

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра систем искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. М. Цибульский
подпись
«_____» _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Разработка модели поддержки принятия решений с применением баз онтологий
пространственных сущностей

Руководитель _____ доцент, канд. техн. наук К. В. Раевич
подпись, дата

Выпускник _____ А. Д. Шабанова
подпись, дата

Красноярск 2019

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме «Разработка модели поддержки принятия решений с применением баз онтологий пространственных сущностей»

Нормоконтроллер

подпись, дата

К. В. Раевич

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра систем искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. М. Цибульский
подпись
«_____» _____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студентке Шабановой Анастасии Дмитриевне

Группа КИ15-11Б, направление 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль 09.03.02.04 «Информационные системы и технологии в медиаиндустрии».

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка модели поддержки принятия решений с применением баз онтологий пространственных сущностей».

Утверждена приказом по университету № 6523/с от 16. 05. 2019.

Руководитель ВКР Раевич К. В. доцент, кандидат технических наук ИКИТ СФУ.

Исходные данные для ВКР: методические указания руководителя.

Перечень разделов ВКР: введение; глава 1. Теоретическая часть; выводы по главе 1; глава 2. Разработка модуля; выводы по главе 2; заключение; список использованных источников; приложение (плакаты презентации).

Руководитель

_____ К. В. Раевич
подпись, дата

Задание принял к исполнению

_____ А. Д. Шабанова
подпись, дата

«___» _____ 2019 г.

График

выполнения выпускной квалификационной работы студентом направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиля 09.03.02.04 «Информационные системы в медиаиндустрии» приведен в таблице 1.

Таблица 1 – График выполнения этапов ВКР

Наименование этапа	Срок выполнения этапа	Результат выполнения этапов	Примечания руководителя (отметка о выполнении этапа)
Ознакомление с целью и задачами работы	07. 03. 2019 по 13.03. 2019	Краткое эссе по теме ВКР	Выполнено
Сбор литературных источников	14. 03. 2019 по 20. 03. 2019	Список источников информации	Выполнено
Анализ собранных литературных источников	21. 03. 2019 по 27. 03. 2019	Реферат о проблемно-предметной области	Выполнено
Уточнение и обоснование актуальности цели и задач ВКР	28. 03. 2019 по 3. 04. 2019	Окончательная формулировка цели и задач ВКР	Выполнено
Решение задач ВКР	04. 04. 2019 по 25. 05. 2019	Доклад с презентацией по теме ВКР	Выполнено
Компоновка отчета по результатам решения задач ВКР	26. 05. 2019 по 2. 06. 2019	Отчет по результатам решения задач ВКР	Выполнено
Предварительная защита результатов	19. 06. 2019	Доклад и презентация по проделанной работе	Выполнено

Наименование этапа	Срок выполнения этапа	Результат выполнения этапов	Примечания руководителя (отметка о выполнении этапа)
Нормоконтроль	24. 06. 2019 по 27.06. 2019	Пояснительная записка	
Защита ВКР	2. 07. 2019	Доклад и презентация по результатам бакалаврской работы	

Окончание таблицы 1

Руководитель

_____ К. В. Раевич
подпись, дата

Задание принял к исполнению

_____ А. Д. Шабанова
подпись, дата

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
Глава 1. Обзор предметной области.....	9
1.1 Автоматизированные информационные СППР в управлении АПК	9
1.2 Обзор систем поддержки принятия решений	12
1.3 Задачи решаемые СППР	15
1.4 Взаимодействие с СППР	17
1.6 Модель системы поддержки принятия решений	20
1.7 Вывод по главе 1	23
Глава 2. Практическая часть	24
2.1 Программное обеспечение и практические средства.....	24
2.2 Моделирование системы поддержки принятия решений.....	24
2.3 Системные требования	26
2.3.2 Работа системы.....	30
2.4 Работа с прецедентами	32
2.5 Разработка модели СППР.....	34
2.6 Разработка интерфейсных решений.....	35
2.7 Реализация интерфейсных решений	37
2.7.1 Особенности земель сельскохозяйственного назначения	41
2.7.2 Анализ и сравнение полей	42
2.8 Вывод по главе 2	45
Список сокращений	47
Список использованных источников	48
Приложение А Плакаты презентаций	50

ВВЕДЕНИЕ

Объединение доступных на сегодняшний день технологий и аграрного производства в настоящий момент является важной задачей. Для решения данной задачи существуют различные способы, такие как автоматизация работы с сельскохозяйственной отраслью, перевод в электронный вид баз данных, а также агромониторинг. Использование земельных ресурсов требует бережного отношения, так как почва и вся земля имеет свойство терять плодородность. Почва теряет свои плодородные характеристики в основном из-за неразумной деятельности человека. Необходимо накапливать данные о качестве свойств земель и отслеживать динамику развития с целью контроля их состояния и надлежащего использования свойств земли.

С целью принятия объективного решения, в сфере землепользования, нужен вспомогательный инструмент – система поддержки принятия решений (СППР). Использование такой системы может помочь сформировать критерии и знания с целью подбора плодородных земель, и кроме того, реализовывать информационную поддержку принятия решений в области управления аграрными ресурсами. В структуру СППР входит база знаний (БЗ), для взаимодействия с которой необходимо, разработать модель с применением баз онтологий пространственных сущностей, для сокращения времени, затрачиваемого на контроль и выбор необходимых земель и находящихся в собственности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

- обзор предметной области;
- выявление требований к ИС;
- проектирование модели информационной системы;
- описание работы СППР.

Глава 1. Обзор предметной области

1.1 Автоматизированные информационные СППР в управлении АПК

Уровень сельскохозяйственного производства в нашей государстве достиг определенной, достаточно высокой, отметки, что подтверждает уровень текущих показателей инвестирования в аграрное производство и увеличившийся уровень конкуренции среди изготовителей сельскохозяйственной продукции.

В процессах управления производства продукции АПК увеличивается количество и качество применяемых современных ИТ-технологий, в том числе таких как, системы сбора, хранения и обработки информации. Источником информации служат данные, поступающие с космических спутников, специализированных измерительных приборов и детекторов, а также различных информационных систем управления. При этом в значительной степени возрастает как объем получаемой информации, так и необходимость в высококачественной обработке поступающей информации и точных заключениях, на которые можно рассчитывать в процессе принятия управленческих решений.

По всему миру растет потребность в промышленных аналитических системах и, в частности, системах поддержки принятия решений в АПК. Однако российский сельскохозяйственный сектор значительно отстает от развитых стран. Производительность сельскохозяйственного труда в нашей стране все еще ниже, чем в США и Западной Европе, что объясняется низким проникновением в отрасль интеллектуальных решений. Несмотря на огромные посевные площади, которые, согласно Росстату, составляют около 80 млн. гектар, современные АИС применяются только на 5–10% территорий. Основной способ решения проблемы – активный переход к интеллектуальным технологиям сельскохозяйственного производства.

Не так давно российские аграрии стали применять технологические процессы для составления технологических карт возделывания агрокультур,

наблюдения за агропромышленным комплексом и нынешним положением сельскохозяйственных угодий (технологии точного земледелия и ГИС-технологии).

Технические и программные средства управления технологическими процессами постоянно эволюционируют и резкий рост спроса на подобного рода системы произошел, когда на отрасль сельскохозяйственного, обратили свое внимание IT компании, которые предложили концепцию мониторинга полного производственного цикла продукции агропромышленной отрасли за счет «умных» приборов, передающих и обрабатывающих нынешние параметры любого объекта и его окружения. (Рисунок 1)

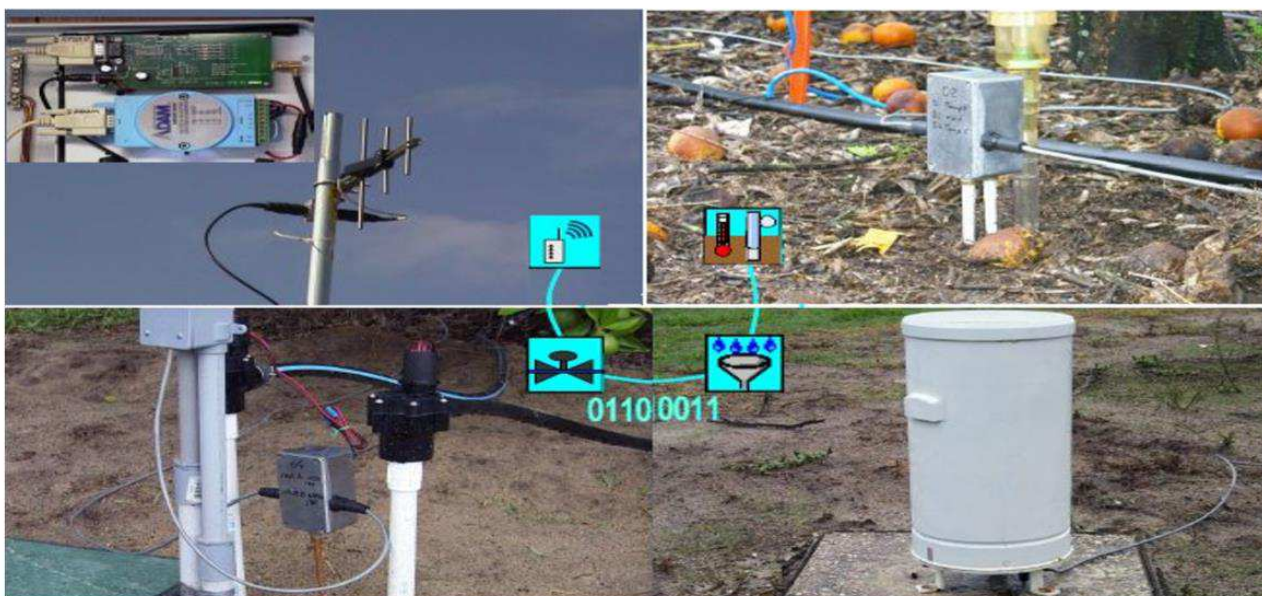


Рисунок 1 – Аппаратно-программный комплекс мониторинга физико-химического состояния почвы

Объединение полученной информации с разных источников интеллектуальных приложений, обрабатывание которых производится в режиме реального времени, реализовывает революционный прогресс в принятии заключений для фермера предоставляя итоги рассмотрения многочисленных факторов и подтверждение с целью дальнейших операций.

Несмотря на значительное количество, слабоизученными остаются вопросы применения точных расчетов, методов и средств информационного обеспечения для комплексной оценки производительности технологических процессов. В то же время, большинство современных подходов наряду с экономической оценкой учитывают только одну из перечисленных групп факторов. В этом случае комплексность и объективность оценки технологий можно поставить под сомнение.

Приоритетной задачей ИТ в области сельскохозяйственного производства становится максимальная автоматизация всех стадий производственного цикла для уменьшения издержек, увеличения производительности труда, оптимального распределения производственных ресурсов.

Объединение получаемой информации с различных интеллектуальных ИТ-приложений, производящими их обработку в режиме реального времени, реализовывает ощутимый прогресс в принятии решений для эксперта, предоставляя итоги анализа многочисленных факторов и подтверждение с обоснованием с целью дальнейших операций. От количества датчиков, сенсоров и полевых контроллеров, подключенных в единую сеть (которые каждую секунду могут делиться информацией), зависит уровень «интеллектуальных» способностей информационной системы и тем больше полезной информации для пользователя она способна предоставить. (Рисунок 2)

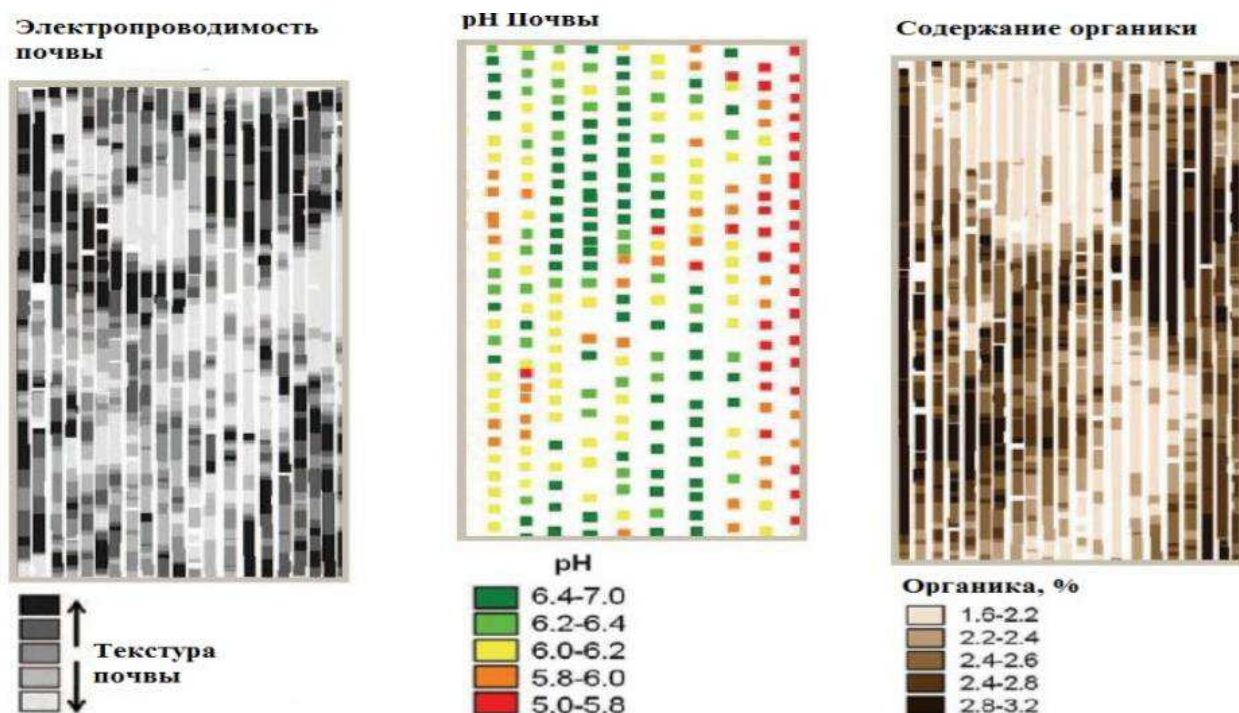


Рисунок 2 – Данные показателей почвы на определенную дату в электронной книге истории полей

1.2 Обзор систем поддержки принятия решений

Системы поддержки принятия решений – это компьютерные программные системы, которые предназначены для сбора и анализа больших объемов информации с целью оценивания возможных вариантов решений.

Основными функциями таких систем являются:

- оценивание проблемных ситуаций и имеющихся ограничений;
- выявление приоритетов и ранжирования приоритетов;
- формулировка предпочтений лица принимающего решения;
- генерирование альтернатив;
- оценивание альтернатив;
- анализ возможных последствий и рисков;
- выбор наилучшей альтернативы.

Для реализации указанных функций в системах поддержки принятия решений используются разнообразные методы. В том числе методы

информационного поиска, анализа данных, поиска знаний в базах данных, имитационного моделирования, когнитивного моделирования, ситуационного моделирования и другие. Основными компонентами систем поддержки принятия решений являются хранилища данных, многомерные базы данных, средства обработки, загрузки и извлечения данных, а также средства их средства интеллектуального анализа (Data Mining).

Система поддержки принятия решений, на основе обработки имеющихся информации, может подсказать пользователю возможные варианты типичных проблем, или наоборот исключить какие-то из них. Также данные системы могут порекомендовать необходимость получения той или иной дополнительной информации.

На этапе генерирования и анализа альтернатив СППР помогает сформировать сценарий и альтернативы на основе вырабатываемых ЛПР модели и задаваемых им ограничений. На этапе выбора наилучшие альтернативы СППР помогает сформировать систему критериев для оценивания этих альтернатив, рассчитать оценки альтернатив по различным критериям, провести сравнение и выбрать наилучшую альтернативу.

На этапе реализации решений, система поддержки принятия решений обеспечивает мониторинг выбранных показателей и информирует ЛПР в случае необходимости корректировки решения, а также позволяет использовать системы поддержки принятия решений на всех основных этапах разработки и принятия решения. В частности, при распознавании проблемы.

На рисунке 3 представлена обобщенная схема этапов разработки и функционирования СППР.

1. В настоящее время не существует достаточно полной и согласованной модели ЗСХН как объект оценивания. Именно здесь актуально моделирование различных аспектов описания ЗСХН на концептуальном уровне.

2. В основе данных, полученных на этапе 1, реализовано проектирование и разработка функциональной структуры СППР. Помимо этого,

итоги моделирования, представленные значительным количеством понятий и связей между ними, стали главным источником информации для разработки каркаса модели рассматриваемой проблемной сфере.

3. Работы, проделанные на этапе 2, стали главным источником для подробного проектирования и программного осуществления СППР, включая в него создание и первоначальное заполнение базы знаний с привлечением экспертов.

4. В диалоге с системой, ЛПР осуществляет постановку задач. В случае, если задача решается СППР впервые, то система направляет запрос экспертам, которые осуществляют установку приоритетов и формирование оценок.

5. Осуществляется решение задачи путем реализации цикла «планирование, учет, контроль».

6. Далее, реализация цикла решения задачи и создание обратной связи от ЛПР при необходимости осуществляется корректировка экспертных оценок и БЗ, впоследствии сформированная модель решаемой задачи регистрируется в базе знаний.

7. При установке системой факта, сформулированной задачи ЛПР, модель которой уже присутствует в БЗ, осуществляется выборка сформированной системы экспертных оценок и запускается цикл поддержки принятия решений уже без привлечения экспертов.

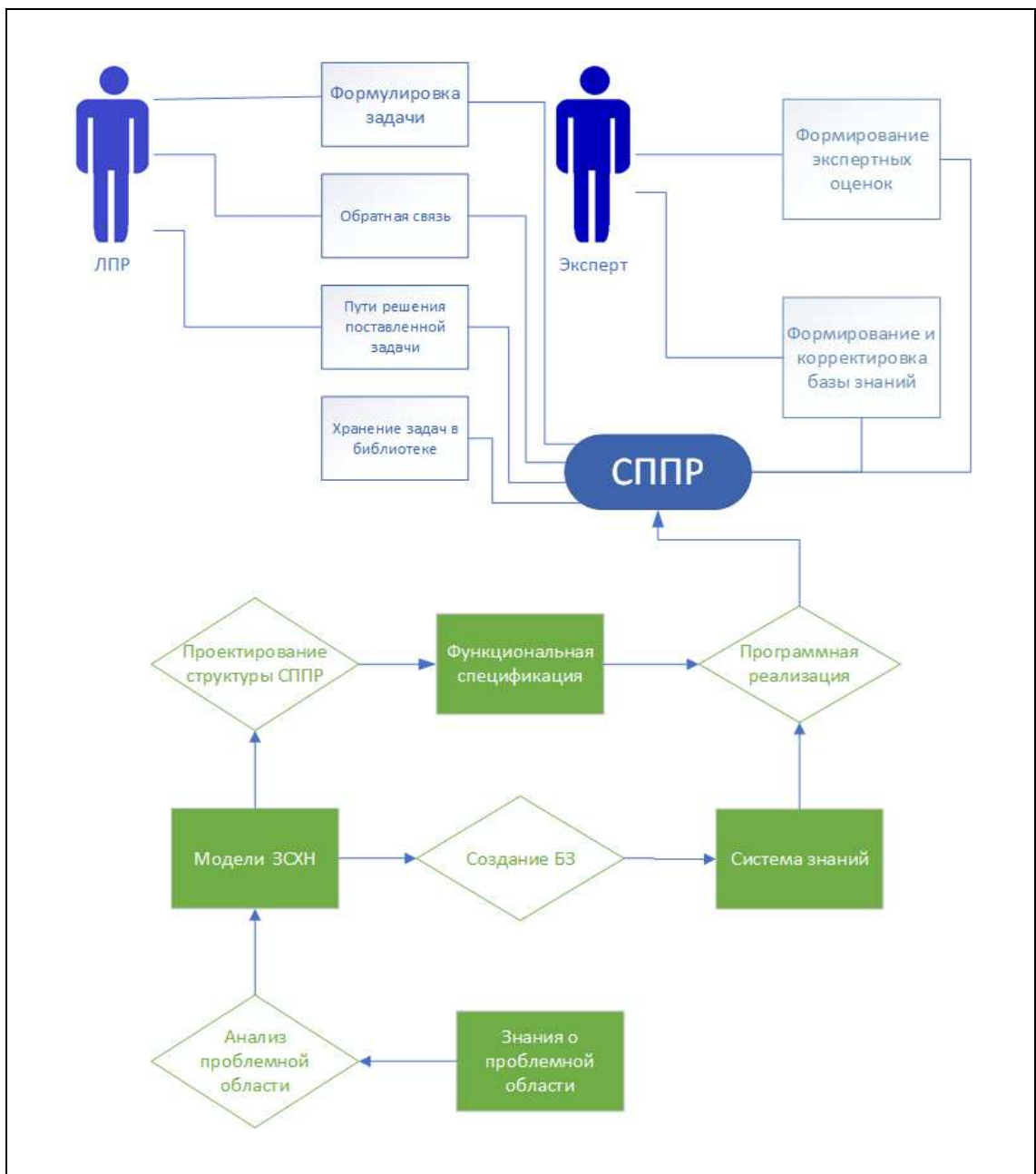


Рисунок 3 – Обобщенная схема этапов разработки и функционирования СППР

1.3 Задачи решаемые СППР

Системы поддержки принятия решений могут помочь решить такие стандартные задачи:

- исследование примеров;
- идентификации связей между входными и выходными данными;

- анализ восприимчивости, то есть степени влияния отдельных входных переменных, на выходные параметры, с целью выявления значимых факторов;
- анализ возможностей, т.е. нахождение области значений входных переменных, обеспечивающих значения выходных параметров;
- анализ воздействия, дает возможность для заданных выходных параметров определить влияющие на них входные переменные, и, кроме того, их значимость;
- анализ информации, отбор статистических связей, законов;
- распределения, проверка гипотез об однородности систематизации информации и аналогичные проблемы;
- сравнение и агрегирование, то есть сравнение моделей, а также результатов моделирования с эмпирическими данными, а также объединение модели и сценариев;
- анализ рисков, это оценивание вероятности попадания значений выходных параметров за границы допустимых диапазонов под действием каких-либо других случайных факторов;
- цель оптимизации, это отбор значений входных переменных, которые гарантируют достижения наилучших итогов на выходе.

Некоторые определенные образцы задач, решаемых с поддержкой СППР: выбор маршрутов передвижений, управление производственными ресурсами предприятий, планировании путешествий, формирование расписаний, управление проектами и так далее.

1.4 Взаимодействие с СППР

С точки зрения взаимодействия с ЛПР выделяют три основных класса систем поддержки принятия решений:

1. пассивные системы, помогают оценивать варианты, но не могут генерировать новые альтернативы;
2. активные системы поддержки принятия решений оказывает помощь как в оценке, так и в генерировании альтернатив решения;
3. кооперативные системы поддержки принятия решений, которые наряду с предыдущими задачами, обеспечивает интерактивное взаимодействие пользователя и СППР, а также последовательное приближение к оптимальному решению на основе этого взаимодействия.

По способу поддержки, различают такие классы систем:

- модельно-ориентированные СППР, они используют для своей работы статистические, экономические и другие типы моделей,
- коммуникационно-ориентированные СППР обеспечивает взаимосвязь нескольких пользователей в ходе поиска решения,
- СППР, ориентированные на данные, имеют, доступ к необходимым БЗ, а также средства для работы с этими базами;
- СППР, ориентированные на документы, содержащие средства обработки имеющихся в документах неструктурированных данных;
- СППР, ориентированные на знания, обеспечивает решение определенных классов задач на основе знаний, которые накоплены соответствующей предметной области.

Согласно области применения выделяют общесистемные и настольные системы поддержки принятия решений. Общесистемные СППР ориентированы на взаимодействие с большими системами хранения данных и могут одновременно работать с несколькими, а иногда и со многими пользователями.

Настольные СППР имеют более ограниченные возможности по хранению и обработке информации, и предназначены для работы одного пользователя.

1.5 Архитектура СППР

С точки зрения архитектуры, выделяют такие типы систем поддержки принятия решений:

1. функциональные СППР предназначены для относительно небольших организаций, при этом необходимые данные содержатся в самой системе. Такие СППР обеспечивает компактность и оперативность работы, с другой стороны их можно использовать для решения довольно узкого круга проблем, а качество получаемых результатов может оказаться недостаточным, так как эти системы не обеспечивают предварительную очистку данных;

2. СППР с независимыми витринами данных, включает несколько так называемых витрин данных, каждая из которых предназначена для решения своего класса задач и ориентирована на какую-то определенную группу пользователей. Это дает возможность повысить производительность, однако приводит к необходимости дублировать данные. Недостатками таких систем является также сложность наполнения витрин и отсутствие консолидации данных, а это ведет к отсутствию у ЛПР целостной картины объекта управления;

3. СППР, основанные по типу двух уровней хранения данных, применяются там, где данные объединены в единую систему. Это дает возможность предложить унифицированные методы обрабатывания данных. Однако такие СППР не могут обеспечить вероятность структурирования данных для конкретных групп пользователей, а также ограничить доступ для пользователей к той или иной информации, кроме того, в данном случае требуется создание группы специалистов для обслуживания системы;

4. СППР на основе трехуровневых хранилищ данных, позволяет осуществить и консолидацию информации, и её предварительную очистку.

Такие СППР содержат единую корпоративную модель данных и характеризуется гарантированной производительностью. Однако данные в таких системах являются избыточными, и это ведет к усложнению хранения этих данных, а также к возникновению проблемы - согласование архитектуры с различающимися запросами различных групп пользователей.

Существует два класса методов решения задач, условно их можно разбить на аналитический и эмпирический. (Рисунок 4)

1. С использованием аналитического метода разработчик должен построить некую модель, той предметной области в которой происходят некоторые инциденты, модель самих инцидентов, модель реагирования на них. С точки зрения технологий это может быть императивное программирование, деревья решений или автоматизация логического вывода.

2. К эмпирическим методам относится машинное обучение (например нейросети), генетические алгоритмы. Строится некая модель, которая описывает то, что на входе и на выходе, что произошло и что в результате мы сделали. На определенной обучающей выборке мы можем научить систему, она будет нам подсказывать как поступать.



Рисунок 4 – два класса методов решения задач

Некоторые примеры задач, решаемых с помощью СППР:

- задача социально-экономического развития территорий;
- выбор маршрутов перевозок;
- управление производственными ресурсами предприятий;
- планировании путешествий;
- составление расписаний;
- управление проектами и множество разнообразных других задач.

1.6 Модель системы поддержки принятия решений

Сельское хозяйство в рамках разнообразных отраслей, считается довольно непростой системой.

Использование методов оценки и управления с/х ресурсами в предприятиях аграрного комплекса нацелено, с одной стороны, на обеспечение роста использования земельных ресурсов, а с другой, на повышение финансовой эффективности.

Принимая во внимание существенный размер данных о состоянии ЗСНХ и динамике их формирования, необходимо использование дополнительного инструментария в виде СППР при принятии справедливого управленческого решения. При разработке СППР в разнообразных предметных областях использовался онтологический подход, по этой причине при создании СППР, имеет смысл разработки модуля «Онтология» для хранения и формализации больших объемов информации. СППР является инструментом, включающим в свой состав непрерывно наполняемую и уточняемую систему знаний о землях сельхоз назначения.

Система поддержки принятия решений предоставляет возможность формирования и накопления библиотеки моделей и методов решения задач оценки состояния ЗСХН по многочисленным критериям, в том числе использование накопленного опыта в области динамических исследований в ходе сезона роста и развития растений и поддержки принятия решений управления. Формируемые на основе экспертных оценок методы решения задач могут использоваться как инструмент объективной оценки, масштабируемые на другие территории, имеющие равные природно-климатические условия. СППР состоит из модулей, которые описаны ниже.

Оценка земель – сложный процесс, в ходе которого необходимо учитывать такие факторы, как климатические условия, особенности инфраструктуры, свойства почвенных покровов, и прочие характеристики оцениваемых земельных участков. Затрудняющим фактором в процессе сбора экспертных оценок является построение специфичных задач для конкретной территории.

1. Редактор баз знаний, входящий в состав СППР, позволяет эксперту создавать и редактировать онтологии при описании параметров и метрик объектов и указывать отношения между ними.

2. Генератор формул позволяет создавать и описывать функции вычислительных соотношений, а также формировать таблично заданные функции.

3. Инструмент работы по генерированию схем решения задач позволяет эксперту создавать и поддерживать модели описания задач в рамках определенной онтологии.

4. Редактор геопространственных данных служит для подготовки и оперирования геопространственным описанием экземпляра решаемой задачи.

5. База геопространственных данных позволяет формировать векторное представление о пространственных координатах объектов оценки анализируемой территории.

6. Модуль импорта-экспорта данных отвечает за поставку атрибутивной информации, содержащую значения параметров объектов оценки. Модуль дает возможность взаимодействовать с внешними системами, позволяя получать данные, основанные на обработке и анализе космических снимков, данных метеостанций и данные от других источников.

7. Модуль расчета оценок производит расчет промежуточных и итоговых оценок.

8. Отображение оценок осуществляется с помощью графического интерфейса модуля расчета оценок.

Функциональная структура СППР старшего преподавателя кафедры системы искусственного интеллекта К. В. Раевич и доктора технических наук И.В. Зенькова представлена на рисунке 5:

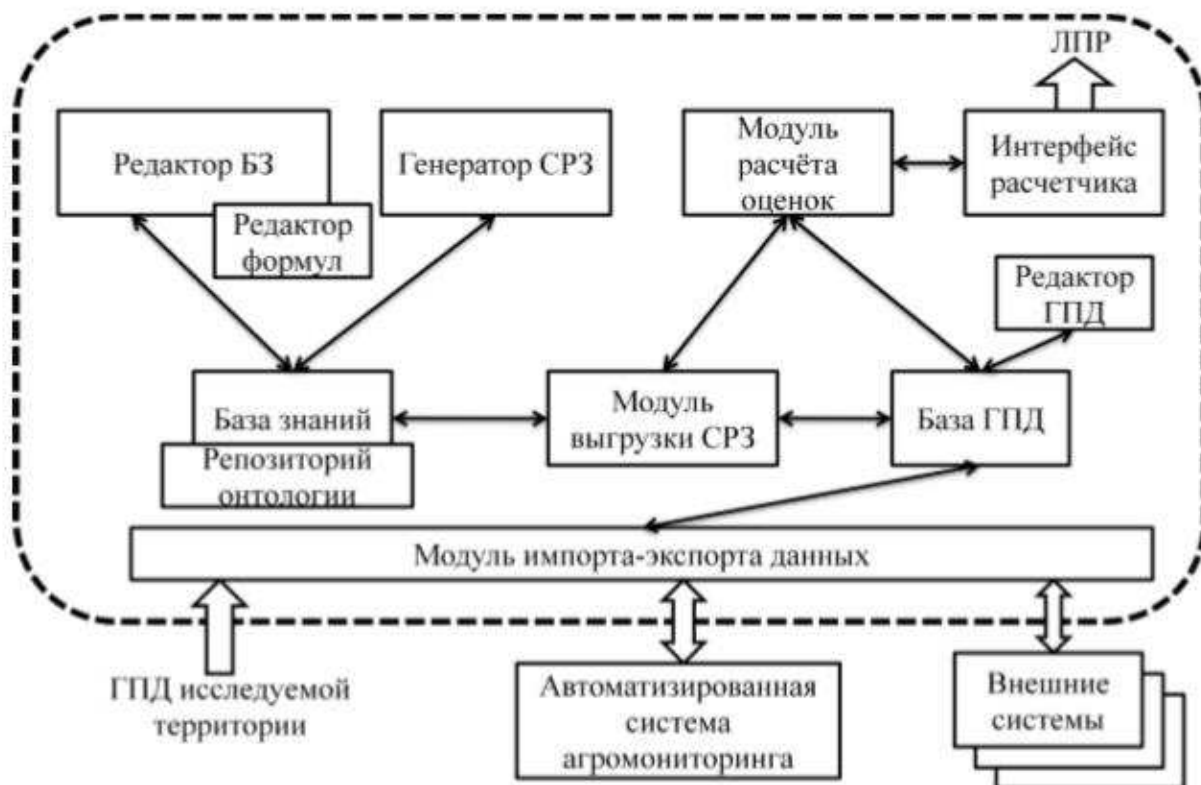


Рисунок 5 – Функциональная структура СППР земель сельскохозяйственного назначения

1.7 Вывод по главе 1

В данной главе были поставлены цели выпускной квалификационной работы и сформулированы задачи.

Достигнута первая задача: реализован обзор предметной области, в котором рассмотрены информационные технологии, используемые в сельском хозяйстве и обоснована их актуальность, а также обзор функций и возможностей разных СППР.

БЗ СППР созданная на прецедентах для территорий предназначенных для сельского хозяйства, необходима для внедрения способности сопоставления нынешнего состояния земли и её состояния в прошлом, для того чтобы получить оптимальные характеристики её использования с целью извлечь наибольший доход при меньших затратах.

Глава 2. Практическая часть

2.1 Программное обеспечение и практические средства

В ходе работы над выпускной квалификационной работой использовалось множество разнообразного программного обеспечения, технологий и языков программирования.

В данной части работы кратко описаны применяемые технические средства, а также используемое программное обеспечение:

1. QGis – свободная геоинформационная система, состоящая из настольной и серверной части (предназначенная для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации).

2. Adobe Illustrator – векторный графический редактор. Возможность создания фигур, цветов, эффектов и типографики.

3. CSS (CascadingStyleSheets) – формальный язык описания внешнего вида документа, состоящий из набора параметров форматирования (применяются к элементам документа написанного с использованием языка разметки).

4. AdobePhotoshop – растровый графический редактор, позволяющий создавать графические элементы интерфейса.

5. Microsoft Visio – векторный графический редактор, позволяющий создавать и редактировать блок-схемы и диаграммы.

2.2 Моделирование системы поддержки принятия решений

Цель моделирования СППР – это создание программного продукта, который существенно упростит процесс агромониторинга. Многие люди ответственные за данные выбора, руководствуются набором личных критериев и характеристик, которые могут не совпадать с интересами пользователя.

В СППР можно выделить следующие роли: «ЛПР», «Эксперт», «Сотрудник предприятия»:

– Роль «ЛПР» принадлежит руководителям аграрных предприятий, главам местной администрации, сотрудникам министерства сельского хозяйства Красноярского края. В системе ЛПР в режиме просмотра карты района может просматривать основную статистическую информацию по отдельным сельскохозяйственным контурам, заносимую в систему сотрудниками на местах. Кроме того, ЛПР в системе доступна возможность сформировать эксперту задачу оценки СК по степени соответствия заданным критериям.

– Роль «Эксперт» соотносится с сотрудниками компаний, имеющих необходимый багаж знаний и опыт владения сельскохозяйственной деятельностью. Роль назначается в системе, прежде всего, агрономам сельскохозяйственных предприятий. Она закрепляет за пользователем участие в формировании вычислительных процедур оценки СК на основе формализованной задачи ЛПР. Эксперт определяет факторы, характеризующие и описывающие СК, с точки зрения поставленной задачи. На основании формализованной задачи в системе строится схема решения данной задачи, по результатам выполнения которой ЛПР предоставляется отчет о СК, ранжированных согласно процедуре оценки.

– Роль «Сотрудник». Этой ролью обладают штатные сотрудники сельскохозяйственных предприятий, которые заносят в систему основную статистическую информацию: фактическую урожайность, данные полевых измерений и т. д.

Задача системы подсказывать человеку какие у него есть варианты действий. В отличие от человека система должна охватить все известные факторы. Человек может сосредоточиться на чем-то одном, и в этот момент о чем-то забыть. Система не должна забывать ни о чем, и принимая во внимание

все факторы подсказывать, что происходит в данный момент и возможные пути решения возникнувшей проблемы.

В любом случае, система за человека ничего не решает, то есть функция человека в этой конфигурации, состоит в принятии окончательного решения. Система не может ничего сделать автоматически без одобрения человека в таких предметных областях, но она должна проинформировать человека, и в этом состоит собственно поддержка принятия решений.

2.3 Системные требования

Системные требования описывают свойства и методы абсолютно всех объектов системы. Программирование – это разработка и реализация структур данных и алгоритмов, проще говоря, детализированное представление системных функций и ограничений, которое в некоторых случаях именуют многофункциональной спецификацией. Кроме того, они применяются в качестве отправной точки при проектировании системы. Спецификация требований способна выстраиваться на основе различных системных моделей, таких, как объектная модель или модель потоков данных. Различают два типа требований: функциональные и нефункциональные требования.

Функциональные требования – это перечень сервисов, какие должна реализовывать система, причём должно быть отмечено, как система откликается на те или иные входные данные, как она ведёт себя в определённых ситуациях и т.д. В некоторых случаях указывается, то, что система никак не обязана выполнять. (Рисунок 6)

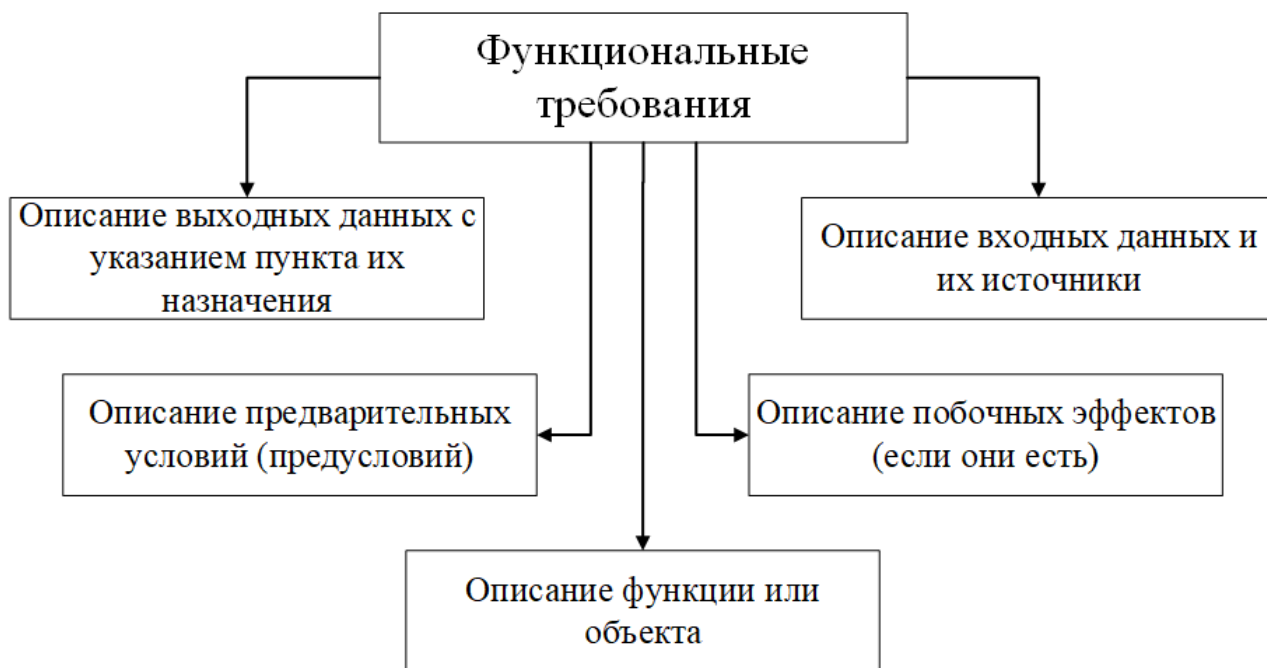


Рисунок 6 – Стандартные формы для специфицирования функциональных требований

Нефункциональные требования – представляют собой свойства системы и её окружения. Данный тип требований содержит список ограничений, накладываемых на работу системы, её действия и функции.

Требования содержат кратковременные ограничения, ограничения на процесс разработки системы, стандарты и т.д. Такие требования принято связывать с особенно важными свойствами, такими как надёжность системы, время ответа или размерность.

Нефункциональные требования описывают цели и атрибуты качества. Атрибуты качества предполагают собой вспомогательное представление функций продукта, сформированное посредством описания его характеристик, важных для пользователей или разработчиков. На рисунке 7, показаны подобные характеристики:

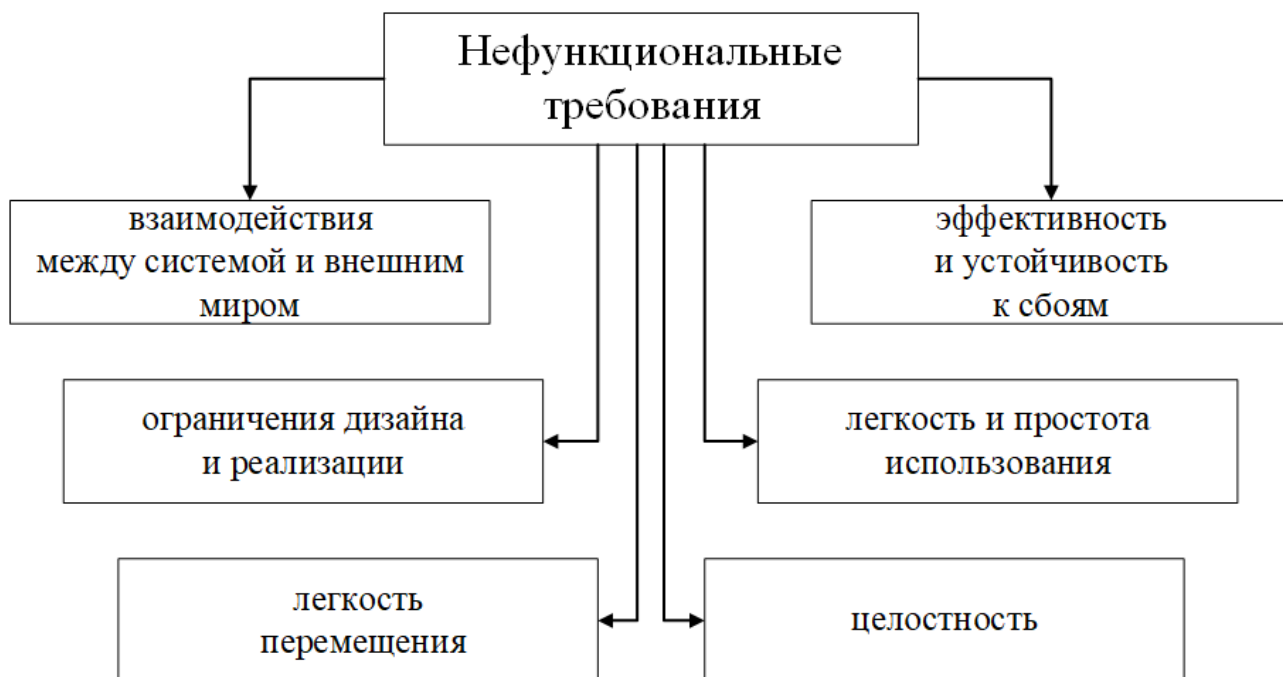


Рисунок 7 – Дополнительное описание функций продукта через его характеристики

2.3.1 Требования к системе

На основе проведенного анализа были сформулированы ключевые требования к информационной системе, а именно:

- поддерживать пользователя на протяжении всей работы, что-либо подсказывать, вести общение;
- анализировать поле не зависимо от времени;
- сигнализировать об изменениях, которые пользователь, по каким-либо причинам мог упустить;
- иметь возможность сравнения нескольких полей, в целях выбора наиболее подходящего;
- подбирать культуры для насаждения на выбранные поля.

Система должна иметь ряд функций, описанных в диаграмме вариаций использования, представленной на рисунке 8.



Рисунок 8 – Диаграмма вариантов использования

Диаграмма вариантов использования, представленная на рисунке 2, описывает функциональное назначение системы, демонстрируя проектируемую систему в виде совокупности вариантов использования (прецедентов), актеров и взаимоотношений между ними.

В проектируемой системе актер, это лицо принимающее решение (ЛПР). Он работает с данными, принимает решения. Вариантами использования являются:

1. Авторизоваться – пройти процедуру авторизации для входа в систему, используя учетные данные, а также процесс проверки (подтверждения) данных прав;
2. Зарегистрироваться – пройти процедуру регистрации, если пользователь еще не зарегистрирован в системе;

3. Выбрать существующий объект (поле) для использования – из имеющихся полей на карте выбрать наиболее приглянувшееся;
4. Ранжировать объекты (поля) по важности – присвоение каждому полю ранговых номеров;
5. Выбрать объекты (поля) оценки – внести идентификаторы оцениваемых объектов (полей);
6. Запросить у системы подбор объекта (поля) – создать запрос, в котором необходимо указать параметры (площадь, желаемую культуру для посадки, рельеф); в случае его отсутствия, показываются поля, максимально подходящие под выбранные критерии;
7. Вывести данные первичной метрики для выбранных ранее объектов (полей) – выбрать функцию, в результате которой система в виде таблицы отобразит данные первичной метрики для выбранных объектов (полей);
8. Экспортировать данные в документ – вывести отчет о проделанной работе в виде файла нужного формата.
9. Настроить уведомления о многочисленно возможных изменениях объекта (поля).

2.3.2 Работа системы

Подходы к формированию СППР, не зависимо от предметной области, подразумевает применение баз знаний (БЗ), включающих комплекс прецедентов и правил логического вывода, имитирующих действия эксперта с применением операций логического заключения и принятия решений (продукционные системы).

Результативность продукционных, нечетко - закономерных концепций и их вариаций во многом обуславливается размером и качеством содержащихся в них формализованных экспертных познаний. Именно для этой цели инженеры по знаниям при построении СППР, обязаны показать в определенной форме

размышлений и заключений экспертов о предметной области, которые ложатся в основу базы знаний.

Базы знаний СППР создаются с участием следующих специалистов:

1. специалисты предметной области (аналитики) к которой относятся решаемые СППР задачи, а также поиск, анализ и выявление ключевых параметров;
2. инженеры по знаниям, разрабатывающие СППР и теоретики, которые принимают данные и формализуют их, на основе обработки этих данных подбирается наиболее подходящая модель;
3. разработчики ПО, осуществляющие реализацию СППР в виде программного кода.

Как правило, базы знаний СППР включают информацию двух видов:

- данные, представляющие собой статические данные о предметной области;
- правила, представляющие собой наборы инструкций, согласно которым на основе известных фактов возможно получать новые факты. Факты в БЗ описывают те действия, которые являются постоянными для исследуемой предметной области. Свойства, значения которых находятся в зависимости от условий задач, СППР получает от пользователя в процессе и хранит их в своей рабочей памяти.

Например, факт– «норма пройденных шагов для человека составляет 10000 в день» хранится в базе знаний, а факт «количество шагов пройденных за сегодня равна 5000» –в рабочей памяти СППР. Функционирование баз знаний основывается в согласовании с той или иной моделью. Наиболее распространенными моделями в настоящее время являются:

- деревья (вывода, целей);
- фреймы;
- семантические сети (ассоциативные сети);
- нечёткие множества.

2.4 Работа с прецедентами

СППР основана на том, что хранит в базе данных огромную онтологию с множеством агроэкономических показателей. В данном случае, есть эксперт, определяющий нужные факторы и условия для выращивания определенных культур, и система, способная хранить в себе и анализировать большой поток информации, проходящий через неё. Именно поэтому формируется база для хранения этой информации. База знаний может пополняться и видоизменяться.

Методы формирования СППР, вне зависимости от предметной области, подразумевают действия многочисленных баз знаний, правил и фактов логического вывода, моделирующих поведение эксперта с использованием процедур логического вывода и принятия решений. Результативность продукционных, нечетко – логических систем и их модификаций во многом определяется объемом и качеством содержащихся в них формализованных экспертных знаний.

Выбранным методом построения базы знаний является рассуждение по прецедентам. В соответствии с данным подходом для того, чтобы разработать базу знаний, необходимо сначала создать прецеденты. Для разработки прецедентов был использован редактор Protege версии 5. 2.

Прецеденты, описывающие некоторые фрагменты поведения системы, не вдаваясь при этом в особенности внутренней структуры субъекта, предназначаются для документирования функциональных требований к программным системам. Определение прецедента содержит все свойственные ему виды поведения: основную последовательность, различные варианты стандартного поведения и различные исключительные ситуации с указанием ответной реакции на них. С точки зрения пользователя некоторые из видов поведения выглядят как ошибочные. Однако для системы ошибочная ситуация

является одним из вариантов поведения, который должен быть описан и обработан.

Тема выпускной квалификационной работы напрямую связана с анализом и сбором огромного количества информации, не так давно была создана онтология (которая до сих пор используется НИЛ «ИПКМ» «Института космических и информационных технологий» на кафедре систем искусственного интеллекта СФУ), в которой собраны и максимально отображены все те критерии, с помощью которых предоставлена возможность сформировать точную оценку для объекта (поля), его историю и дать возможность ЛПР, самостоятельно общаясь с системой, подобрать наиболее подходящую местность для тех или иных целей.

К решению задачи были привлечены профессора и преподаватели из аграрного университета и института космических и информационных технологий СФУ.

Сотрудничество и аналитика с экспертами дала очень большой опыт и огромный багаж информации, с помощью которой была максимально заполнена онтология, пример которой показан на рисунке 9.

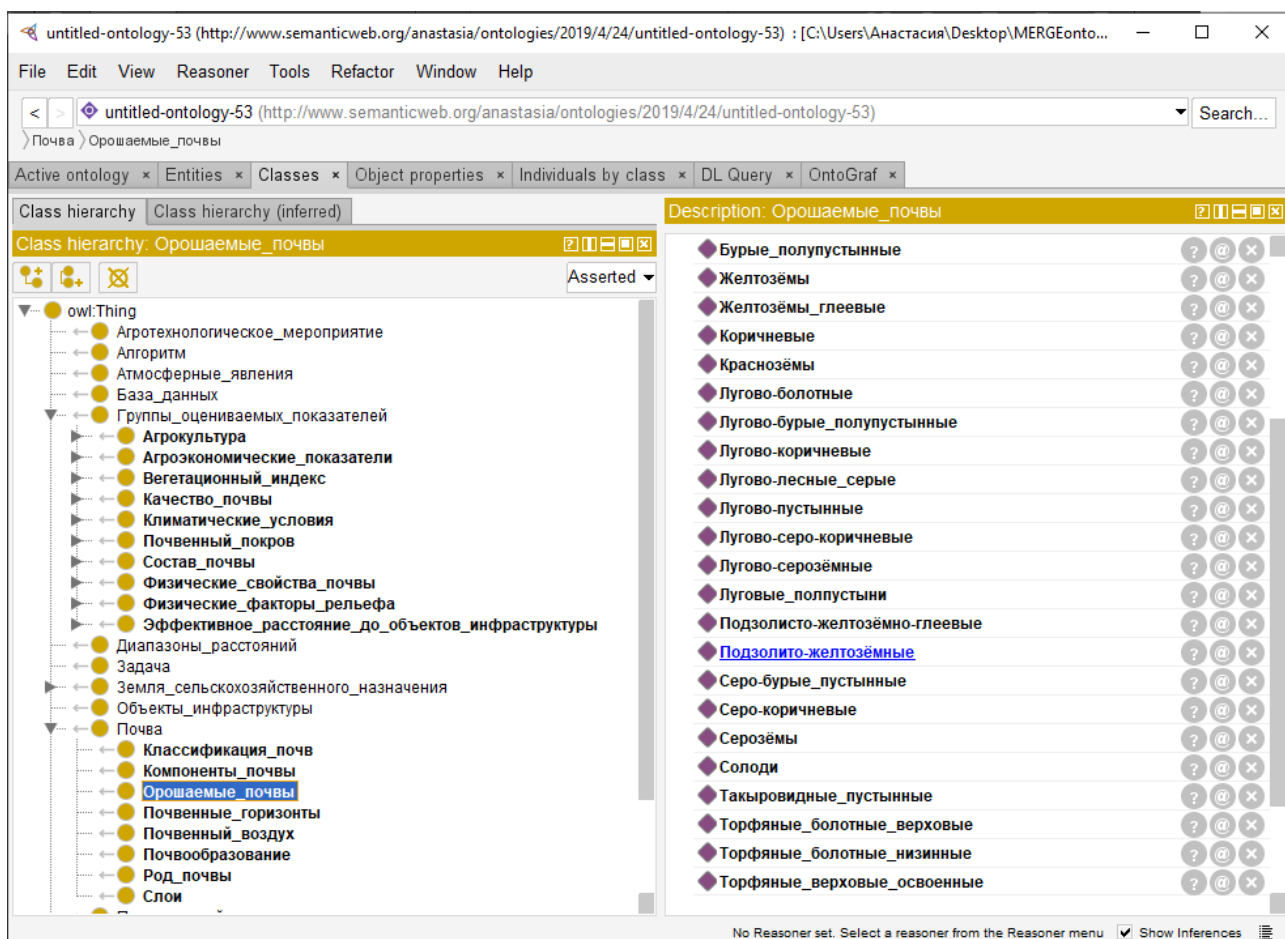


Рисунок 9 – Сборник онтологии

2.5 Разработка модели СППР

Используя данные из онтологии и прототип автоматизированной системы, ГИС - агромониторинга, процесс проектирования и разработки которой, ведется с 2013 года в научно-учебной лаборатории «Информационной поддержки космического мониторинга» (НУЛ «ИПКМ») на базе Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета (ИКИТ СФУ) города Красноярск.

Систему в данный момент тестируют агрономы Сухобузимского района Красноярского края, а также представители районной и краевой администрации. Система имеет обширный перечень возможностей. Она дает возможность работать с космическими снимками, также есть возможность получать о поле

информацию выбранную пользователем: границы поля, его площадь, наименования хозяйства, которое владеет этим полем, культуры, выращиваемые на этом поле с 2013 года, химический состав почвы, значения индекса биомассы (NDVI), уклон рельефа и т.д.

Эта система сформирована на комбинации методов ДЗЗ, геоинформационных технологий и ландшафтного картографирования. Она предоставляет возможность просматривать динамику объектов подстилающей поверхности, проводить оценку использования земель сельскохозяйственного назначения, оценивать состояние посевов, а также осуществлять совместный анализ данных Росреестра, агрохимических служб, наземных наблюдений и других источников информации.

Благодаря этим данным, разрабатывается модель поддержки принятия решений с применением баз онтологий пространственных сущностей.

2.6 Разработка интерфейсных решений

На рисунке 10 представлен интерфейс системы агромониторинга. Для незарегистрированных пользователей предоставляются возможности смены подложек карты (разных картографических сервисов, таких как Google Maps, Яндекс карты и другие), перемещения по карте и масштабирования, измерения расстояния и печати карты.

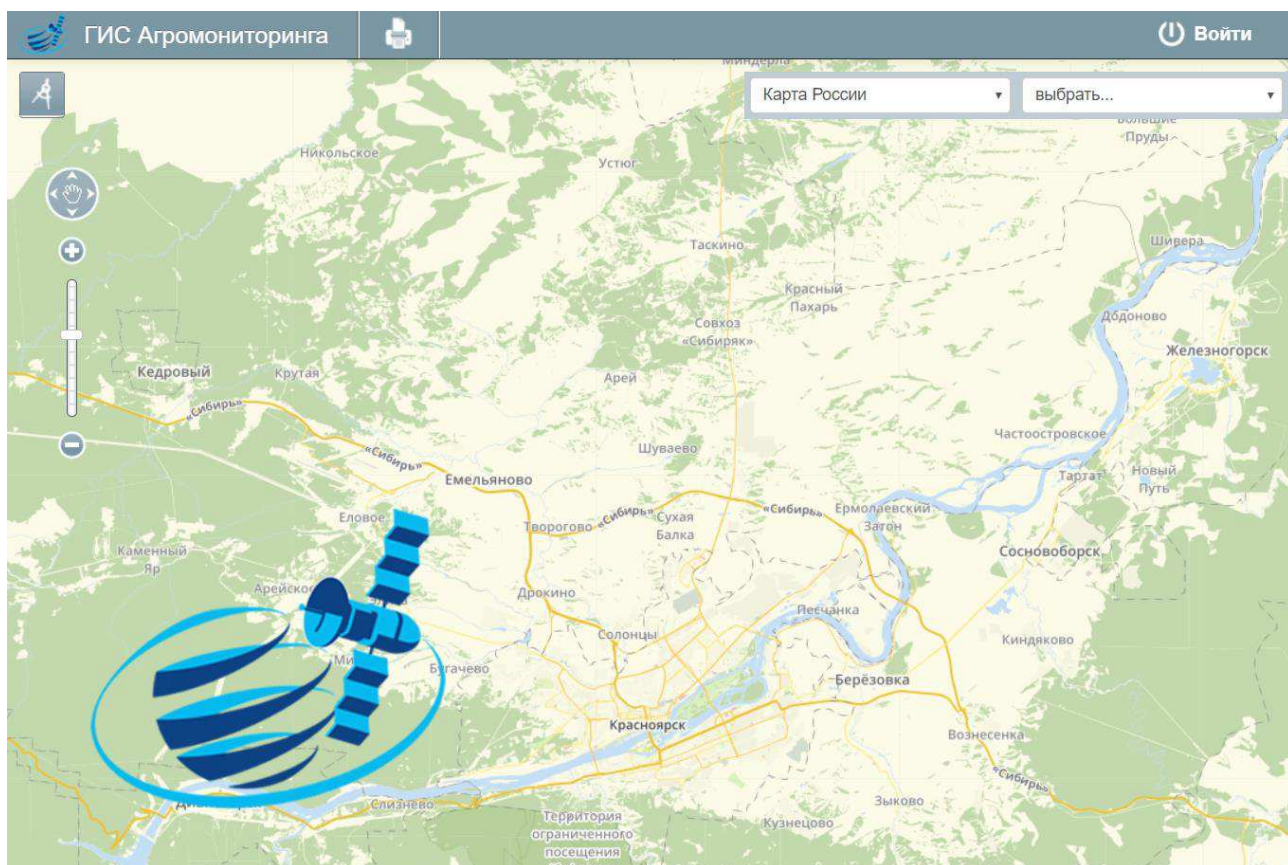


Рисунок 10 – Вход в систему

Перед началом работы пользователь обязан авторизоваться в системе. Процедура регистрации и авторизации предоставляет возможность пользователю вести учет информационной системы, обеспечивать доступ пользователям под своими учетными данными, сохранять историю выполненных задач.

После входа пользователя под своими данными в систему, перед ним открывается начальная страница для работы, представленная на рисунке 5.

Дальнейшие его действия будут зависеть от поставленных перед ним задач. На главном экране есть возможность выбора полей по: культуре, площади, дополнительным параметрам (таким как направление отрасли, для которого подбирается земля; форма поля; его размер), типу почвы, NDVI. А также диапазон расстояний и возможность сортировки полей (рисунок 11).

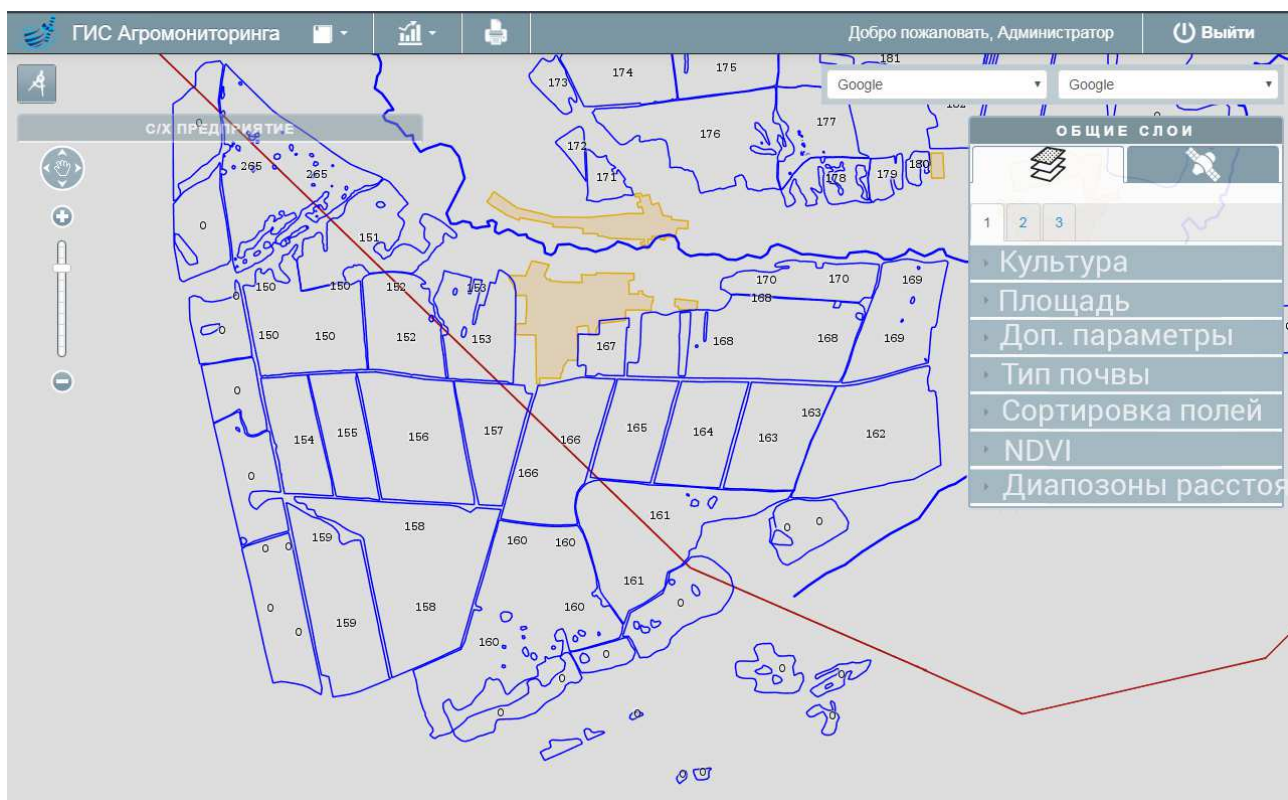


Рисунок 11 – Пользовательский интерфейс

2.7 Реализация интерфейсных решений

Для агроэкономической оценки земель нельзя не взять во внимание показатели местоположения объекта оценки. Выделены следующие основные показатели:

- расстояние до открытой воды;
- наличие транспортной доступности;
- отдаленность от населенного пункта;
- охрана земель;
- санитарно-гигиенической обстановка.

Для определения пригодных земель для возделывания сельскохозяйственных культур базовым показателем выделяется наименьшее расстояние до открытой воды. Это обуславливается недостаточной увлажненностью почвы, в случае большого удаления от водоемов. ЛПР

самостоятельно предоставляется возможность выбора всех необходимых показателей.

Для отображения выбранных культур, необходимых пользователю для их посадки, необходимо выбрать нужные сельхозкультуры (рисунок 12).

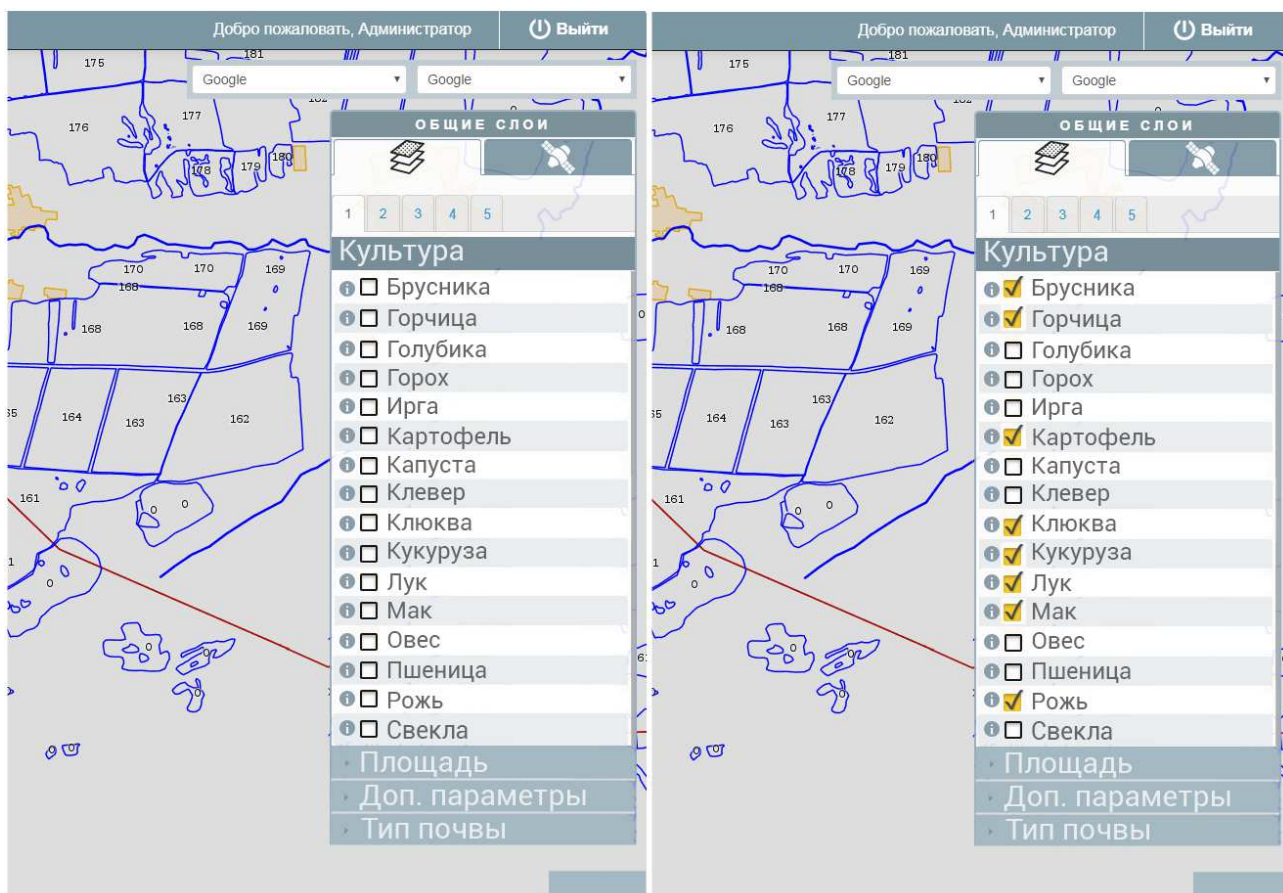


Рисунок 12 – Выбор культур

Выбрав необходимые показатели, система автоматически отобразит все наиболее подходящие поля, после чего пользователю будут представлены в этом же окне выбранные им показатели.

Благодаря градации цвета, от темно-розового до светло-розового, ЛПП будет видеть, что чем ближе цвет к светлому, тем поле менее подходит, когда же наоборот, цвет более темный, это значит, что поле наиболее подстроено для посадки выбранных культур (рисунок 13).

Посмотрев на поле, можно увидеть, что поле под номером 165 отображено самым бледным цветом, а это значит, что оно нам не подходит, так как там недостаточно влаги, подветренная сторона и твердая почва. В то время как поля под номерами: 150, 162, 169, 170, 173, отображены самым темным цветом это значит, что после обработки данных системой стало ясно, что почва в этих местах рыхлая, в меру влажная, это говорит о том, что посадка и использование данной земли, будет более удачным именно на этих полях.

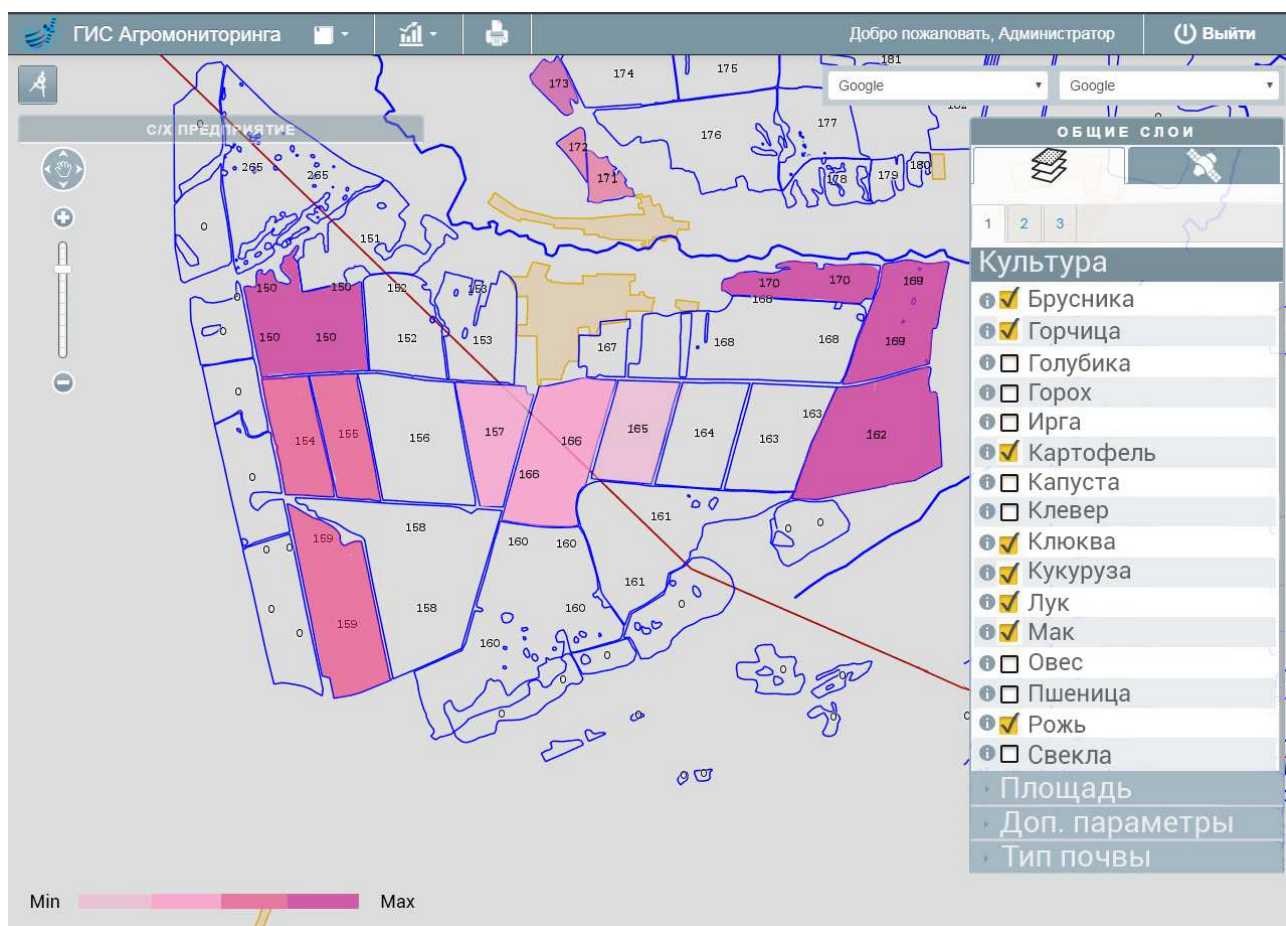


Рисунок 13 – Отображение выбранных полей

Для получения дополнительной информации необходимо кликнуть мышью на одно из выделенных полей, после чего появится окно с информацией об объекте (рисунок 14).

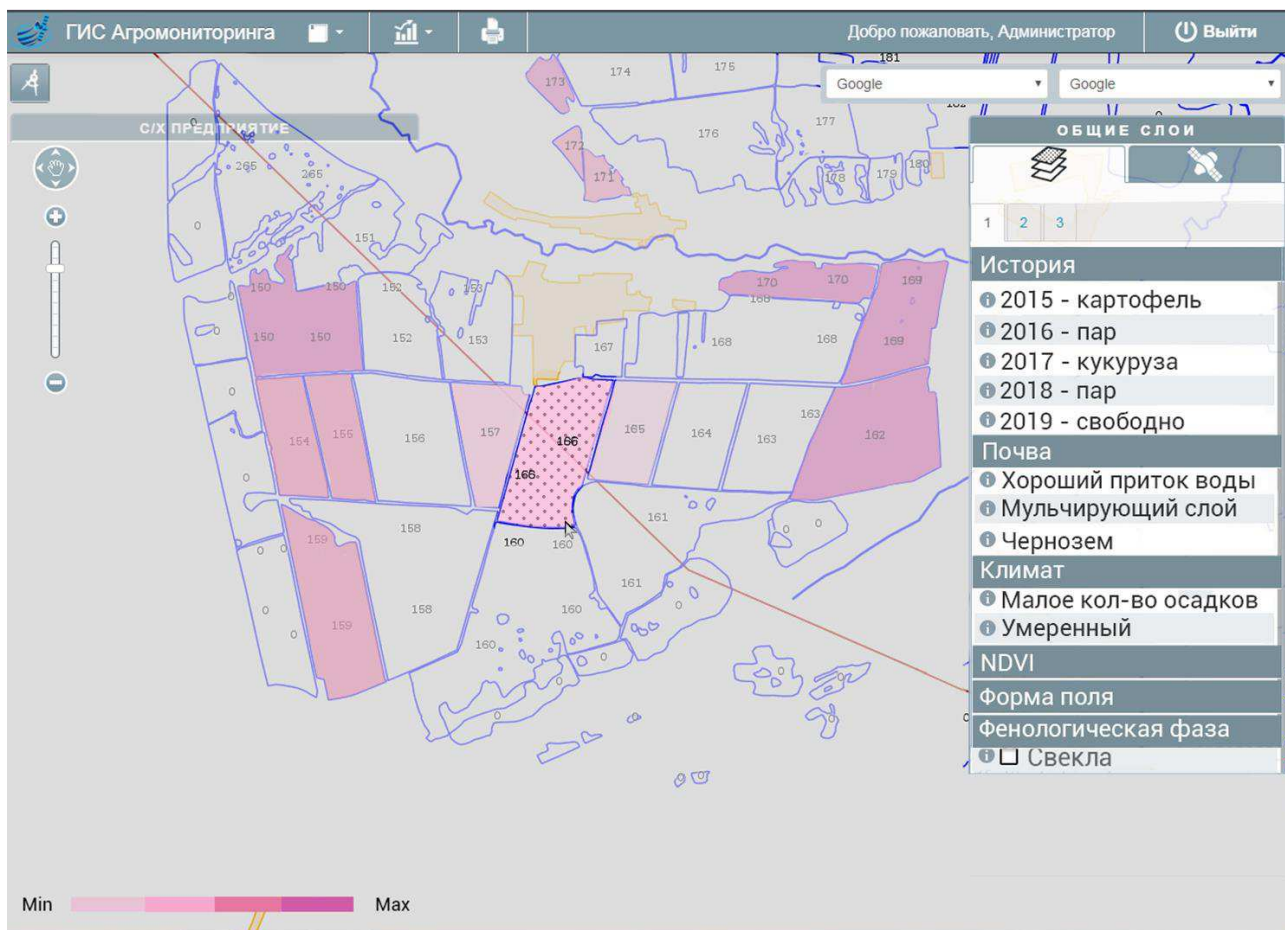


Рисунок 14 – Вывод дополнительной информации

Для решения любой задачи нужны показатели. Система имеет возможность выборки, при работе с ЛПР, СППР анализирует и в ходе многочисленных сеансов запоминает схему решения задачи.

2.7.1 Особенности земель сельскохозяйственного назначения

Так как земли, назначение которых, напрямую относится к сельскому хозяйству, должны использоваться согласно их направленности, законными порядками, допустимым применением, установленными для этой категории земель законами на федеральных и областных уровнях, которые указываются при предоставлении земель. Порядок использования земельных участков, определяется уже законным владельцем земельного участка с учетом природных и экономических условий и в соответствии землеустроительной документацией.

Самовольное использование земель сельскохозяйственного назначения с целью, не соответствующей их начальному предназначению, не разрешается. На землях под сельское хозяйство, отнесенных также к другим категориям, имеющим более строгий режим и нормы, действуют все правила и ограничения, установленные для этих категорий.

К примеру, возьмем поле под номером 160 (обозначено красным цветом). По нему сразу видно, что форма очень сложная, и цена обработки будет значительно выше, чем, скажем для участка под номером 156 (обозначено зеленым цветом). Потому как, для обработки ровного участка потребуется в несколько раз меньше сил, используемых единиц техники и денег, когда на обработку совершенно противоположного участка. (Рисунок 15)

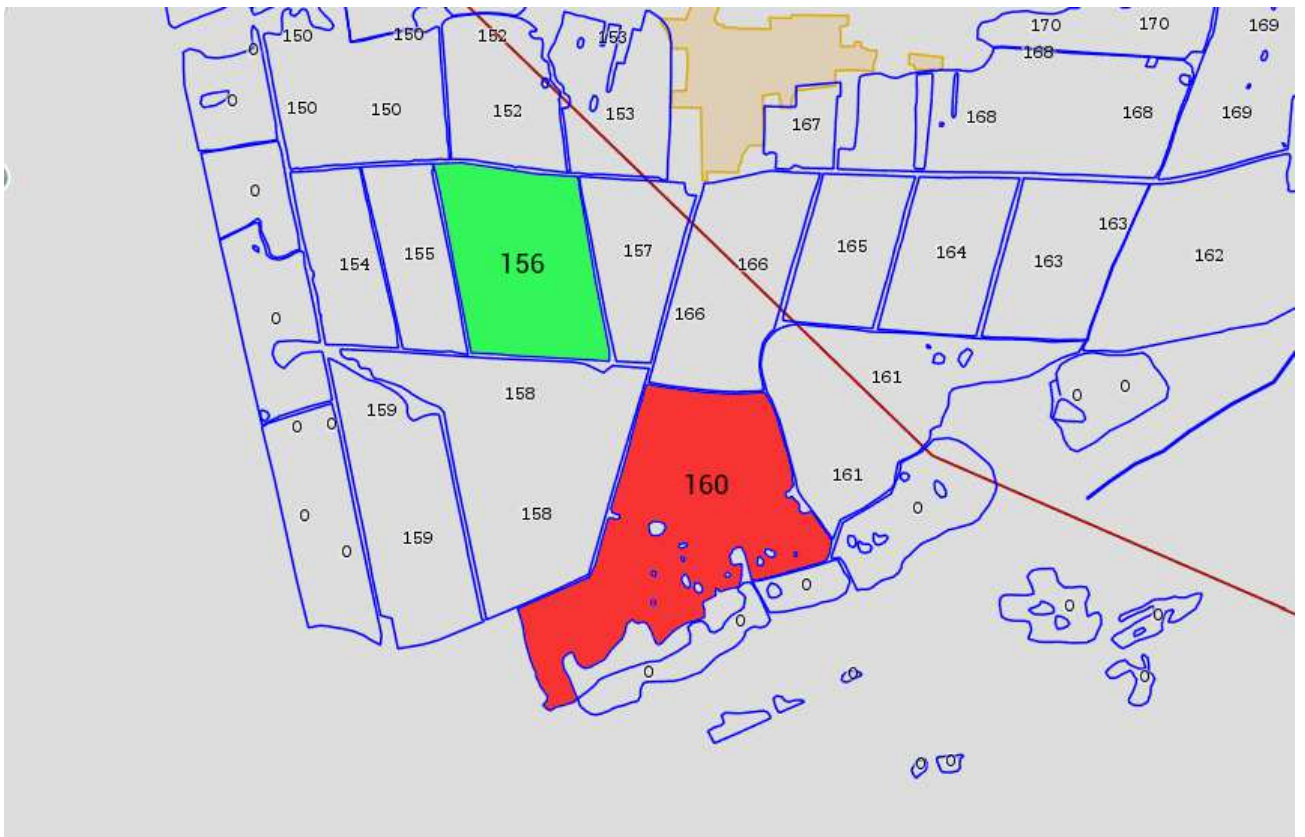


Рисунок 15 – Сравнение полей

2.7.2 Анализ и сравнение полей

Для более детального и углубленного представления о создаваемой модели возьмем несколько полей и рассмотрим, как они расписываются в существующей онтологии. Для примера возьмем всю ту же область на карте, но рассматривать её будем, уже в рамках наших климатических условий.

Скажем, нам нужно «посадить картофель», сделав запрос, СППР обращается в БЗ (которая основана на онтологии) из которой берет и анализирует всю информацию, связанную с маркером «Картофель». (Таблица 1)

Таблица 1 – Информация, связанная с маркером «Картофель»

Показатель	Значение
Подходящая почва	Дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы по механическому составу глинистые и суглинистые, супесчаные и легкосуглинистые
Лучшие предшественники	Озимые хлеба (где они традиционно высеваются), однолетние зерновые бобовые (горох, чечевица, бобы и др.)
Средний размер поля	250 Га
Необходимый покров	Мощный, рыхлый, хорошо аэрируемый и достаточно влажный пахотный слой.
Среднесуточная температура воздуха	10-15°С
Рельеф	Равнина

После всех обработанных данных, взятых из онтологии, система должна помочь пользователю и подсветить те поля, которые брать стоит, а какие нет. Так, на рисунке 16, отображены поля, отмеченные разным цветом, где:

- зеленый (наиболее подходящая земля, полностью готова к посадке);
- коричневый (земля подходит, но требует дополнительного ухода перед посевом);
- красный (велика вероятность того, что урожай не взойдет);
- бежевый (земля, находящаяся под паром).

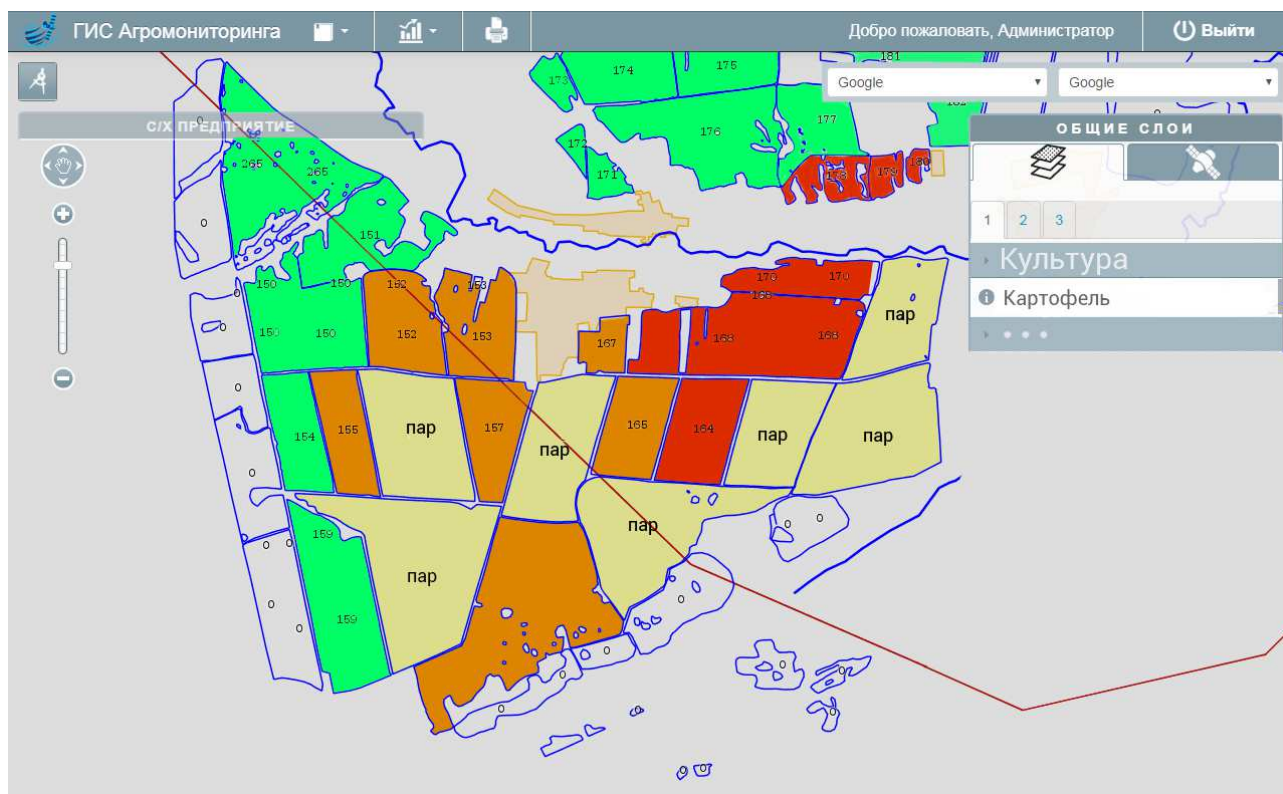


Рисунок 16 – Подбор поля

Представим полученную информацию в виде таблицы, в которой можно наглядно увидеть данные о каждом поле, используя онтологию. (Таблица 2)

Таблица 2 – информация из БЗ, связанная с маркером «Картофель»

Цвет на карте	Номер поля	Данные
Зеленый	150-151, 154, 159, 171-177, 182, 265	Располагаются на равнинах, отсутствуют склоны и болота. Почва рыхлая, хорошо вспахиваемая, слабокислая. Состоит из черноземов и серых лесных типов. С подветренной стороны есть кустарники, которые защитят юные растения от холодных ветров.

Цвет на карте	Номер поля	Данные
Коричневый	152-153, 155, 157	Высокая кислотность и песчаный грунт. Имеются возвышенности, следовательно местность подвержена жаре и засухе.
Красный	164, 168, 170, 178-180	Грунт дерно-подзолистый и каменистый, очень мокрая почва. Глинистый и тяжелый грунт. Застаивается талая воды. Обитают вредители, такие как гусеницы и колорадские жуки.

Окончание таблицы 1

2.8 Вывод по главе 2

Во второй главе описаны процессы проектирования и разработки элементов пользовательского интерфейса для системы агромониторинга. Кратко описаны использовавшиеся технические средства и программное обеспечение, используемое при работе. В итоге, выполнена вторая задача ВКР – проектирование и работы СППР. Разработаны и реализованы необходимые элементы интерфейса, нужные для работы пользователя с данными полей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были проанализированы первичные требования к СППР и произведена разработка её модели, которая выполняет функции помощника в решении сложных задач.

Так же реализован обзор предметной области, в котором рассмотрены информационные технологии, использующиеся в сельском хозяйстве и обоснована их актуальность, а также обзор функций и возможностей разных СППР.

Описаны процессы проектирования и разработки элементов пользовательского интерфейса для системы агромониторинга. Кратко описаны использовавшиеся технические средства и программное обеспечение, используемое при работе. В итоге, выполнена вторая задача ВКР – проектирование и работы СППР. Разработаны и реализованы необходимые элементы интерфейса, нужные для работы пользователя с данными полей.

В дальнейшем полученные наработки планируется использовать в создании полноценной СППР в рамках лаборатории кафедры систем искусственного интеллекта.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПК – агропромышленный комплекс

АИС – автоматизированная информационная система

БЗ – база знаний

ГИС – геоинформационная система

ЗСХН – земли сельскохозяйственного назначения

ИТ – информационные технологии

ИС – информационная система

ЛПР – лицо, принимающее решения

СППР – система поддержки принятия решений

СК – сельскохозяйственный контур

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Верескун, В. Д. Информационно-управляющие системы в научных исследованиях и на производстве: учебное пособие / В. Д. Верескун, А. Н. Цуриков; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов на Дону: 2016. – 53 с.
2. Галиев, К. С. Использование терминов «АСУ» и «ИС» в сельском хозяйстве с точки зрения информатики / К.С. Галиев, Е.К. Печурин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 803 – 823
3. Гелецкий, В. М. Г 31 Реферативные, курсовые и выпускные квалификационные работы: учеб.-метод. пособие / В. М. Гелецкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: Сибирский Федеральный университет, 2011. – 152 с.
4. Дошина, А. Д. Экспертная система. Классификация. Обзор существующих экспертных систем: научная статья // 2016. 756-758 с.
5. Информационный ресурс компании «Газета.ru». общественно-политическое интернет-издание [Электронный ресурс]: мозг три дела не потянет. – Режим доступа: https://www.gazeta.ru/science/2010/04/16_a_3352769
6. Кадомцева, М. Е. Система государственного информационного обеспечения АПК и её роль в управлении сельскими территориями: научная статья // 2018. 105-111 с. Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 803 – 823
7. Кинтонова, А.Ж., Ахметова Использование OSTIS технологий в системах / Кутебаев Т.Ж. // Научный журнал «Международный Г.М. дистанционного обучения журнал экспериментального образования»
8. Найханова, Л.В. Основные аспекты построения онтологий верхнего уровня и предметной области. // В сборнике научных статей "Интернет-порталы:

содержание и технологии". Выпуск 3. / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика". - М.: Просвещение, 2005. - С. 452-479.

9. Раевич, К. В. Управление использование продуктивных земель агропромышленного комплекса Красноярского края на основе показателей агроэкономического потенциала: научная статья // К.В. Раевич, И.В. Зеньков, Ю.А. Маглинец - Красноярск, 2016. 89-98 с.

10. Раевич, К. В. Интеллектуальная информационная система оценивания земель сельскохозяйственного назначения / К.В. Раевич, Ю.А. Маглинец, Г.М. Цибульский // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 2016, 9(7), 1025-1034

11. Савченко О. Ф. Методологические аспекты создания информационных систем в сельском хозяйстве / О. Ф. Савченко // Достижение науки и техники АПК. – 2006. № 11. – С. 5 -9.

12. Сагателян, А.К. Проблемы безопасности окружающей среды. // Сборник статей. / Изд-во «Гитутюн»: НАН РА Центр эколого-ноосферных исследований. 2016. – 266 с.

13. Тимошевская, Т. И. Оптимизационная модель управления земельными ресурсами сельскохозяйственных предприятий с использованием системы оценочных показателей и стратегических сценариев // Молодой ученый. – 2014. – №1. – С. 189-197.

14. Якушев, В. В. Система поддержки принятия решений в земледелии. Принципы построения и функциональные возможности. // Журнал известия российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2009. С. 110-114.

15. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Плакаты презентаций



Рисунок А.1 – Плакат презентации №1

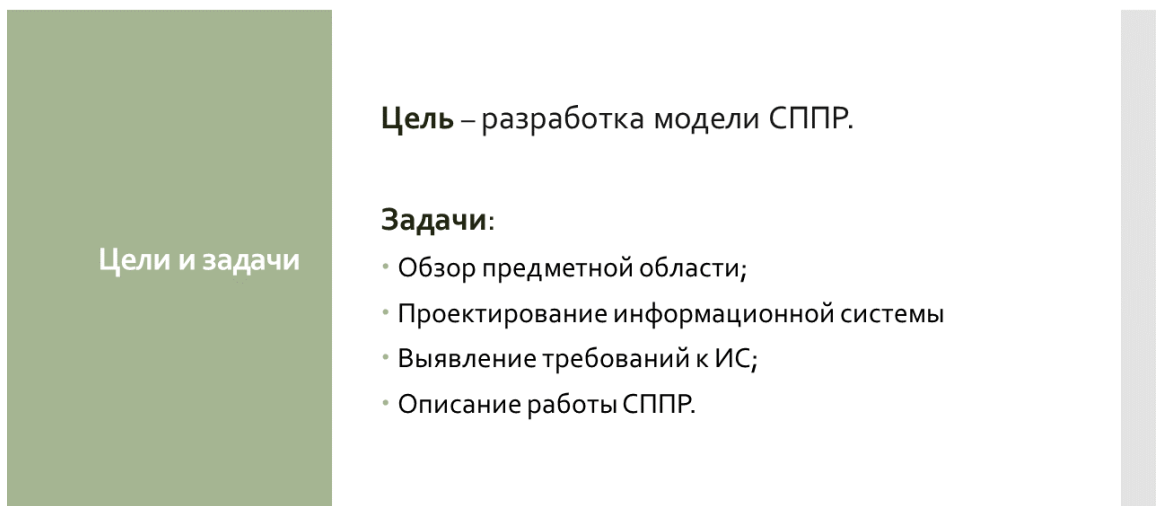


Рисунок А.2 – Плакат презентации №2

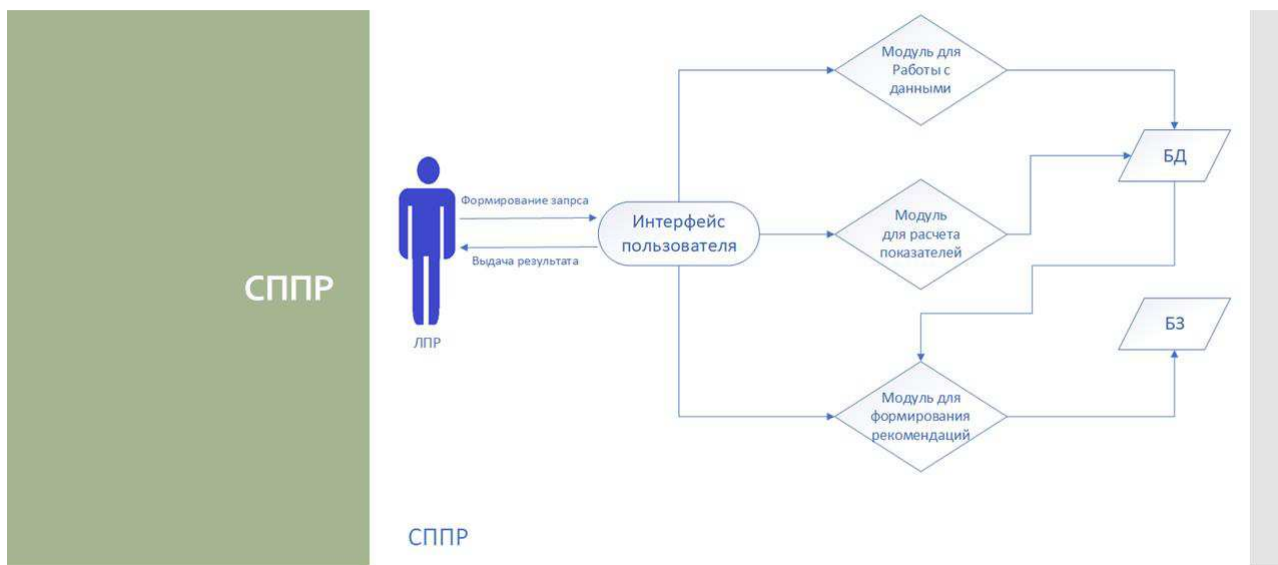


Рисунок А.3– Плакат презентации №3

Программное обеспечение и практические средства

- 1) QGis
- 2) Adobe Illustrator
- 3) CSS (CascadingStyleSheets)
- 4) AdobePhotoshop
- 5) Microsoft Visio

Рисунок А.4 – Плакат презентации №4

Диаграмма
вариаций
использования



Рисунок А.5 – Плакат презентации №5

Выбор культур

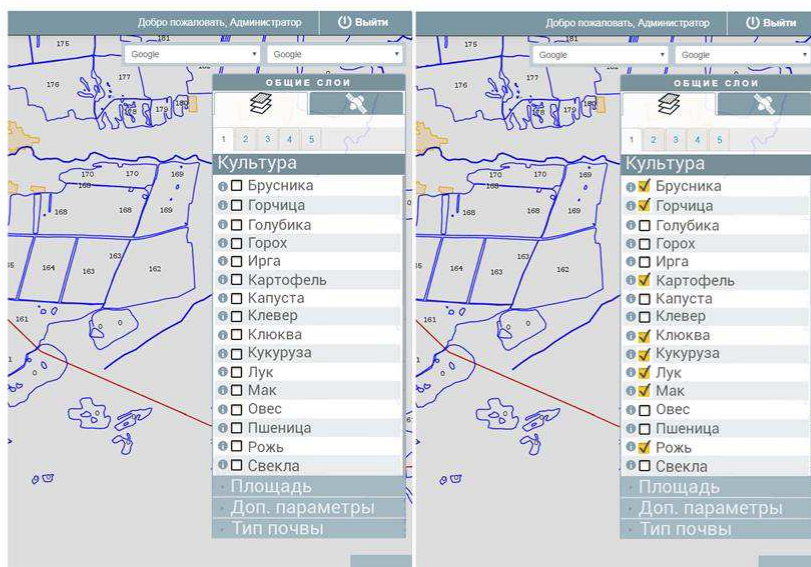


Рисунок А.6 – Плакат презентации №6

Визуализация

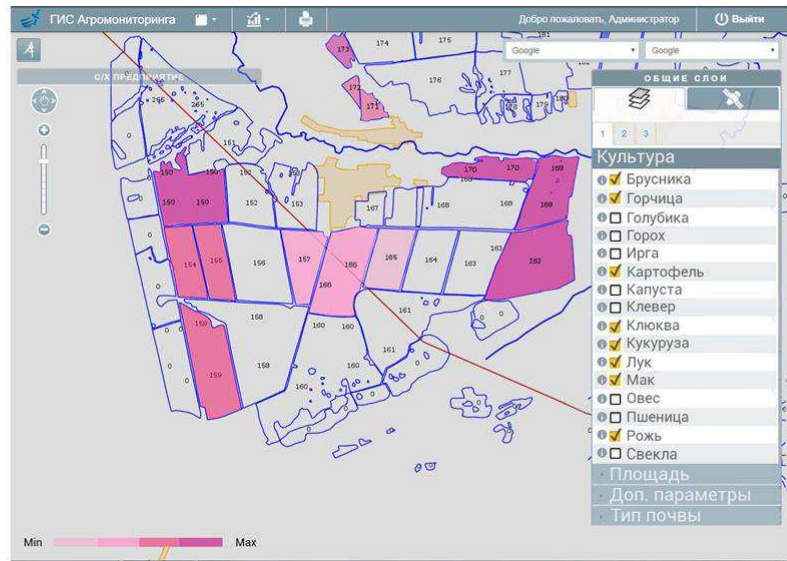


Рисунок А.7 – Плакат презентации №7

Вывод информации о каждом поле

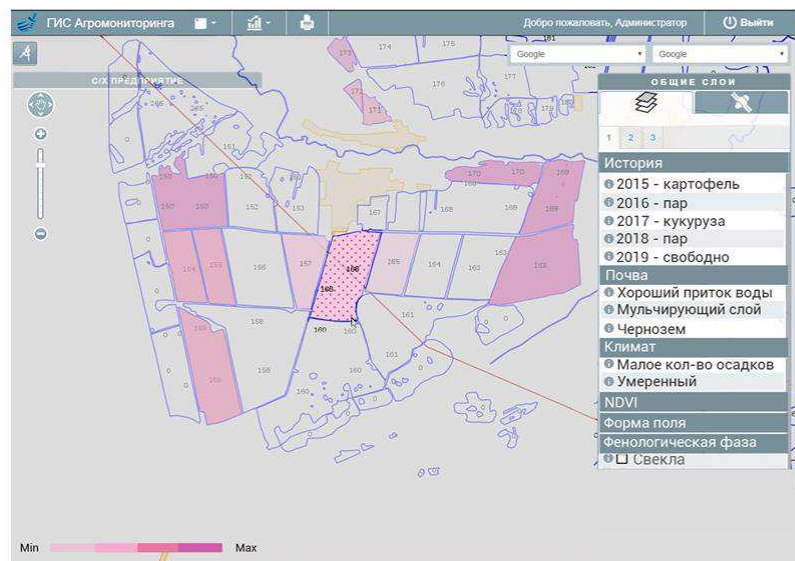


Рисунок А.8– Плакат презентации №8

Функциональные требования к ИС

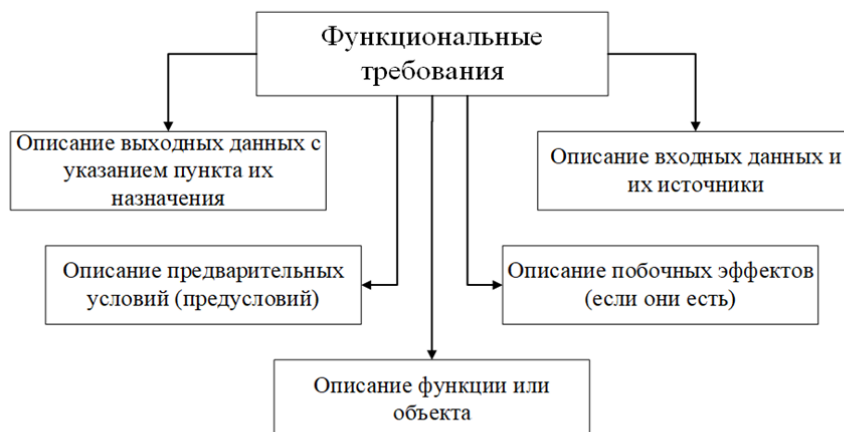


Рисунок А.9 – Плакат презентации №9

Заключение

- Конкретизированы функциональные требования к ИС;
- Представлена диаграмма вариаций использования;
- Описана структура СППР;
- Отображены технические средства разработки ИС;
- Представлена разработка части интерфейса.

Рисунок А.10 – Плакат презентации №10



Очное выступление на круглом столе в институте космических и информационных технологий СФУ, которое проходило 24 мая 2019 года.

Тематика:

«Возможности использования данных ДЗЗ для распознавания почвенно-растительного покрова».

Присутствовали: ППС и магистры в составе 20 человек КрасГау, ППС каф. Б-ГИС и каф. СИИ в составе 5 человек ИКИТ СФУ.

Рисунок А.11 – Плакат презентации №11

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра систем искусственного интеллекта

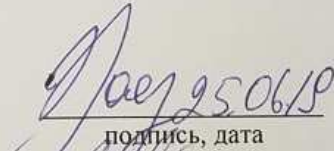
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. М. Цибульский
подпись
« _____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Разработка модели поддержки принятия решений с применением баз онтологий
пространственных сущностей

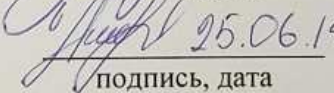
Руководитель


_____ 25.06.19
подпись, дата

доцент, канд. техн. наук

К. В. Раевич

Выпускник


_____ 25.06.19
подпись, дата

А. Д. Шабанова

Красноярск 2019