The development of the oil industry leads to a change in the state of the environment: pollution of atmospheric air, water areas and soil, which negatively affects to the oil and gas producing areas vegetation cover. The adjacent territories of the Ust-Balyksky, Priobsky, Samotlor, Lyantorskiy and Vasyugansky deposits were chosen as the object of the study.

The choice of software made it possible to study one territory in one growing season, which ensures the correctness of the data comparison at the next stages. The work considers the use of 500-meter images obtained by compositing for 16 days, MOD13 (Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500m, 250m).

By means of Quantum GIS the images for the end of July-beginning of August (27.07-13.08), 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012 and 2014 for the regions represented in Figure 1 were analyzed. The obtained values are shown in Figure 2 in the form of a linear diagram with lines trends. A segment of the Uganskii

park has been chosen as a background sector. The graph shows the variation of vegetation by evaluating of obtained values of normalized difference vegetation index (NDVI).

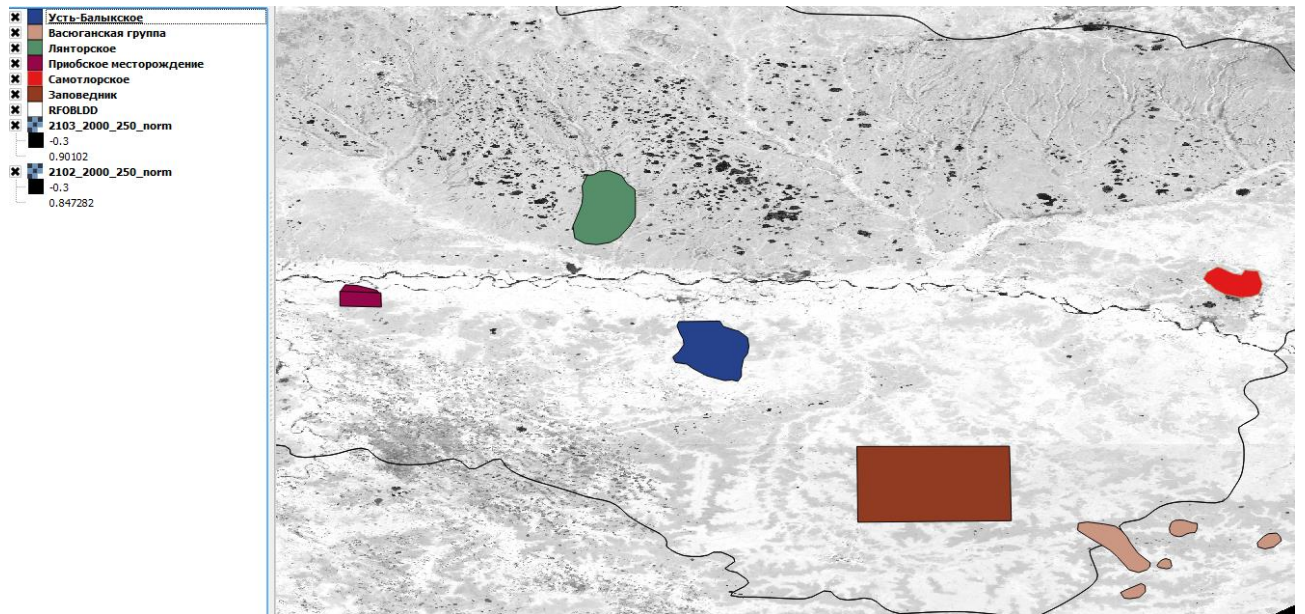


Figure 1 – Regions to analyze

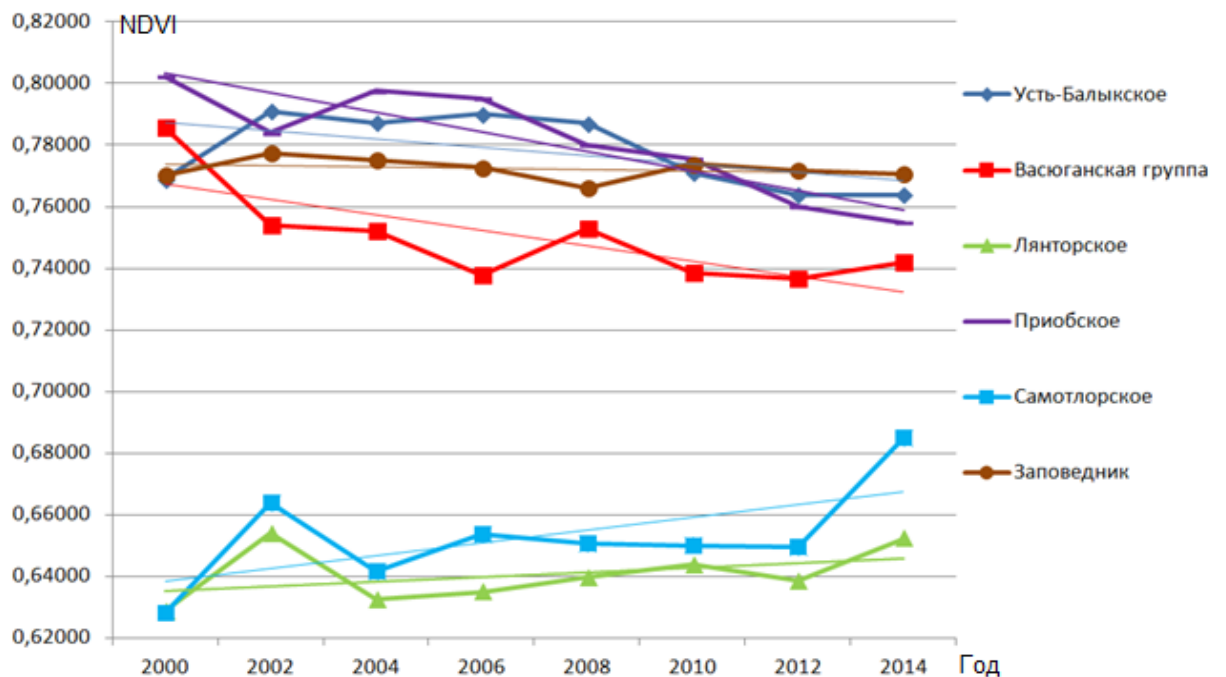


Figure 2 – The NDVI changes graph

To prove these results, we have done some analysis, including the flood level, the level of rainfall, temperature condition and information about the accidents for each area.

A fairly stable state of vegetation cover for a protected area (Yugansky natural reserve) and a change in vegetation, depending on the state of oil deposits, was revealed in this paper. For example, in Priobskoye field, an active oil production is conducted, so, the state of vegetation is deteriorating (which is confirmed by trends). At the Samotlor field, an increase in the index occurs, which is related to the reclamation of land and self-healing processes carried out at this field.

The combination of natural (natural growth of vegetation, fires, effects of insects and disease cycles, climatic changes) and anthropogenic processes (deforestation, grazing, road construction, oil and gas production) eventually leads to a change in the regularity of vegetation within forest landscapes.

Anthropogenic activity is accompanied by such negative processes as deforestation, soil erosion, changes in the waterfront of water bodies, etc.

All this, as a rule, leads to the emergence of serious local and global environmental changes that need to be analyzed and evaluated, and also to predict their development with the purpose of comprehensive study of the studied territory and increasing the efficiency of the natural resources using. The substantial spatial heterogeneity of the investigating natural complexes, their dynamism and large area, does not allow monitoring changes through the use of stationary studies, mapping and other traditional methods.

The forecast of the vegetation cover changes requires the use of complex modeling methods, the development of modeling systems that can be easily modified to predict the state of various landscapes [1].

1.2 Spatial models

It is convenient to consider a fragment of the modeled region of the earth's surface as a matrix, consisting of spatially distributed elements, which we will call a model.

There are three main types of models.

The first type model is the model, with the help of which the value of some variable characterizing the studied territory as a whole (generalized models) is investigated.

A model of the second type allows us to investigate the distribution of the values of a variable in the study area (distributed models). The main distributed models that are most widely used are Markov models (using the matrix of Markov processes or chains, often used to estimate changes in the vegetation cover), semi-Markovian models that depend on the time where the studied element was in the previous state and regression models based on systems regression equations. This type of model does not carry information about the relative position of the elements of the earth's surface, they are less detailed in comparison with the next type – spatial models.

The most detailed in terms of aggregation is a model of the third type, in which the spatial characteristics of the elements of the earth's surface are investigated. The Earth's surface is represented as a two-dimensional raster matrix, where each element carries some information. Groups of such elements are mosaics of polygonal domains. Mosaic models are refers to this model. Cellular automaton are built based on this type of model [2].

1.3 Common methods for assessing the dynamics of the earth's surface

The method of evolutionary structural optimization (ESO) can be considered as the progenitor of the CA method.

In this method, the first base value is determined at the initial stage, after analysis using the finite element method, cells with a value less than the base value are deleted. This method has been generalized in recent studies: two baseline values are introduced into the initial regimen, and thus, while some cells with the first criterion are removed, another group of cells is added to other criteria.

However, the physical concepts of these base values are not defined and therefore they should be determined by the numerical results of previous studies or experiments. To overcome the above-mentioned problem, the CA method is used. It allows us to recalculate the values in the course of the algorithm [6].

There are many types of heuristic methods that have been developed and applied as to an engineering problems as to determine the form and condition of

vegetation. The most famous among them are the genetic algorithms, the ant algorithm and the method of the particle swarm.

There are many studies to optimize the structures using these heuristic methods; however, each of them has its drawbacks.

Fuzzy methods are also often used recently. They suggest the use of transitional functions that are influenced by different input variables (genetic algorithms, simulation of annealing, their sharing) [7].

1.4 Common modeling systems

Forest vegetation classification systems can be used to identify potential, current and structural vegetation. Potential vegetation shows how vegetation will develop for long periods of time in the interference absence.

Current or existing vegetation is based on the real situation of the territories vegetation. This type of coating is often used to describe the prevailing species tree mixture. Structural distribution is associated with a three-dimensional distribution of vegetation. Quite often, the absence of a temporary set of data for a specific locality leads to a structural classification, which, as a rule, is built on the basis of what is at a particular moment in time.

The main modeling systems are LANDSUM, SIMPPLLE, VDDT and IDRISI 32.

LANDSUM uses topographic or biophysical groups to determine which vegetation classes are eligible for growth. Basically, forest planning, vegetation classification (often in combination with the physical characteristics of the site - soil, height, etc.) are considered with the aim of forming land classes.

LANDSUM and its predecessor CRBSUM have been developed as research tools for the study of forest fires.

The system uses structural steps within the study of potential species of vegetation. In addition, in order to classify vegetation, the outlets can include information on how the land area depends on other processes during the year, the harvesting area, and, if accompanied by the table supplied by the user, there is a volume of harvest. LANDSUM uses stochastic and spatial models.

SIMPPLLE simulates vegetative models and surface processes.

SIMPPLLE was developed as a management tool to understand the different earth processes and vegetation influence on landscape changing. Simulated processes: harvest, disease, insects and fire. The classification system currently uses the species and potential of vegetation, its density and structure. In addition, when classifying vegetation done, we can obtain maps and process diagrams at the output. SIMPPLLE is a stochastic and spatial (based on a polygon) modeling system.

VDDT is a dynamic tool for the vegetation development assessing. VDDT was developed to help improve understanding of vegetation change through the use of succession modeling processes. The modeling processes can include sequences of vegetation growth, harvesting, disease, insects and fires. Classification system is structural. At the output we get classified vegetation. A spatial version of VDDT is known as Telsa (a tool for the exploration landscape) [1].

Idrisi32 is a GIS developed by Clark Labs in the USA.

It allows you to read the HDF format and the import / export routines for .img (ERDAS Imagine) and .ers files (ER Mapper).

Idrisi32 is capable to work with data received by TERRA satellite sensors, including images of ASTER, MODIS, CERES, MISR and MOPITT (HDF-EOS4 formats). The user can select all images to import them, or the desired groups of files. This utility is also built into the program module Macro Modeler (in second version of Idrisi32), which allows you to use batch mode processing HDF-files or include them into the model.

Also, the possibilities of working with data formats ESRI Shape and ArcRaster, vector files MapInfo, with data formats DLG, SPOT, LANDSAT and RADARSAT are realized. Also, this system has a wide range of modules, including some modules for classification and modeling of vegetation in the study areas [8].

Let's note that the described modeling systems do not allow increasing or editing the methods described in them, and not all systems allow working with the .img format, so it became necessary to write my own program for the possibility of future modification and expansion.

1.5 Cellular automata methods

At the current time, the use of cellular automata (CA) is one of the most interesting ways to take spatial correlation into account.

The cellular automata methods were originally proposed by John von Neumann and Stanislaw Ulam in the 1940s to provide a formal basis for complex systems behavior investigating [9]. Cellular automata are a mathematical idealization of physical systems, in which the construction is divided into lattices of cells; the states of these cells are updated synchronously in discrete time according to some local rules. It can be easily seen that there are many optimization processes in nature. A main feature of CA, which is the modeling of complex systems using a simple set of local rules, attracted researchers from various disciplines, such as physics, biology, social sciences, transport and logistics [10].

One of the key factors, which have some influence on the earth's surface modeling, is the determination of the rules for the cellular automata operation in different cases. For this, a probabilistic approach is applied to determine the rules for the cellular automata functioning, in which these rules are formed on the basis of two principles:

- The first principle declares the use of a priori information on the development probability (oppression) of each type of earth's surface in the study area (represented in the form of probability maps of correspondence).
- The second principle declares the use of probabilistic and spatial characteristics of each type of the earth's surface (the dependence from the "Neighbors" of the point under consideration and the saturation criterion) when forming the rules for the functioning of cellular automata.

As a result, the method of cellular automata allows taking into account the spatial correlation of data and a number of space-probabilistic features of types (classes) on the investigated earth's surface in order to obtain accurate forecasts and dynamics of the earth's surface [2].

Such an analysis of dynamics, taking into account the developed models, makes it possible to predict and evaluate the state of forest funds more accurately.

We will describe the principles of CA formation for a more accurate and adequate assessment of the investigated territory model.

Two-dimensional model of cellular automata is the most commonly used. It allows simulating the evolution of heterogeneous populations of vegetation, consisting of different types of trees.

A cellular automaton consists of a grid of cells, usually distributed in a matrix form, which has the following main characteristics:

- States: each cell can take an integer value that corresponds to its current state. There is a finite set of states.
- Neighborhood: a set of cells (pixels) that interact with the current one.
- Transition function: takes as input arguments the cell and the states of neighboring cells, and returns the new state of the current cell.
- Rules: the transition function uses a set of rules that determine how to change the cells state.
- Iterations: the transition function is applied to each grid cell horizontally several times.

Changes in the state cells occur in a discrete form. The rules of the transition function are applied (taking into account the neighborhood) to change the state of the cell at each iteration.

When we work with satellite images, we consider each pixel of the image as a cell of a cellular automaton, which uses 4, 8 or 24 of its "neighbors" (Figure 3).

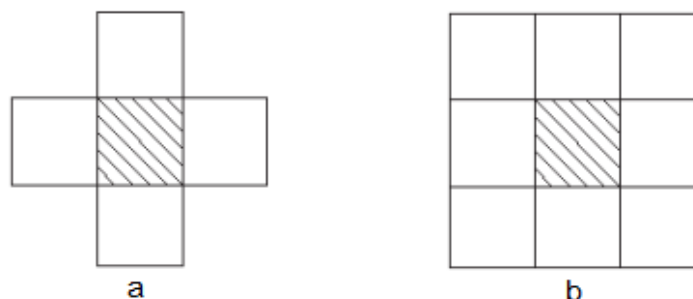


Figure 3 – Moore (a) and Neumann (b) neighborhoods

Environmental factors (temperature, soil moisture, etc.) with values from 0 to 1 are stored in a geographic information system (GIS), and then used to determine the

parameters of each cell in the used model. Since the cell always changes its state through various iterations, the cellular automata have an evolutionary process. The described method is often called "mobile". Usually the transition rules are the same for all cells and apply immediately to the entire grid [11].

However, there are also a rather large number of uncertainties while using cellular automata in GIS, which grows with the complexity of the models used. The main part of the technique of environmental modeling compromises among modeling tasks, ecological realism and computational compliancy in order to assess the complexity of the processes under study.

Sources of uncertainty include:

- Size and structure of cells: GIS usually uses regular squares cells, which leaves the choice of cell size as a source of uncertainty. The size of the cell is a trade-off between a single-valued classification and the speed at which the task is performed. The cell size should also reflect the neighborhood processes. The model can be run at various spatial resolutions, but this can add a huge computational load.

- Placement of "cells": uncertainty is introduced both through the problem of mixed cells (the cell can contain several types of vegetation) and through the uncertainty in the classification (a young tree can be incorrectly classified - like a shrub or pasture). The inclusion of fuzzy sets can handle the uncertainties of the input data.

- Size and shape of the neighborhood: In traditional two-dimensional cellular automata, the neighborhood is usually defined as four or eight cells directly adjacent to the cell in question. This decision must be due to environmental knowledge and closely related to the size of the cell.

- Transition rules: these rules should also be based on an ecological theory. They can be refined empirically, but it is difficult to determine the uncertainty associated with the transition rules.

- Probabilities in stochastic rules: in a stochastic model, the probabilities of whether a particular rule will be applied are evaluated.

- Step by time: The cellular automaton requires a discrete step of time, when all the cells are updated (at a time).
- Future conditions: when the model is used for future predictions or modeling scenarios, many unknown parameters are introduced.
- Unaccounted variables: it is necessary to decide for all models which variables to include and which ones to exclude. Some of the uncertainties presented here (for example, by ignoring type types) can be partially considered with probabilities in stochastic rules.
- Unknown factors: When you make some modeling, there are always factors that affect the outcome of the model, which are simply unknown. This uncertainty can be randomly included in the model [12].

In recent years, cellular automata have become a powerful tool, which is widely used in remote sensing applications, especially for the processing and analysis of satellite images.

The following correspondences between cellular automata and the main elements of the general process of satellite image classification can be distinguished:

- Each grid cell corresponds to the image pixel.
- Each state of the cellular automaton will represent a different class in the final classification.
- The neighborhood of each cell will consist of 4-8 nearest cells.
- The transition function F must properly classify each pixel of the image, based on the features of the current cell and its vicinity, using both spectral and topological data [11].

The properties of a cellular automata described in this subsection tell us that they are an excellent tool for working with elements of spatial data and modeling the state of the environment.

2 Algorithm for generating prediction maps using remote sensing data

To obtain predictive maps of the original space images, a multi-stage approach to the analysis of the dynamics of the earth's surface was used. The functional scheme of the multi-stage approach is shown in Figure 4.

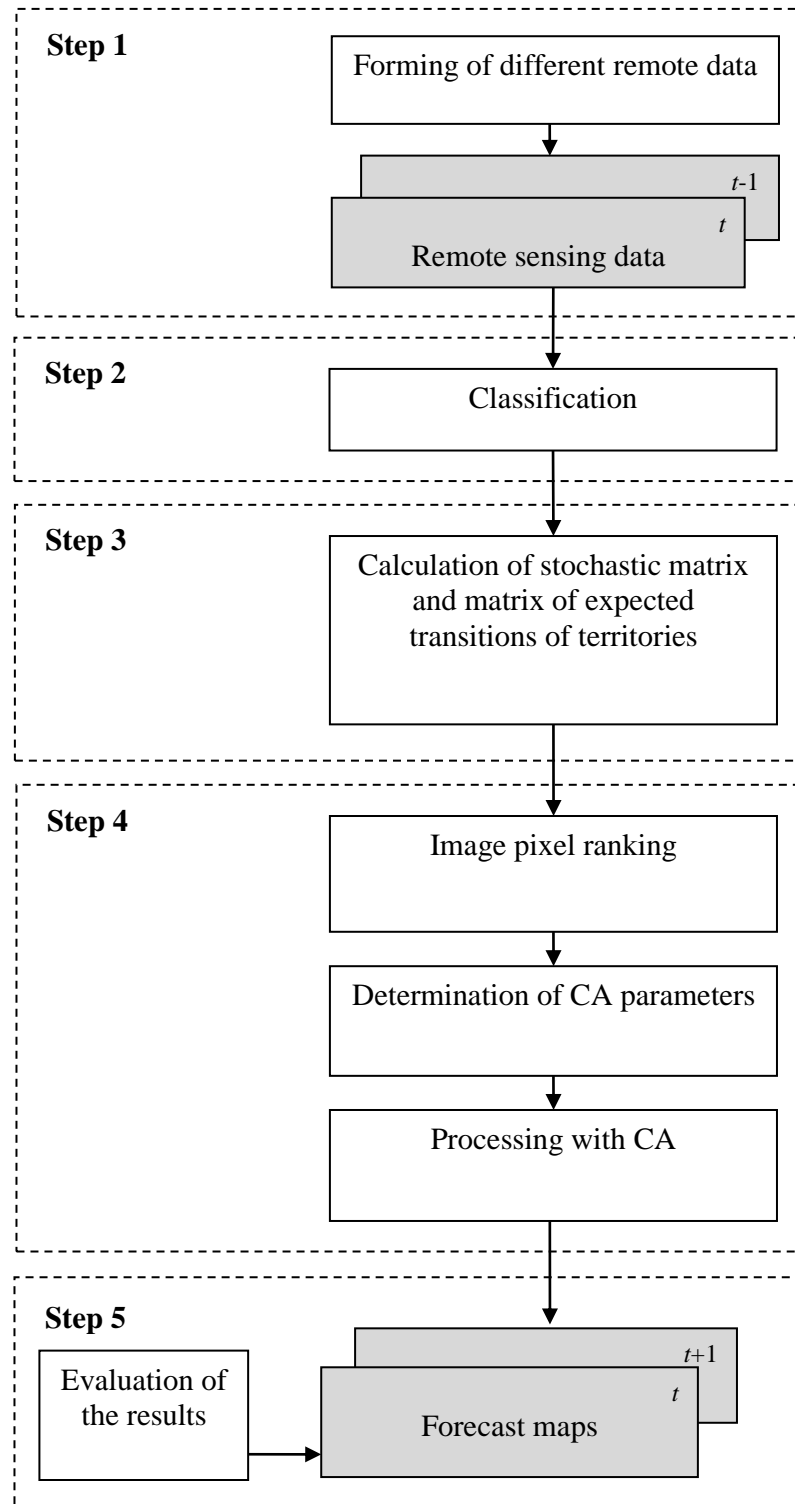


Figure 4 - The functional scheme of the multi-stage approach

2.1 Formation and classification of time-varying space images series

First of all, the user needs to determine the time interval between the required images. At this stage, the main interference is a large amount of interference in the form of clouds in the pictures, as well as the inability to find a series of images at the same interval.

Another important task is to determine the number of classes for classifying an image, which is based on the number of classes needed to uniquely identify the necessary objects in the image.

Splitting of images can be performed in any GIS, which contains functionality for controlled or uncontrolled classification of images.

2.2 Calculation of the stochastic matrix and matrices of expected and actual costs

The main parameters of modeling are determined at this stage.

First, it is necessary to calculate the matrix of actual transitions, which contains information about the number of actually transferred elements of one type of terrestrial surface to another on the trail time interval.

A stochastic matrix is formed using expression:

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{j=1}^m n_{ij}}, \quad \sum_{j=1}^m p_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, m, \quad (1)$$

where n_{ij} is the number of elements that have passed from the state Q_i to the state Q_j ,

m is the number of possible combinations (classes).

The resulting stochastic matrix is responsible for the probabilistic component of changes in the earth's surface. For quantitative changes occurring on the earth's surface, corresponds a matrix of expected areas, or a matrix of expected transitions, which is calculated as the multiple of the matrix of actual transitions to the stochastic matrix:

$$M \text{ exp} = M \text{ actual} \times M \text{ stoch} \quad (2)$$

2.3 Ranking of image pixels and obtaining forecast maps

The algorithm for the ranking matrix obtaining is presented in Figure 5. As a result of this algorithm, we get a sequence of transformations for each pixel of the image in the form of a serial number (the greater the probability of the transition of the current pixel, the greater the serial number).

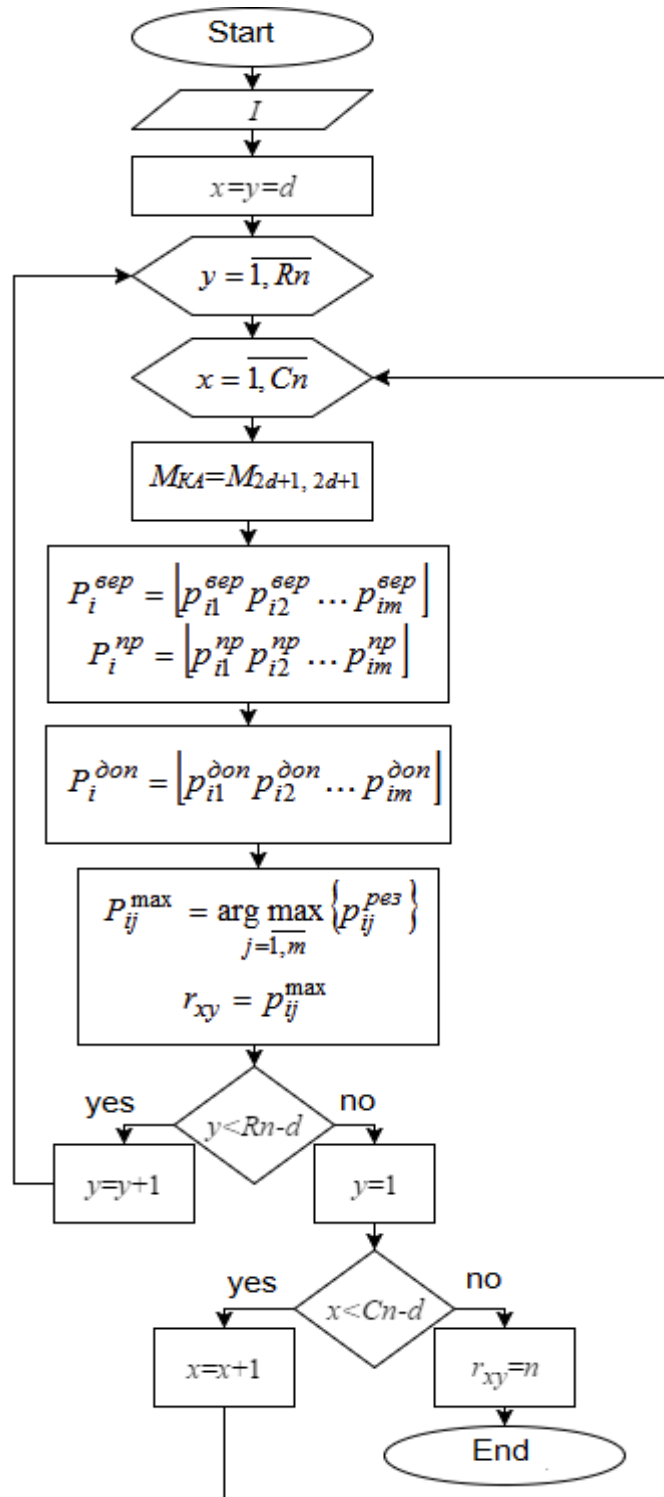


Figure 5 – Ranging algorithm

As it was said above, any space vehicle can be represented as a collection of elements (cells) that are connected in the same way. An important component of modeling the changes in the earth's surface is the order of transformation of the elements on the simulated image. This order is specified in the form of a ranking matrix, which allows you to firstly convert the elements of the image with the greatest probability of transition to a particular class.

Then for each element of the image a square neighborhood of a given size was formed (in our case 5x5) in the order predetermined above. Each such neighborhood will be a separate cellular automaton. Further, according to the predetermined rules of the CA functioning, each element of the simulated image is formed. This is done until all elements according to the matrix of expected transitions are passed to the elements of the corresponding types. This algorithm is presented figure 6.

In this algorithm, the use of two probabilities for obtaining the resultant is considered.

$$p_{ij}^{pez} = f_2(p_{ij}^{ep}, p_{ij}^{np}). \quad (3)$$

The probability of the earth's surface type i transition to type j depends not only on the total probability, but also on the number of elements of type j in this neighborhood.

$$p_{ij}^{ep} = n_j \cdot p_{ij} \quad j = 1, \dots, m, \quad (4)$$

where m is the number of types of the earth's surface in the vicinity,
 n_j is the number of elements of type j in the analyzed neighborhood.

For the spatial characteristics calculation, a local and average saturation criterion was used, the value of which is defined as the ratio of the frequency of occurrence of a particular type in the neighborhood to the occurrence of this type as a whole in the image:

$$F_{i,k,d} = \frac{n_{k,d,i} / n_{d,i}}{N_k / N}, \quad (5)$$

- where $n_{k,d,i}$ is the number of elements in the neighborhood,
- $n_{d,i}$ the number of all elements in the neighborhood,
- N_k the number of elements of the type considered on the whole image,
- N is the number of all elements of the image.

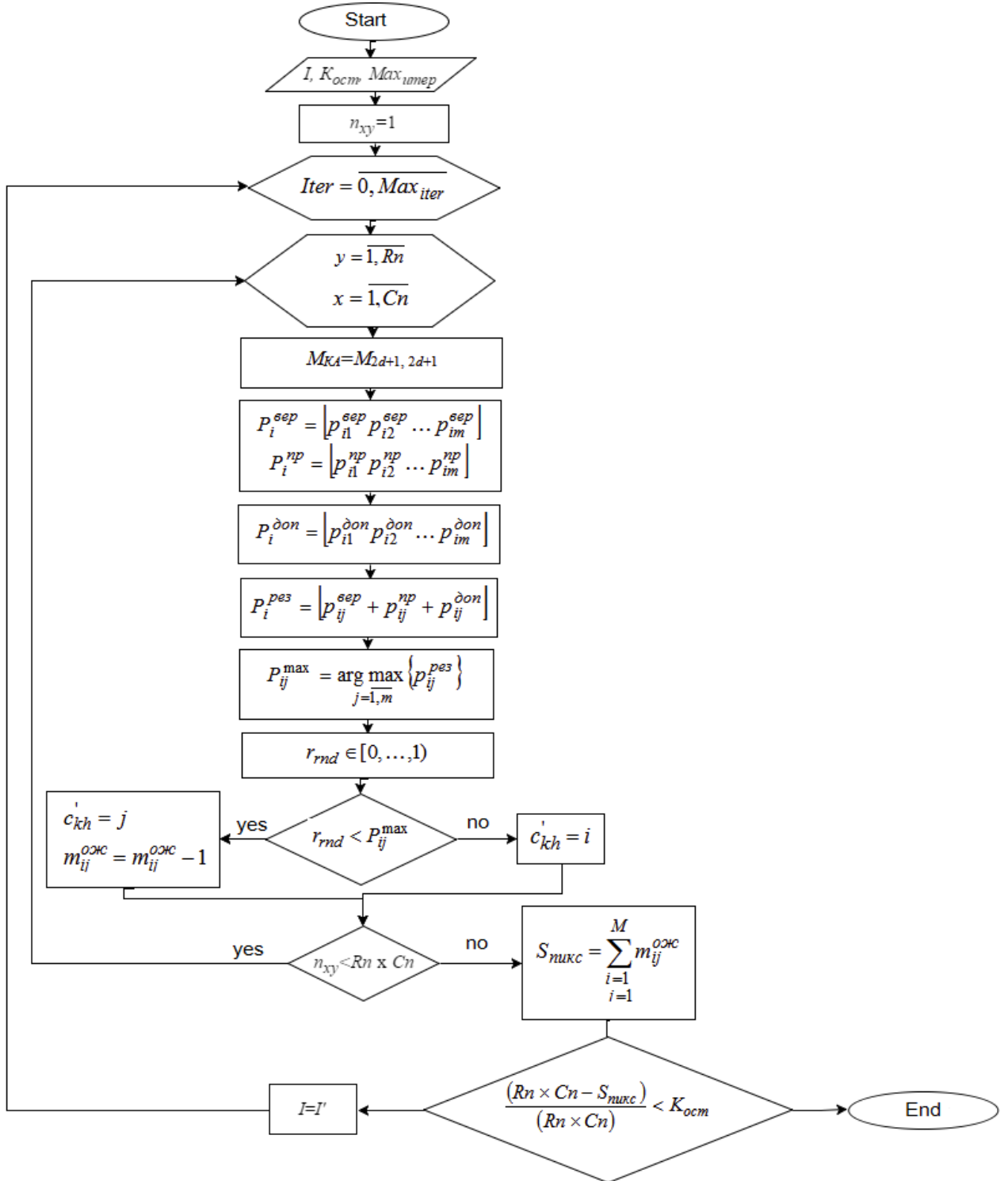


Figure 6 – Algorithm for generating prediction maps

Method for calculating the average characteristics of the saturation criterion for each type of earth's surface:

$$\bar{F}_{i,k,d} = \log \left(\frac{1}{N_l} \sum_{i \in L} F_{i,k,d} \right), \quad (6)$$

where L is the set of elements of type L in the image,
 N_l – their number.

After that, the probability is defined as

$$p_{ij}^{np} = 1 - | \bar{F}_{i,k,d} - F_{i,k,d} |, \quad (7)$$

for each grade in the considered picture element.

The resulting probability is calculated by the formula:

$$p_{ij}^{pez} = p_{ij}^{sep} + p_{ij}^{np}. \quad (8)$$

Приложение Б

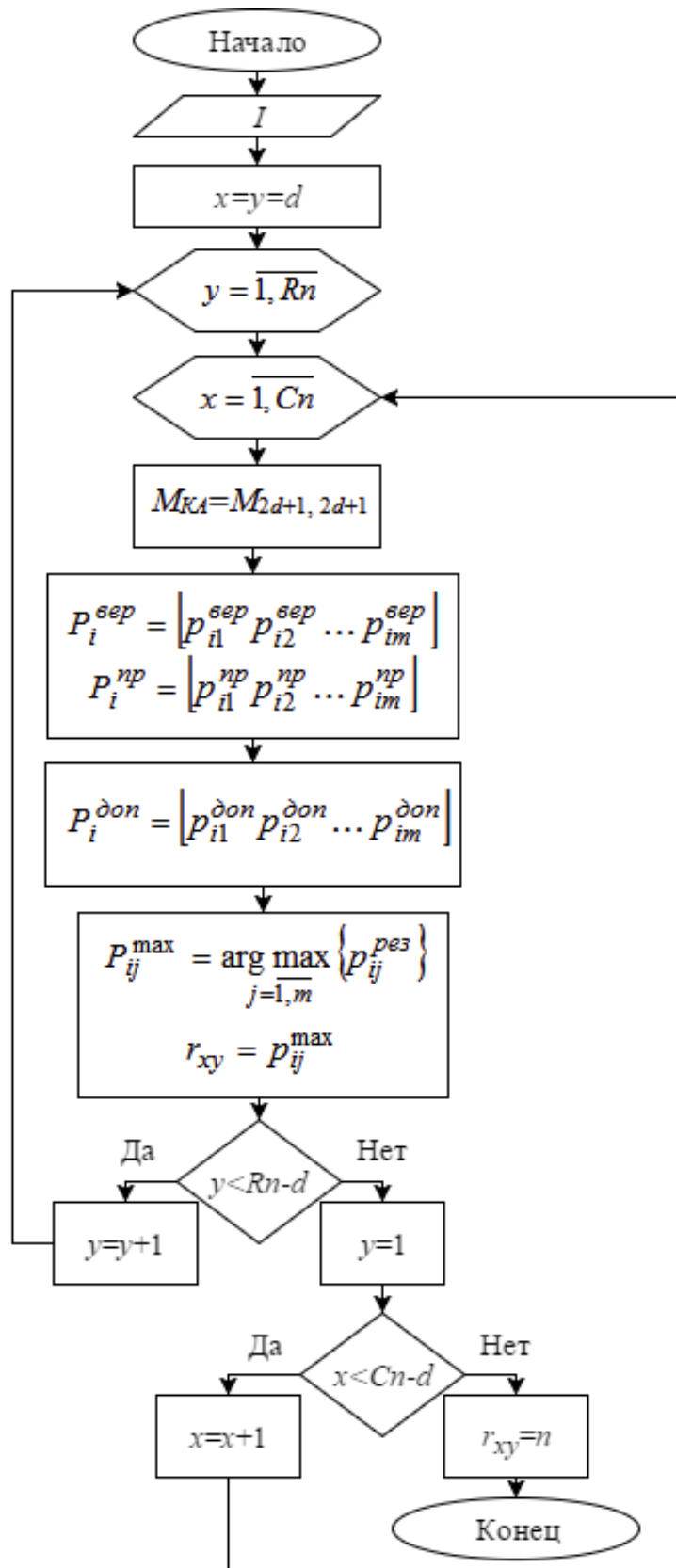


Рисунок Б.1 – Алгоритм получения матрицы ранжирования

Приложение В

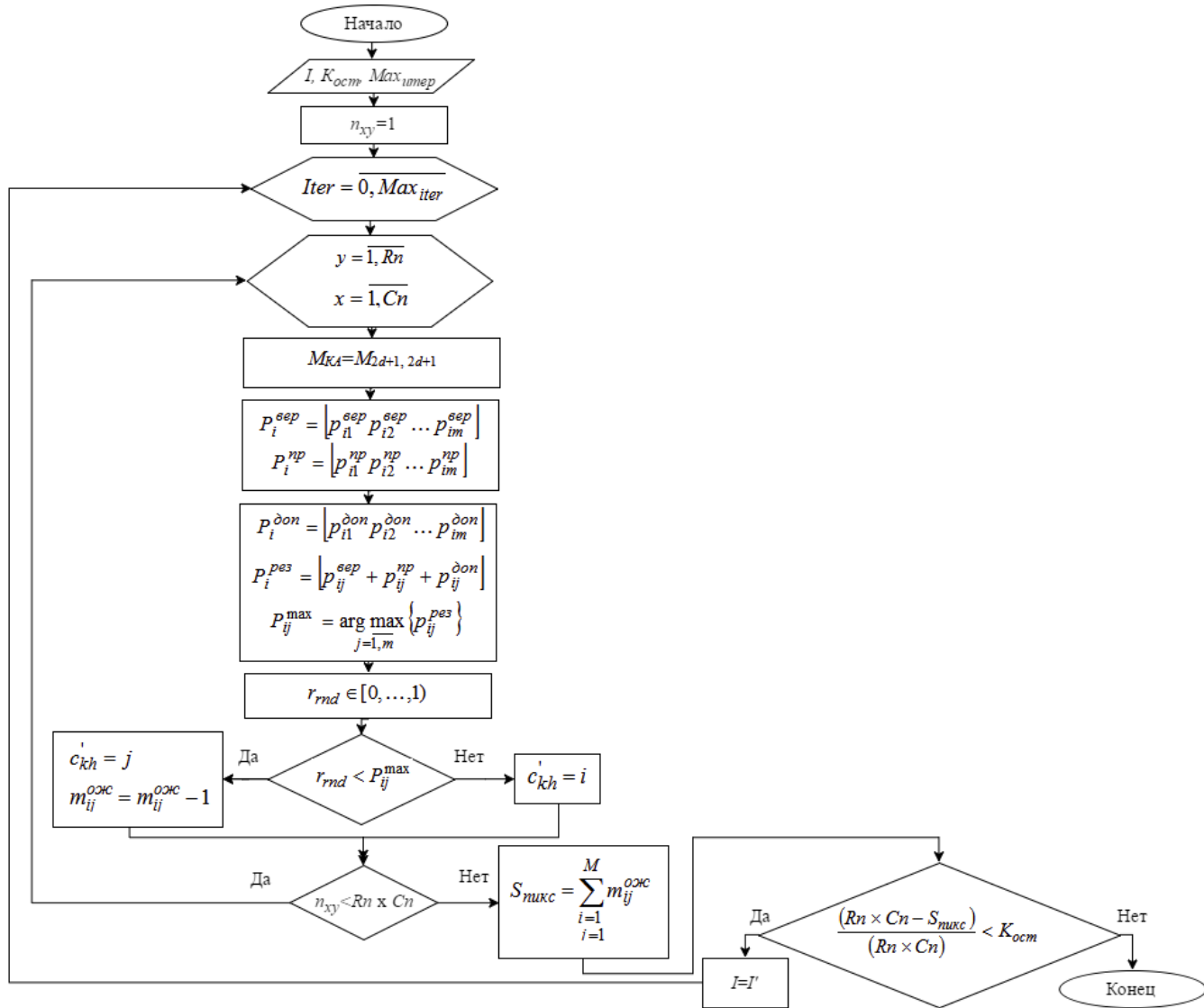


Рисунок В.1 – Алгоритм моделирования изображения

Приложение Г



Приложение Д

