

Пермский филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Факультет экономики, менеджмента и бизнес-информатики

Бакулин Никита Константинович

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

Курсовая работа

по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия
образовательная программа «Программная инженерия»

Руководитель
преподаватель кафедры
информационных
технологий в бизнесе

О.И. Гордеева

Пермь, 2017 год

Аннотация

Автор - Бакулин Никита Константинович.

Тема работы - «Разработка информационной системы учёта небесных тел».

Год издания – 2017

Издательство – Кафедра информационных технологий в бизнесе НИУ ВШЭ - Пермь.

Количество глав –3.

В курсовой работе рассмотрены вопросы, связанные с информационной системы учёта небесных тел, найдены и рассмотрены аналоги, выделены их преимущества и недостатки, на основе которых будет выполнена реализация программного продукта.

Работа содержит 42 страницы основного текста, состоит из трёх глав и 7 приложений

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Анализ предметной области	6
1.1. Сферическая астрономия	7
1.2. Существующие аналоги систем учёта небесных тел	7
1.2.1. База данных по запускам космических объектов	7
1.2.2. Запуски космических аппаратов	8
1.3. Анализ выбранных аналогов систем учёта небесных тел	8
1.4. Формирование требований к разрабатываемой системе	10
Глава 2. Проектирование программного продукта	11
2.1. Диаграмма прецедентов	11
2.1.1. Прецедент «Вход в систему»	12
2.1.2. Прецедент «Регистрация учёного»	12
2.1.3. Прецедент «Работа с сущностями»	13
2.1.4. Прецедент «Формирование отчёта в Excel»	13
2.1.5. Прецедент «Генерация запросов»	14
2.1.6. Прецедент «Добавление элементов»	14
2.1.7. Прецедент «Изменение элементов»	15
2.1.8. Прецедент «Удаление элементов»	16
2.1.9. Прецедент «Просмотр элементов»	16
2.1.10. Прецедент «Поиск тел в галактике»	16
2.2. Диаграммы активностей	17
2.2.1. Вход в систему	17
2.2.2. Регистрация в системе	18
2.2.3. Работа с сущностями	19
2.2.4. Формирование отчёта в Excel	20
2.2.5. Генерация запросов	21
2.2.6. Добавление элементов	21
2.2.7. Просмотр элементов	22
2.2.8. Поиск тел в галактике	23
2.3. Диаграмма сущность-связь	23
2.3.1. Галактики	24
2.3.2. Звёзды	25
2.3.3. Астероиды	25

2.3.4. Кометы	26
2.3.5. Планеты.....	26
2.3.6. Искусственные спутники	27
2.3.7. Чёрные дыры	27
2.3.8. Данные пользователей.....	28
2.3.9. Пользователи	28
2.3.10. Тела.....	28
2.4. Включает тело	28
2.5. Диаграммы последовательностей	29
2.5.1. Вход в систему	29
2.5.2. Регистрация в системе	29
2.5.3. Работа с сущностями	30
2.5.4. Формирование отчёта в Excel	30
2.5.5. Генерация запросов	30
2.5.6. Добавление элементов.....	31
2.5.7. Изменение элементов	31
2.5.8. Удаление элементов	31
2.5.9. Просмотр элементов	32
2.5.10. Поиск тел в галактике.....	32
Глава 3. Реализация информационной системы учёта небесных тел	33
3.1. Внешний вид информационной системы	33
3.1.1. Вход в систему	33
3.1.2. Регистрация в системе	33
3.1.3. Главное меню	34
3.1.4. Каталог небесных объектов	34
3.1.5. Таблица «Астероиды»	35
3.1.6. Таблица «Астероиды (запросы)»	35
3.1.7. Поиск тел в галактике.....	36
3.1.8. Конструктор запросов	36
3.1.9. Выгрузка отчёта в Excel	37
3.2. Реализация конструктора запросов.....	38
3.3. Запросы к базе данных	39
3.4. Тестирование системы учёта небесных тел	39
Заключение	41
Библиографический список	42

Введение

Ещё с древних времён человечество стремилось в небо. В первобытные времена небо считалось домом богов. В античные времена вместе с картами звёздного неба появились первые правильные догадки о структуре звёзд и других небесных тел. Такие теории получили мощное развитие в средневековье. С развитием оптики и появлением более мощных телескопов человечество, наконец, начало комплексное изучение космоса.

Представленная работа актуальна потому, что в наше время космические карты перестают быть удобными – очень тяжело охватить огромное пространство всего лишь одной картой или схемой. Именно поэтому такие схемы используются для работы с достаточно малыми участками космического пространства. Чтобы вместить все открытые объекты, нужно нечто значительно большее, чем карта. Именно в таких случаях удобно использовать базы данных, которые могут дополняться и модифицироваться по мере открытия новых небесных тел, а их специфика позволяет вместить огромные объёмы информации.

Соответственно, целью курсовой работы является реализация такой информационной системы.

Задачами курсовой работы являются изучение предметной области, анализ аналогов, формирование требований к функционалу разрабатываемой информационной системы, проектирование, непосредственно разработка программного продукта и, конечно, получение практических навыков по использованию языков программирования и инструментальных средств для моделирования и проектировании информационных систем.

Объектом курсовой работы являются характеристики небесных тел, предмет работы – информационная система, включающая базу данных учёта небесных объектов.

Глава 1. Анализ предметной области

Вопросы о структуре мира вокруг нас волнуют человечество с самого начала его существования. Было выдвинуто и опровергнуто множество теорий и появились различные объяснения окружающих нас явлений. Изучая нашу планету тысячелетиями, мы нашли ответы на многие наши вопросы, и, казалось бы, можно ограничиться пределами нашей планеты, но человечество слишком любопытно... На один из самых любопытных вопросов: «Как появилась вселенная и человек в ней?», так и не найден комплексный и точный ответ. И если на вторую часть вопроса «ответил» (теория эволюции принята за основную почти во всём мире) Чарлз Дарвин с его «теорией эволюции», а после – «теорией синтетической эволюции», то частичный ответ на первую часть появился относительно недавно – мы всё ещё знаем недостаточно о космосе, его строении и свойствах.

В процессе изучения космического пространства появилась космология – наука, изучающая вселенную и её эволюцию. Основной теорией, объясняющей происхождение вселенной принята «теория большого взрыва». Теория гласит, что изначально вселенная была высокооднородной и обладала огромной энергией, давлением и температурой. В результате её охлаждения и расширения произошёл «взрыв» - выделение колоссальных количеств энергии, сопровождающийся непрерывным расширением вселенной. Именно непрерывное расширение и является основной идеей данной теории. Другой важной частью теории является возможный конец существования вселенной, какой мы её знаем (вселенная с планетами, звёздами, другими крупными телами и микрообъектами). Считается, что, расширяясь, плотность Вселенной будет настолько мала, что элементарные частицы просто перестанут взаимодействовать друг с другом (конечное количество элементарных частиц распределится в бесконечно растущем пространстве, занимаемом вселенной).

Казалось бы, что ещё нам нужно знать, ответ на вопрос получен, но в наших знаниях о космосе столько белых пятен, что ни в каких выводах и теориях сейчас нельзя быть уверенными. Итак, чтобы расширить своё знание о вселенной, её особенностях и законах человек настойчиво продолжает формулировать новые теории, находить им подтверждение или опровержение [1-3].

1.1.Сферическая астрономия

Сферическая астрономия – древнейший раздел астрономии, описывающий способы определения положений объектов на небесной сфере. Этот раздел изучает траектории и уравнения движения небесных объектов. Именно знание уравнения движения настоящее время именно сферическая астрономия позволяет нам предсказать тела и позволяет определить его положение в любой момент времени. В движение далёких небесных объектов на годы вперёд и предотвратить возможную угрозу столкновения с Землёй.

Ранее люди создавали карты и полотна небесных тел, сейчас на смену им пришли 3D модели участков вселенной, но они охватывают лишь малую часть известного нам космического пространства, а вместить весь видимый космос в одну такую модель просто невозможно. Для этого создаются базы данных небесных объектов. Далее будут рассмотрены их примеры.

1.2. Существующие аналоги систем учёта небесных тел

На данный момент в свободном доступе находится малое количество аналогов информационных систем, работающих с большим количеством сущностей, именно поэтому аналоги выбраны из более узкой, но более проработанной области.

1.2.1. База данных по запускам космических объектов

Одним из примеров является «база данных по запускам космических объектов» совместно разработанная с автором сервера «Энциклопедия Космонавтика» (<http://www.zabor.com/launch/>).

Автор:

- Александр Железняков.

Целевой аудиторией автор выделил:

- Исследователь.
- Преподаватель.
- Учащийся.

Предметной же областью является планирование и осуществление запусков космических аппаратов и искусственных небесных тел.

Данная система была выбрана для рассмотрения по причине того, что запускаемые человеком космические объекты тоже являются небесными телами.

Итак, информационная система охватывает временные рамки с 4 октября 1957 года (начало «космической эры») по настоящее время и выдаёт информацию по запросам, составленным по пяти критериям: «страна», «космодром», «модель запускаемого аппарата», начало и конец временного периода поиска.

1.2.2. Запуски космических аппаратов

Вторым примером является база данных «запуски космических аппаратов» с информационного портала «Magnolia Terra» (<http://magnolia.com.ru/db/>).

Автор:

- Magnolia Terra.

Целевой аудиторией автор выделил:

- Исследователь.
- Преподаватель.
- Учащийся.

Предметной областью также является планирование и осуществление запусков космических аппаратов и искусственных небесных тел.

Данная система по тематике своей схожа с предыдущей, но реализована несколько иначе (различия будут рассмотрены в главе 1.3)

Итак, информационная система охватывает временные рамки начала 2009 года и по настоящее время, данные базы основаны на отчётах “Johnatan’s space report”, публикуемых дважды в месяц.

1.3. Анализ выбранных аналогов систем учёта небесных тел

«База данных по запускам космических объектов» (Рисунок 1.1) не только выдаёт информацию по запросам пользователя, но и предоставляет дополнительную информацию о параметрах и особенностях пуска объекта (см Рисунок 1.2).

Все страны

Все космодромы

Все РН

[MM/DD/YY]

В период с

4/10/57

По

17/4/99

Поиск

1-10

11-20

21-30

31-40

41-50

51-60

61-70

71-80

81-90

91-100

>>

Результаты поиска: Отобрано записей: 4304

N	Номер	Страна	Космодром	Площадка	РН	Дата запуска
1	1	СССР	Байконур	LC1	"Спутник 8К71ПС", сер. № М1-1ПС	04.10.1957 19:28:34
2	2	СССР	Байконур	LC1	"Спутник 8К71ПС", сер. № М1-2ПС	03.11.1957 2:30:42
3	-	США	Cape Canaveral	LC18A	"Vanguard", сер. № TV-3	06.12.1957 16:45:00
4	3	США	Cape Canaveral	LC26A	"Jupiter-C", сер. № RS-29	01.02.1958 3:48:16
5	-	США	Cape Canaveral	LC18A	"Vanguard", сер. № TV-3BU	05.02.1958 7:33:00
6	-	США	Cape Canaveral	LC26A	"Jupiter-C", сер. № RS/CC-26	05.03.1958 18:27:59
7	4	США	Cape Canaveral	LC18A	"Vanguard", сер. № TV-4	17.03.1958 12:15:41
8	5	США	Cape Canaveral	LC26A	"Jupiter-C", сер. № RS-24	26.03.1958 17:38:00
9	-	СССР	Байконур	LC1	"Спутник 8А91", сер. № В1-2	27.04.1958 9:01:00
10	-	США	Cape Canaveral	LC18A	"Vanguard", сер. № TV-5	28.04.1958 2:53:00

Рисунок 1.1. База данных по запускам космических объектов

Запущены спутники: 1

1,СССР, Байконур,04.10.1957 19:28:34

N	Спутник	Рег.номера NORAD/COSPAR	Наклонение	Период обр.	Перигей	Апогей	Дата посадки	Срок существования	Примечания
1	Первый советский ИСЗ ["ПС-1"] (СССР)	00002 / 1957 а 2	65,1	96,17	228	947	04.01.1958	92	Бортовое оборудование спутника функционировало в течение трех недель. Сошел с орбиты и сгорел в атмосфере Земли.

Рисунок 1.2. Дополнительная информация по спутнику

Таким образом, информация по запросу пользователя подаётся достаточно удобно, есть дополнительные сведения, но отсутствуют единицы их измерения, что усложняет восприятие информации.

«Запуски космических аппаратов» (Рисунок 1.3) охватывает значительно меньший промежуток времени и предоставляет значительно меньше дополнительных сведений о запущенных объектах, но при просмотре таблицы объектов не требуется перелистывать страницы вперёд и назад, достаточно просто пролистать таблицу вниз (см. Рисунок 1.4.).

Запуски космических аппаратов

Таблица содержит информацию о всех запусках космических аппаратов (КА), включая искусственные спутники Земли и пилотируемые миссии. Каждая запись включает дату и время запуска (UTC), наименование космического аппарата и ракеты-носителя, стартовую площадку, назначение КА, идентификационный номер COSPAR.

JONATHAN'S SPACE REPORT

2016

JONATHAN'S SPACE REPORT

2015

JONATHAN'S SPACE REPORT

2014

JONATHAN'S SPACE REPORT

2013

JONATHAN'S SPACE REPORT

2012

JONATHAN'S SPACE REPORT

2011

JONATHAN'S SPACE REPORT

2010

JONATHAN'S SPACE REPORT

2009

Рисунок 1.3. Запуски космических аппаратов

Дата	Название	Носитель	Площадка	Назначение	COSPAR
13.09.2016 13:48	Ofeq-11	Shavit	Palmachim	Imaging	2016-56A
08.09.2016 23:05	OSIRIS-REx	Atlas V 411	Canaveral SLC41	Space Probe	2016-55A
08.09.2016 11:20	Insat-3DR	GSLV Mk II	Satish Dawan SLP	Weather	2016-54A
24.08.2016 22:16	Intelsat IS-33e/36	Ariane 5ECA	Kourou ELA3	Comms	2016-53A/B
19.08.2016 04:52	GSSAP 3/4	Delta 4M+(4,2)	Canaveral SLC37B	Space Surv	2016-52A/B
15.08.2016 17:40	Mozi/Lixing-1/3Cat-2	Chang Zheng 2D	Jiuquan	Science	2016-51A-C
14.08.2016 05:26	JCSAT-16	Falcon 9	Canaveral SLC40	Comms	2016-50A
09.08.2016 22:55	Gaofen 3	Chang Zheng 4C	Taiyuan	Radar Imager	2016-49A
06.08.2016 16:22	Tiantong-1	Chang Zheng 3B	Xichang LC3	Comms	2016-48A
28.07.2016 12:37	USA 269	Atlas V 541	Canaveral SLC41	Comms	2016-47A
18.07.2016 04:45	Dragon CRS-9	Falcon 9	Canaveral SLC40	Cargo	2016-46A
16.07.2016 21:41	Progress MS-03	Soyuz-U	Baykonur LC31	Cargo	2016-45A
07.07.2016 01:36	Soyuz MS-01	Soyuz-FG	Baykonur LC1	Spaceship	2016-44A
29.06.2016 03:21	Shi Jian 16-02	Chang Zheng 4B	Jiuquan	Sigint	2016-43A
25.06.2016 12:00	DFFC/Tiange feixingqi 1/2	Chang Zheng 7	Wenchang LC201	Tech	2016-42A/B/F/L/M

Рисунок 1.4. Таблица запусков космических аппаратов

В целом, обе базы данных предоставляют нужный объём информации, за исключением того, что в первой базе информация представлена более подробно. По части оформления и удобства использования вторая база данных однозначно лучше.

1.4. Формирование требований к разрабатываемой системе

Рассмотренные выше аналоги имеют как схожие, так и отличительные черты. Построим таблицу функций, реализованных в рассмотренных таблицах и сформируем на их основе требования, так же добавив свои (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Требования к разрабатываемой системе

Функция	База данных по запускам космических аппаратов	Запуски космических аппаратов
Предоставление данных в виде таблиц	+	+
Поиск по БД	-	+
Выгрузка отчёта в Excel	-	-
Работа с конструктором запросов	-	-
Работа с различными видами небесных тел	-	-
Добавление, изменение, удаление данных из БД	+	-
Работа с локальным сервером	-	-

Так как обе ИС не предоставляют полного набора рассмотренных функций, представленный функционал будет реализован в разрабатываемой системе учёта небесных тел.

Глава 2. Проектирование программного продукта

После выполнения анализа предметной области и перед непосредственной разработкой предложения нужно выполнить этап проектирования, включающий в себя разработку диаграммы прецедентов с развёрнутым их описанием, диаграмм активностей, диаграммы ER с описанием и диаграмм последовательностей.

2.1. Диаграмма прецедентов

Диаграмма прецедентов позволяет сформировать базовое понятие внутренней структуры разрабатываемой системы, а простое визуальное оформление значительно упрощает восприятие представленной информации (рис. 2.1).

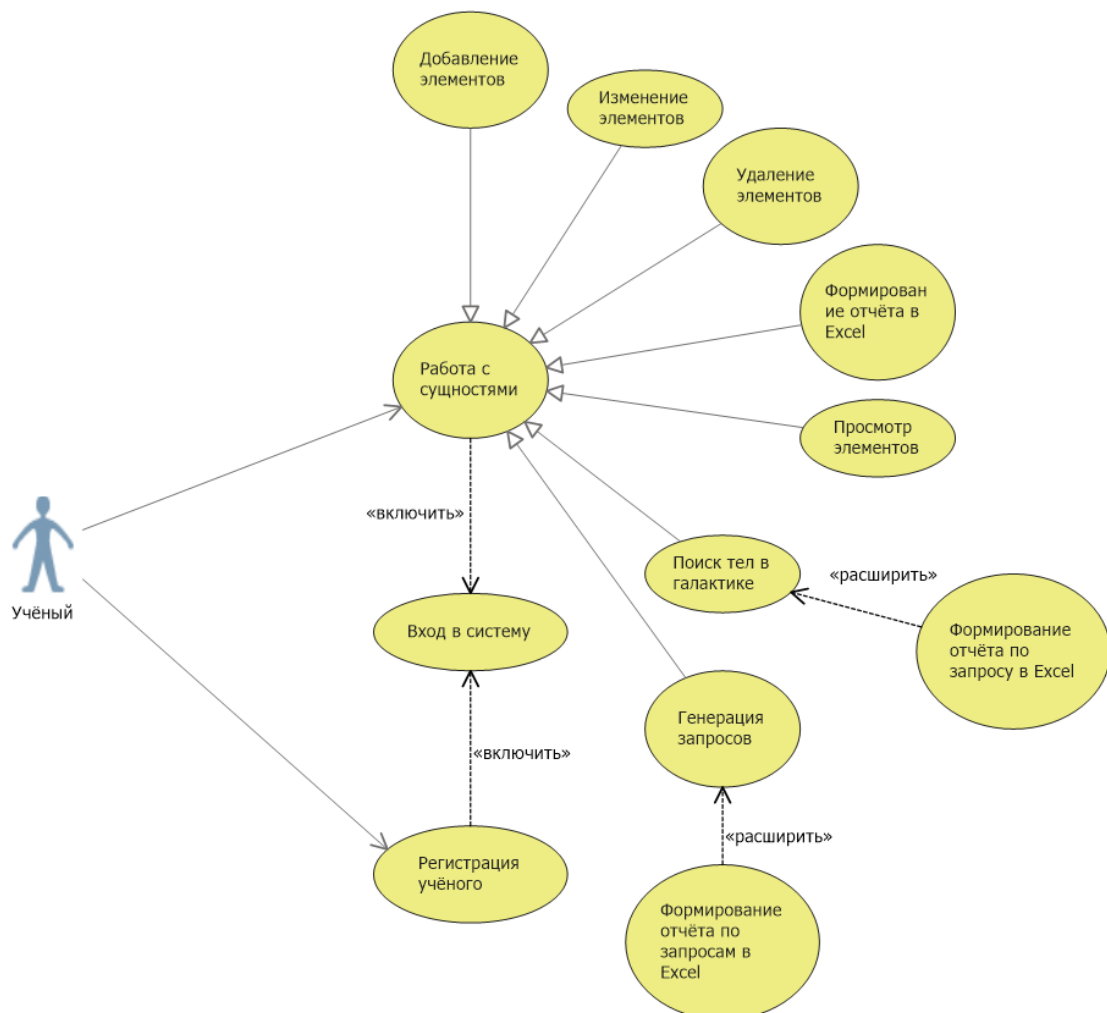


Рисунок 2.1. Диаграмма прецедентов

Пользователями системы являются учёные, работающие в рассматриваемой предметной области. Если пользователь не зарегистрирован, он проходит регистрацию

через администратора системы, который наделяет учёного полномочиями для работы с БД, сам администратор может так же свободно работать с БД.

Далее приведено развёрнутое описание всех представленных выше (см. рис. 2.1) прецедентов.

2.1.1. Прецедент «Вход в систему»

Название: Вход в систему (табл. 2.1.)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный запускает приложение «Информационная система учёта небесных тел», вводит свои логин и пароль для идентификации.

Триггер: Пользователь выполнил запуск информационной системы.

Таблица 2.1. Вход в систему

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный запускает информационную систему.	2) Открывается форма авторизации пользователя (включает поля логин и пароль, обязательные для идентификации системой).
3) Учёный заполняет соответствующие поля (логин, пароль) и нажимает на кнопку «Войти в систему». Если учёный не зарегистрирован, он проходит регистрацию (см. прецедент «Регистрация учёного»).	4) При верном вводе логина и пароля система открывает форму, предоставляющую доступ к работе с сущностями (E1).

Подпоток: Отсутствуют.

Альтернативные потоки:

E1: При неверном вводе пароля и логина система выдаёт соответствующее сообщение. Прецедент завершается.

2.1.2. Прецедент «Регистрация учёного»

Название: Регистрация учёного (см. табл. 2.2)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный заполняет регистрационную форму, система проверяет введенные данные на корректность, если данные введены некорректно, система выдаёт сообщение о некорректном заполнении полей регистрационной формы, иначе – генерирует ЛОГИН и ПАРОЛЬ для входа в систему, записывает их в базу данных и выдаёт учёному.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.2. Регистрация учёного

Действия Учёного	Отклик системы
1) Учёный заполняет регистрационную форму	2) Информационная система проверяет введенные в форме данные на корректность ввода, если введенные данные корректны - создаёт учётную запись Учёного с соответствующими логином и паролем и вносит их в базу учётных записей (E1).

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки:

E1: При некорректном заполнении формы регистрации учётная запись не создаётся, а пользователь получает соответствующее сообщение. Прецедент завершается.

2.1.3. Прецедент «Работа с сущностями»

Название: Работа с сущностями (табл. 2.3)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный находится в меню системы, открывающем возможность добавлять, изменять, удалять, просматривать элементы, формировать отчёты в Excel или выполнять поиск информации по запросам.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.3. Работа с сущностями

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный выбирает один из пунктов (добавление, изменение, удаление, просмотр сущностей, поиск информации по запросам или формирование отчёта в Excel) меню системы учёта тел.	2) Система открывает форму, соответствующую выбранному пункту информационной системы.

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки: Отсутствуют

2.1.4. Прецедент «Формирование отчёта в Excel»

Название: Формирование отчёта в Excel (см. табл. 2.4)

Акторы: Учёный

Краткое описание:

Учёный нажимает на кнопку «Сформировать отчёт», после чего информационная система генерирует отчёт в Excel на основе данных, полученных при выполнении запроса.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.4. Формирование отчёта в Excel

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный нажимает на кнопку «Сформировать отчёт»	2) Система генерирует отчёт на основе выполненного запроса (E1).

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки:

E1: Если запрос не был выполнен или нет сущностей для включения в отчёт, то отчёт не формируется, а пользователь получает соответствующее сообщение. Прецедент завершается.

2.1.5. Прецедент «Генерация запросов»

Название: Генерация запросов (табл. 2.5)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный находится в форме генерации запросов, заполняет пустые поля для ввода значениями и генерирует запросы с возможностью выгрузки отчёта в Excel.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.5. Генерация запросов

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный открывает форму генерации запросов, заполняет элементы управления поля для ввода данных, после чего нажимает кнопку «Сгенерировать правило».	2) Система проводит проверку введённых пользователем значений, если введённые данные корректны, правило генерируется и добавляется в таблицу, иначе – выдаёт сообщение о неправильном вводе данных (E1).
3) Как только учёный сгенерировал все нужные правила, он нажимает кнопку «Выполнить запрос»	4) Система генерирует запрос на основе правил и выполняет его к базе данных, результаты выполнения запроса отображаются в таблице

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки:

E1: Если введённые данные некорректны, информационная система выдаёт сообщение о неправильном вводе данных. Прецедент завершается.

2.1.6. Прецедент «Добавление элементов»

Название: Добавление элементов (табл. 2.6)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный находится в меню системы, работающем с добавлением, изменением, удалением сущностей, просмотром базы данных и формированием отчёта.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.6. Добавление элементов

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный открывает форму с добавляемой сущностью, заполняет все необходимые поля и нажимает кнопку «Добавить»	2) Система проводит проверку введенных пользователем значений, если введенные данные корректны, соответствующая сущность добавляется в базу данных (E1).

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки:

E1: Если введенные данные некорректны, информационная система выдаёт сообщение о неправильном вводе данных. Прецедент завершается.

2.1.7. Прецедент «Изменение элементов»

Название: Изменение элементов (табл. 2.7)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный находится в меню системы, работающем с добавлением, изменением, удалением сущностей, просмотром базы данных и формированием отчёта.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.7. Изменение элементов

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный открывает форму с изменяемой сущностью, выделяет сущность в таблице и нажимает кнопку «Изменить»	2) Система извлекает параметры выбранной сущности из БД и заполняет поля для ввода данных, блокирует все кнопки и активирует кнопку «Сохранить изменения»
3) Учёный изменяет атрибуты сущности и нажимает кнопку «Сохранить изменения»	4) Система проводит проверку введенных пользователем значений, если введенные данные корректны, соответствующая сущность изменяется, а заблокированные элементы управления разблокируются, изменения записываются в базу данных, иначе (E1).

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки:

E1: При некорректном заполнении формы система выдаёт сообщение о неправильном вводе данных. Прецедент завершается.

2.1.8. Прецедент «Удаление элементов»

Название: Удаление элементов (табл. 2.8)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный находится в меню системы, работающем добавлением, изменением, удалением сущностей, просмотром базы данных и формированием отчёта.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.8. Удаление элементов

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный открывает форму с изменяемой сущностью, выделяет сущность в таблице и нажимает кнопку «Удалить»	2) Система удаляет выбранный элемент из БД

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки: Отсутствуют.

2.1.9. Прецедент «Просмотр элементов»

Название: Просмотр элементов (см. табл. 2.9)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный находится в меню системы, работающем добавлением, изменением, удалением сущностей, просмотром базы данных и формированием отчёта.

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.9. Просмотр элементов

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный находится в меню системы, работающем добавлением, изменением, удалением сущностей, просмотром базы данных и формированием отчёта	2) Система удаляет выбранный элемент из БД

Подпотоки: Отсутствуют.

Альтернативные потоки: Отсутствуют.

2.1.10. Прецедент «Поиск тел в галактике»

Название: Поиск тел в галактике (табл. 2.10)

Акторы: Учёный

Краткое описание: Учёный вводит в поле для ввода данных название экземпляра сущности и получает все зависимые от этой сущности элементы

Триггер: Пользователь выполнил вход в систему учёта небесных тел.

Таблица 2.10. Поиск тел в галактике

Действия актора	Отклик системы
1) Учёный вводит название искомой сущности	2) Система выводит все зависимые сущности, удовлетворяющие введённым параметрам

Подпоток: Отсутствуют.

Альтернативные потоки: Отсутствуют.

2.2. Диаграммы активностей

Диаграммы активностей демонстрируют процесс взаимодействия пользователя и системы, а наглядное представление упрощает восприятие информации и систематизацию процессов, происходящих в системе.

2.2.1. Вход в систему

Диаграмма активностей «Вход в систему» (рис. 2.2) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы.

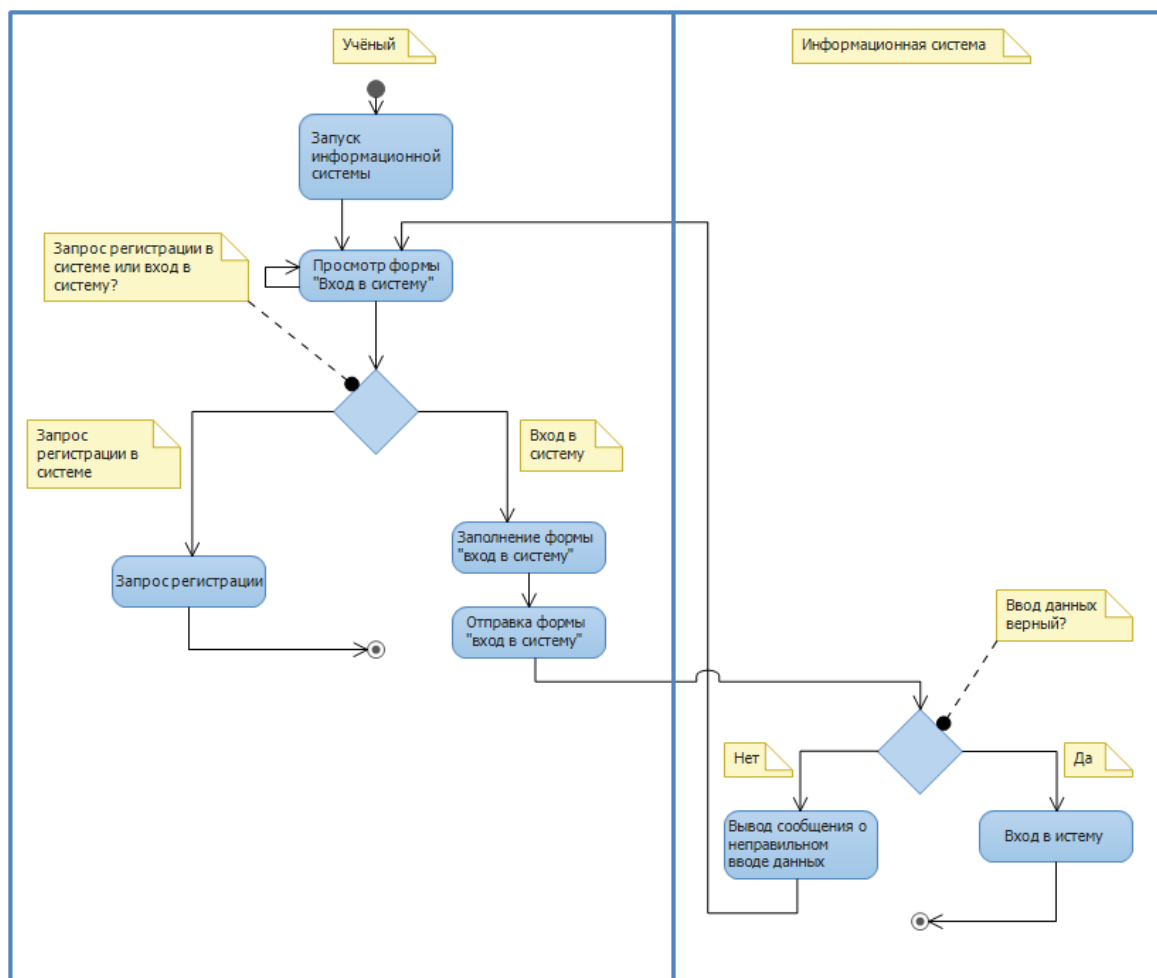


Рисунок 2.2. Вход в систему

2.2.2. Регистрация в системе

Диаграмма активностей «Регистрация в системе» (см. рис. 2.3) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы.

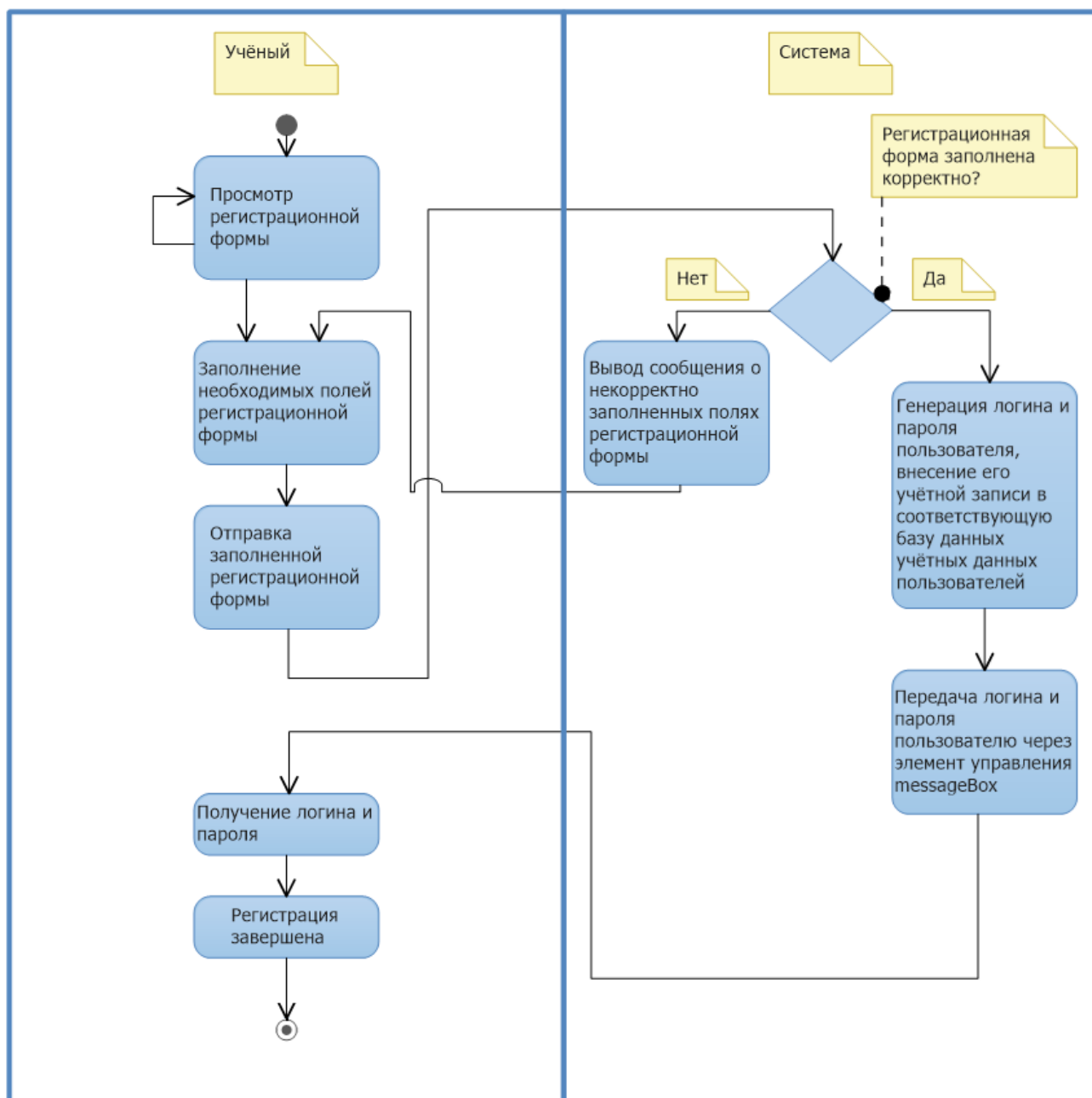


Рисунок 2.3. Регистрация в системе

2.2.3. Работа с сущностями

Диаграмма активностей «Работа с сущностями» (рис. 2.4) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы.

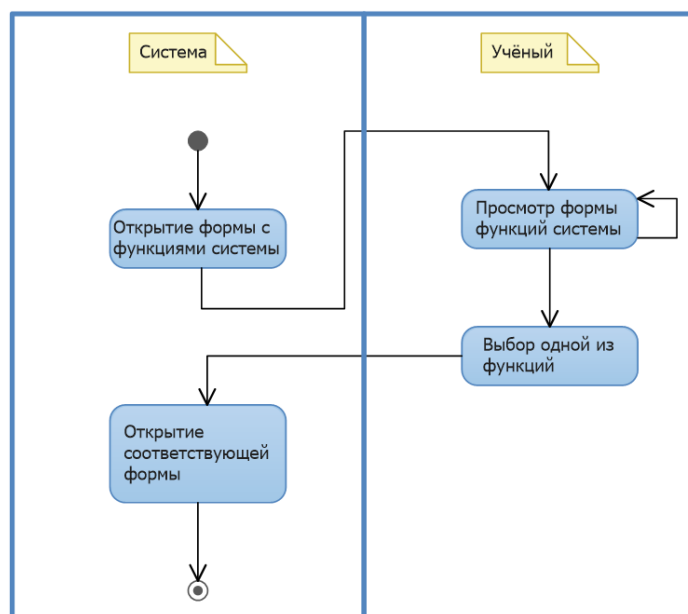


Рисунок 2.4. Работа с сущностями

2.2.4. Формирование отчёта в Excel

Диаграмма активностей «Формирование отчёта в Excel» (рис. 2.4) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы.

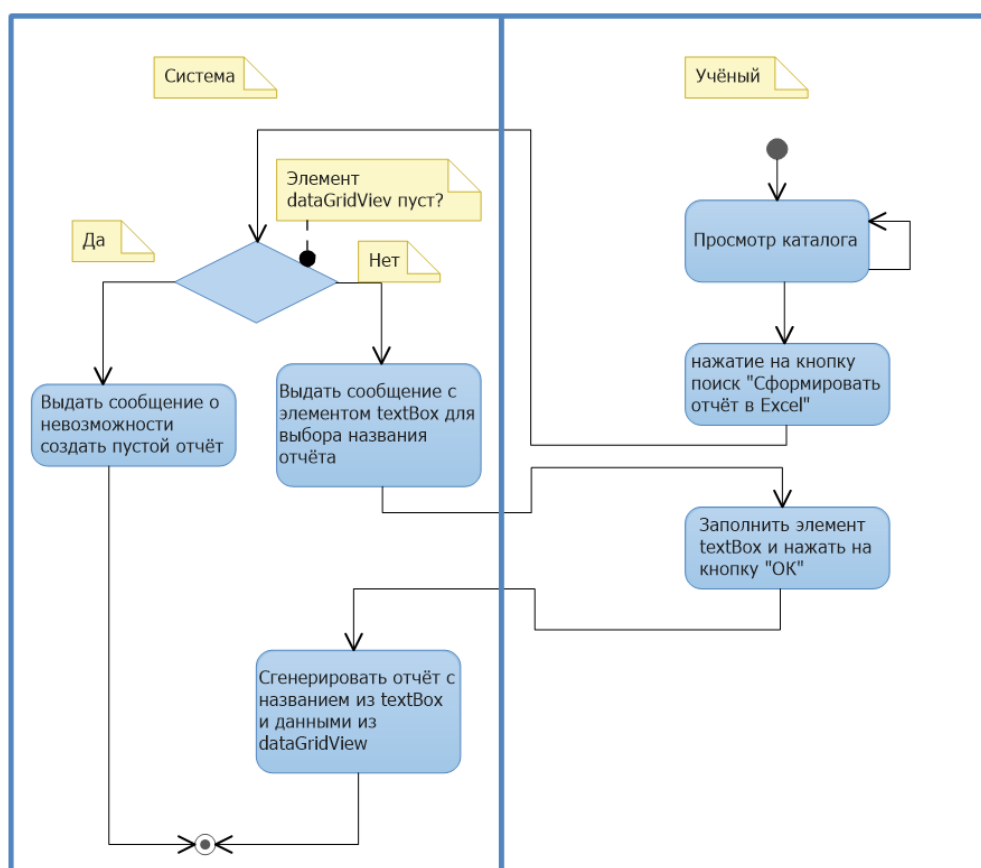


Рисунок 2.5. Формирование отчёта в Excel

2.2.5. Генерация запросов

Диаграмма активностей «Генерация запросов» (см. рис. 2.5) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы.

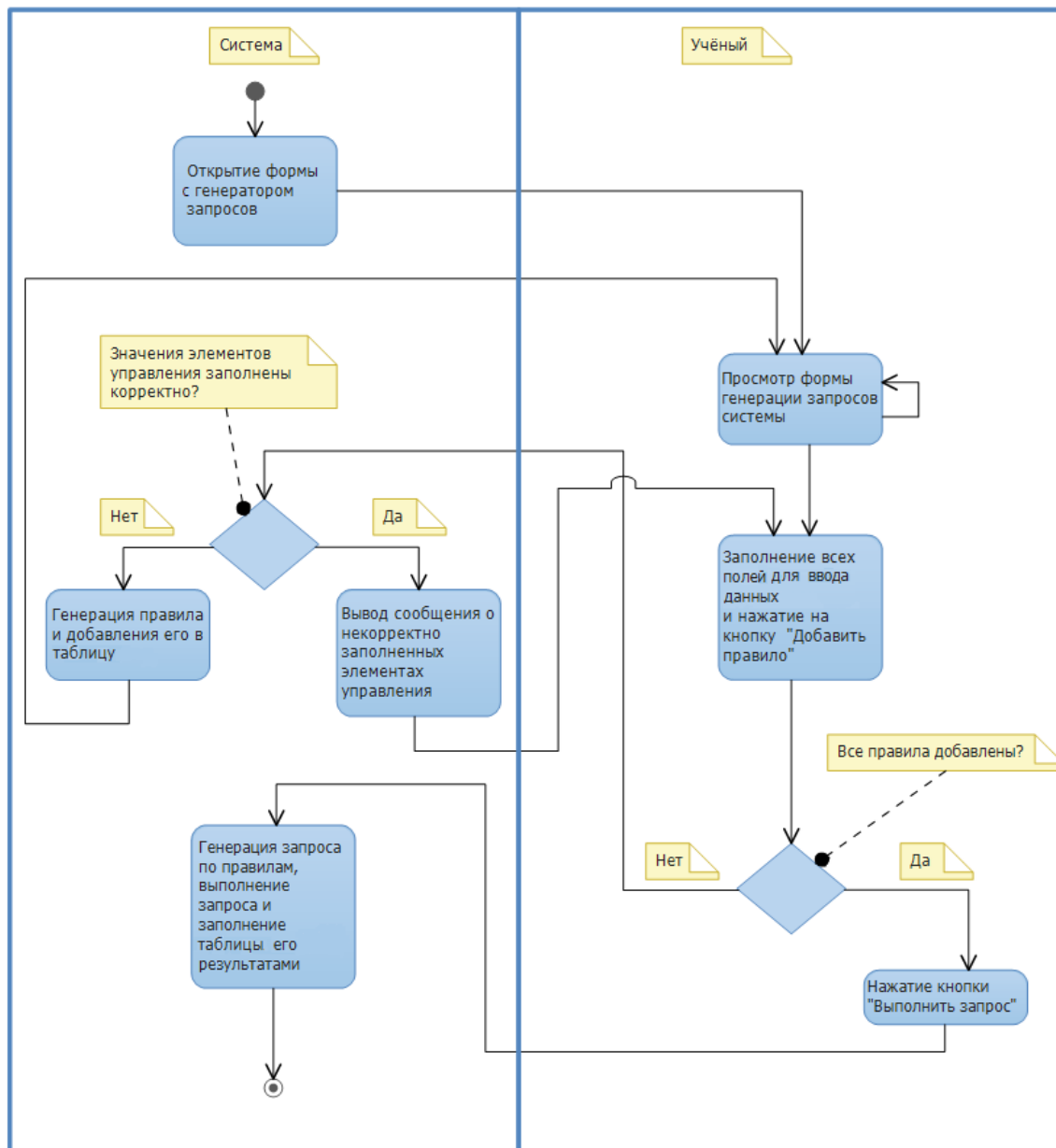


Рисунок 2.5. Генерация запросов

2.2.6. Добавление элементов

Диаграмма активностей «Добавление элементов» (см. рис. 2.6) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы. Диаграммы активностей «Удаление элементов» и «Изменение элементов» можно найти в приложении.

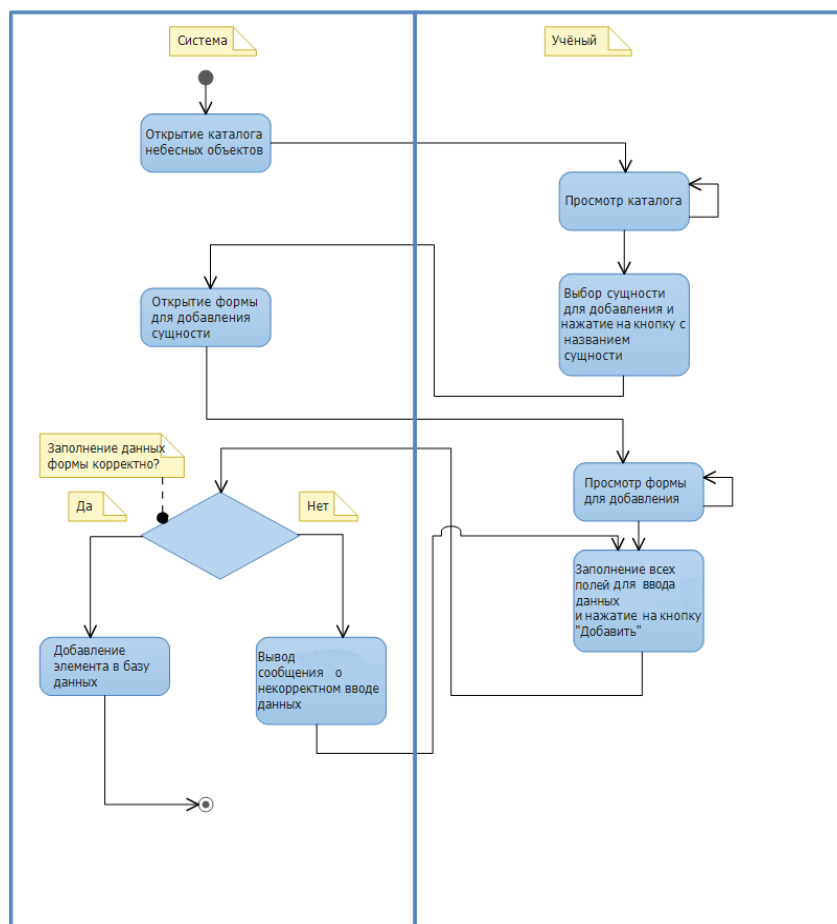


Рисунок 2.6. Добавление элементов

2.2.7. Просмотр элементов

Диаграмма активностей «Просмотр элементов» (рис. 2.7) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы.

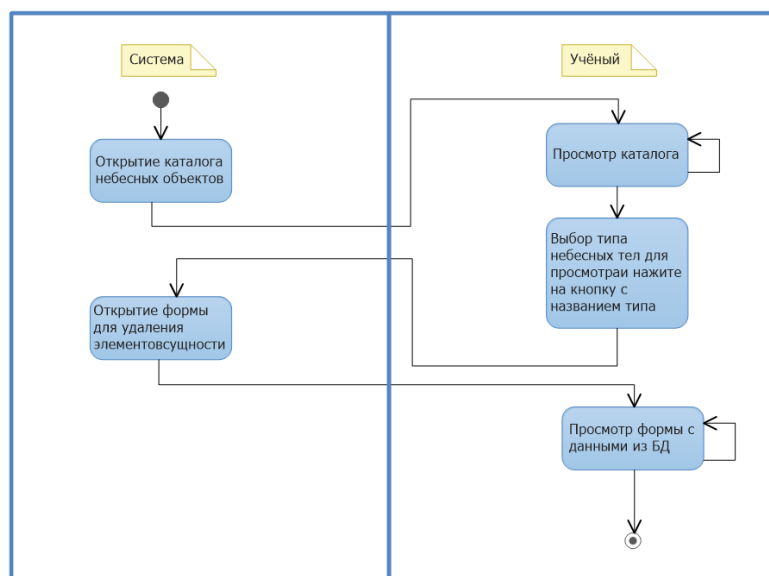


Рисунок 2.7. просмотр элементов

2.2.8. Поиск тел в галактике

Диаграмма активностей «Поиск тел в галактике» (рис. 2.8) рассматривает одноимённый прецедент и иллюстрирует последовательность действий пользователя и системы.

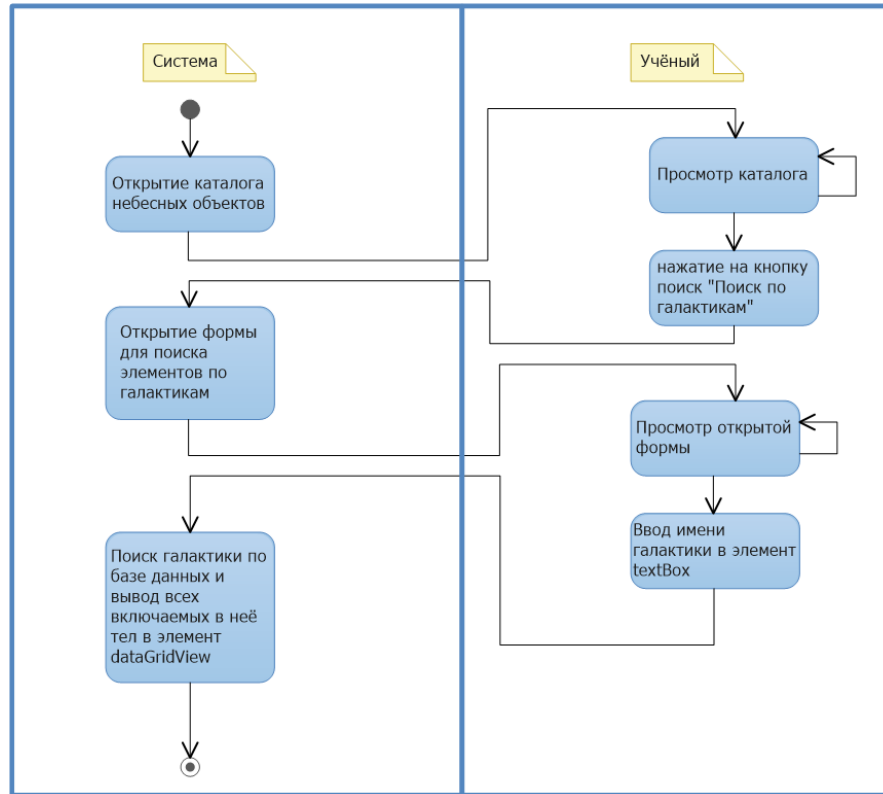


Рисунок 2.8. Поиск тел в галактике

2.3. Диаграмма сущность-связь

Диаграмма сущность-связь (см. рис. 2.9) демонстрирует уже готовую модель базы данных, разработанную в SQL Server Management Studio 2014 [5] затем эта модель была перенесена в Visual Studio 2015 Enterprise, где на её основе была сформирована ADO.NET модель Model First. Именно на основе этой модели и функционирует представленная информационная система. Данная модель включает в себя 11 таблиц, главной таблицей является таблица «Тела».

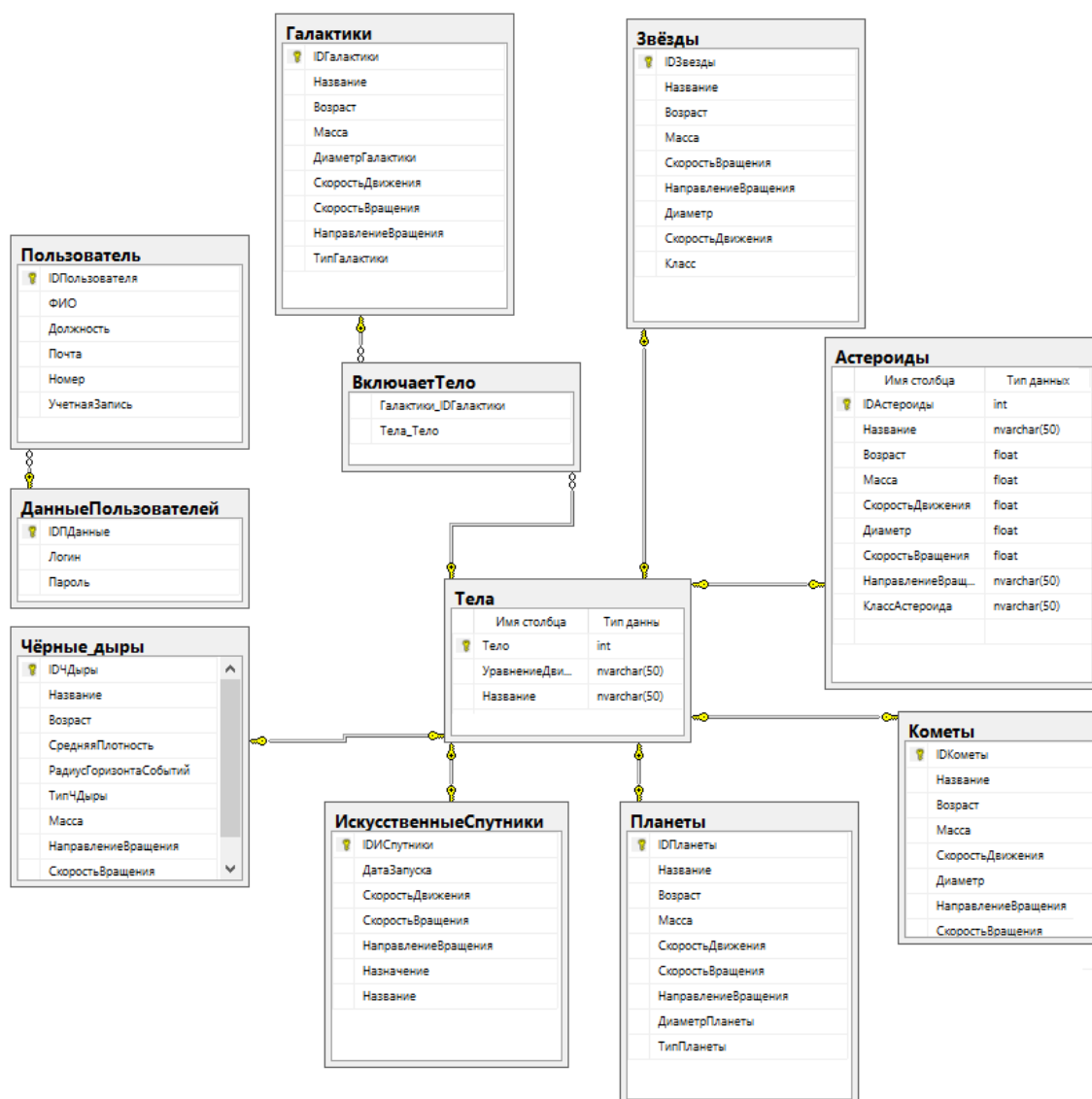


Рисунок 2.9. Диаграмма сущность-связь

2.3.1. Галактики

«Галактики» (табл. 2.11) связана с сущность «Тела» посредством таблицы-связки «ВключаетТело», такая таблица нужна для реализации связи многие ко многим. Это позволяет выставить соответствие одной галактике сразу множество тел и одному телу сразу множество галактик, например, в процессе слияния галактик, некоторые тела принадлежат сразу двум галактикам.

Таблица 2.11. Таблица «Галактики»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для поиска сущностей и установки их связей
Название	String (50 элементов)	Название галактики

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
Возраст	Double	Возраст галактики (млрд лет)
Масса	Double	Масса галактики (массы Солнца)
Диаметр галактики	Double	Диаметр галактики (световых лет)
Скорость движения	Double	Скорость движения галактики (км/с)
Направление вращения	String (50 элементов)	Направление вращения галактики
Скорость вращения	Double	Скорость вращения галактики (радиан/с)
Тип галактики	String (50 элементов)	Тип галактики

2.3.2. Звёзды

«Звёзды» (табл. 2.12) связаны с сущность «Тела» по ID, чтобы была возможность выполнить поиск по всем телам.

Таблица 2.12. Таблица «Звёзды»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для поиска сущностей и установки их связей
Название	String (50 элементов)	Название звезды
Возраст	Double	Возраст звезды (млрд лет)
Масса	Double	Масса звезды (массы Солнца)
Диаметр звезды	Double	Диаметр звезды (световых лет)
Скорость движения	Double	Скорость движения звезды (км/с)
Направление вращения	String (50 элементов)	Направление вращения звезды
Скорость вращения	Double	Скорость вращения звезды (радиан/с)
Класс звезды	String (50 элементов)	Класс звезды

2.3.3. Астероиды

«Астероиды» (табл. 2.13) связаны с сущность «Тела» по ID, чтобы была возможность выполнить поиск по всем телам.

Таблица 2.13. Таблица «Астероиды»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для поиска сущностей и установки их связей
Название	String (50 элементов)	Название астероида

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
Возраст	Double	Возраст астероида (млрд лет)
Масса	Double	Масса астероида (массы Солнца)
Диаметр астероида	Double	Диаметр астероида (световых лет)
Скорость движения	Double	Скорость движения астероида (км/с)
Направление вращения	String (50 элементов)	Направление вращения астероида
Скорость вращения	Double	Скорость вращения астероида (радиан/с)
Класс астероида	String (50 элементов)	Класс астероида

2.3.4. Кометы

«Кометы» (табл. 2.14) связаны с сущность «Тела» по ID, чтобы была возможность выполнить поиск по всем телам.

Таблица 2.14. Таблица «Кометы»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для поиска сущностей и установки их связей
Название	String (50 элементов)	Название кометы
Возраст	Double	Возраст кометы (млрд лет)
Масса	Double	Масса кометы (массы Солнца)
Диаметр кометы	Double	Диаметр кометы (световых лет)
Скорость движения	Double	Скорость движения кометы (км/с)
Направление вращения	String (50 элементов)	Направление вращения кометы
Скорость вращения	Double	Скорость вращения кометы (радиан/с)

2.3.5. Планеты

«Планеты» (табл. 2.15) связаны с сущность «Тела» по ID, чтобы была возможность выполнить поиск по всем телам.

Таблица 2.15. Таблица «Планеты»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для поиска сущностей и установки их связей
Название	String (50 элементов)	Название астероида
Возраст	Double	Возраст астероида (млрд лет)
Масса	Double	Масса астероида (массы Солнца)
Диаметр астероида	Double	Диаметр астероида (световых лет)
Скорость движения	Double	Скорость движения астероида (км/с)

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
Направление вращения	String (50 элементов)	Направление вращения звезды
Скорость вращения	Double	Скорость вращения астероида (радиан/с)
Класс астероида	String (50 элементов)	Класс астероида

2.3.6. Искусственные спутники

«Спутники» (табл. 2.16) связаны с сущность «Тела» по ID, чтобы была возможность выполнить поиск по всем телам.

Таблица 2.16. Таблица «Искусственные спутники»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для поиска сущностей и установки их связей
Название	String (50 элементов)	Название спутника
Назначение	String (50 элементов)	Задача, выполняемая искусственным спутником
Скорость движения	Double	Скорость движения спутника (км/с)
Направление вращения	String (50 элементов)	Направление вращения спутника
Скорость вращения	Double	Скорость вращения спутника (радиан/с)
Дата запуска	String (50 элементов)	Класс спутника

2.3.7. Чёрные дыры

«Чёрные дыры» (табл. 2.17) связаны с сущность «Тела» по ID, чтобы была возможность выполнить поиск по всем телам.

Таблица 2.17. Таблица «Чёрные дыры»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Возраст чёрной дыры (млрд лет)
Название	String (50 элементов)	Название чёрной дыры
Возраст	Double	Возраст чёрной дыры (млрд лет)
Средняя плотность	Double	Плотность чёрной дыры огромна, но неоднородна, так как в центре плотность значительно выше (масс Солнца/км)
Радиус горизонта событий	Double	Расстояние до чёрной дыры, Приблизившись на которое, преодолеть притяжение чёрной дыры становится невозможно, своеобразная точка невозврата (км)
Тип ч. дыры	String (50 элементов)	Тип чёрной дыры
Масса	Double	Масса чёрной дыры
Скорость вращения	Double	Скорость вращения чёрной дыры (радиан/с)
Направление вращения	String (50 элементов)	Направление вращения чёрной дыры

2.3.8. Данные пользователей

«Пользователи» связаны с «данными пользователей» (табл. 2.18) через ID «данных пользователей» и учётную запись «пользователей».

Таблица 2.18. Таблица «Данные пользователей»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для связи с пользователями
ЛОГИН	String (50 элементов)	ЛОГИН пользователя
ПАРОЛЬ	String (50 элементов)	Пароль пользователя

2.3.9. Пользователи

«Пользователи» (табл. 2.19) связаны с «Данными пользователей» через ID «данных пользователей» и учётную запись «пользователей».

Таблица 2.19. Таблица «Пользователи»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор для связи с данными пользователей
Должность	String (50 элементов)	Должность, занимаемая пользователем
ФИО	String (50 элементов)	ФИО пользователя
Почта	String (50 элементов)	Контактная почта пользователя
Номер	String (50 элементов)	Контактный номер пользователя
Учётная запись	String (50 элементов)	Уникальный идентификатор для связи с данными пользователей

2.3.10. Тела

«Тела» (табл. 2.20) – главная таблица информационной системы.

Таблица 2.20. Таблица «Тела»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
ID	Int	Уникальный идентификатор тела
Уравнение движения	String (50 элементов)	Уравнение движение тела, данное поле не обязательно к заполнению
Название	String (50 элементов)	Название тела

2.4. Включает тело

«Включает тело» (табл. 2.21) выступает как таблица-связка между «Телами» и «Галактиками».

Таблица 2.21. Таблица «Включает тело»

Атрибут	Тип атрибута	Назначение
Галактики	Int	Устанавливает связь по ID с экземпляром из «Галактик»
Тела	Int	Устанавливает связь по ID с экземпляром из «Тел»

2.5. Диаграммы последовательностей

2.5.1. Вход в систему

Обмен сообщениями при входе в систему производится соответствующим образом (см. рис. 2.10).

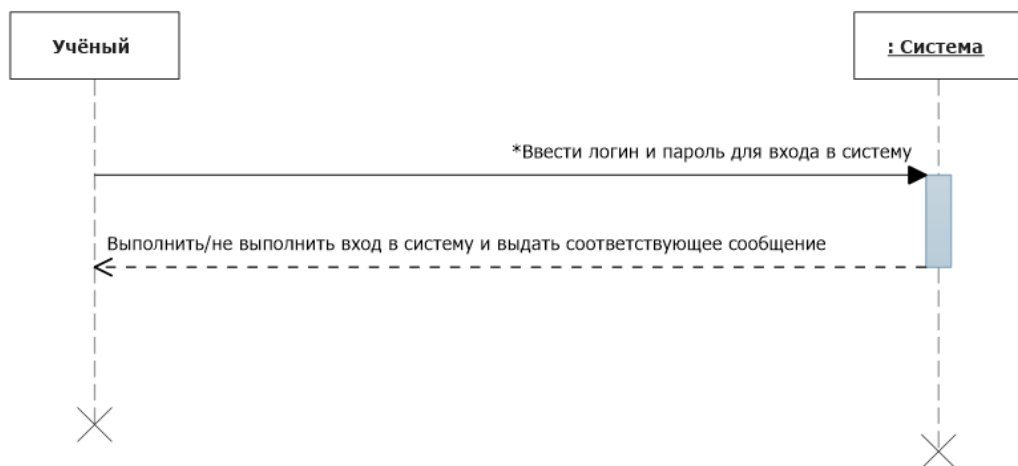


Рисунок 2.10. Вход в систему

2.5.2. Регистрация в системе

Обмен сообщениями при регистрации в системе производится соответствующим образом (см. рис. 2.11).

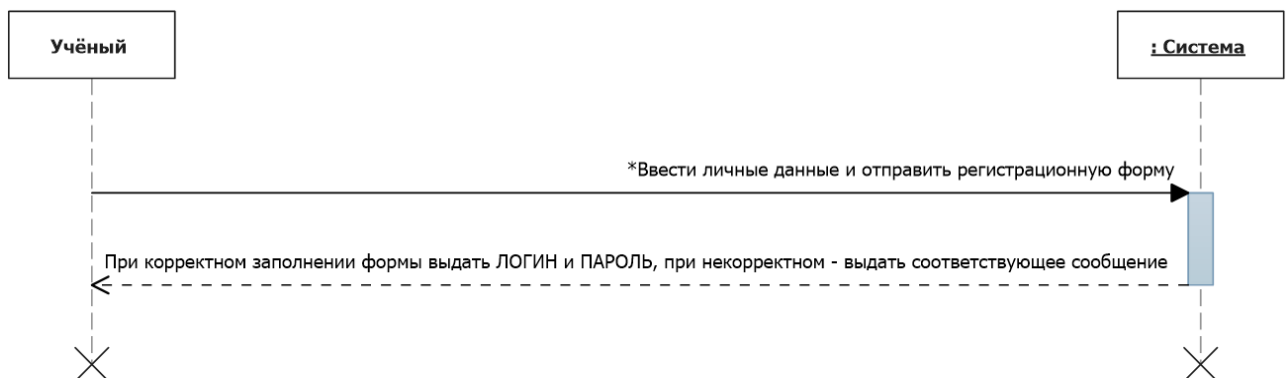


Рисунок 2.11. Регистрация в системе

2.5.3. Работа с сущностями

Обмен сообщениями при работе с сущностями производится соответствующим образом (см. рис. 2.12).

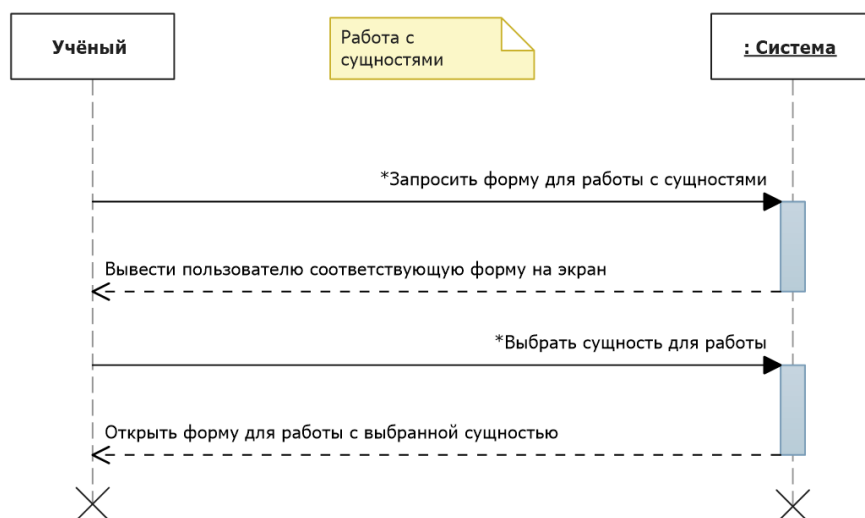


Рисунок 2.12. Работа с сущностями

2.5.4. Формирование отчёта в Excel

Обмен сообщениями при формировании отчёта в Excel производится соответствующим образом (см. рис. 2.13).

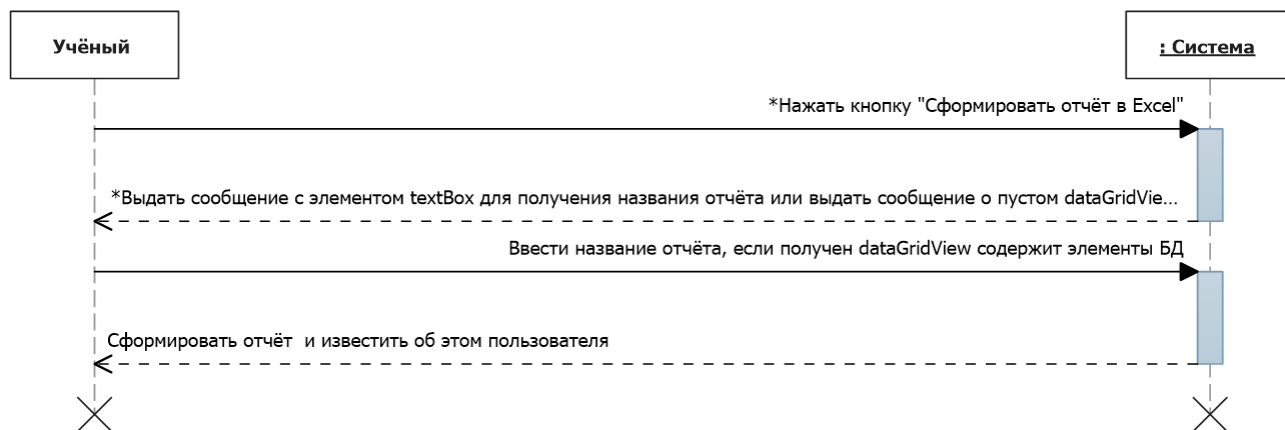


Рисунок 2.13. Формирование отчёта в Excel элементов

2.5.5. Генерация запросов

Обмен сообщениями при генерации запросов производится соответствующим образом (см. рис. 2.14).

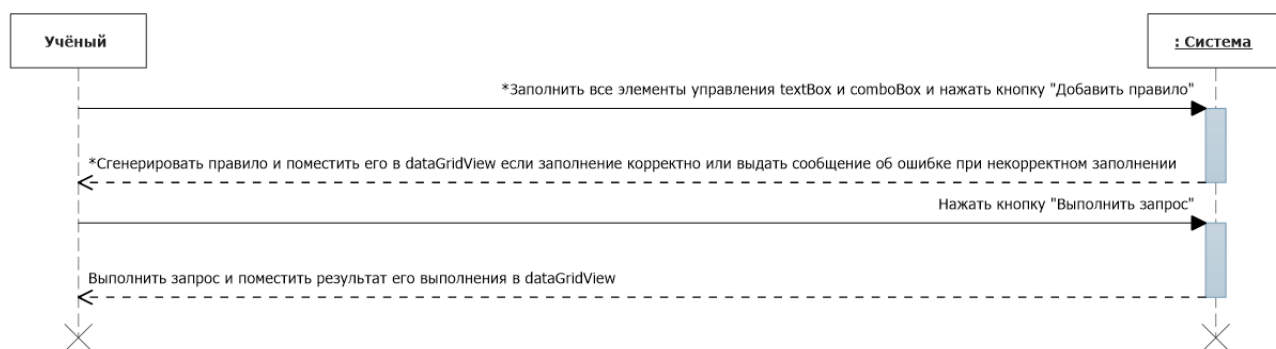


Рисунок 2.14. Генерация запросов

2.5.6. Добавление элементов

Обмен сообщениями при регистрации в системе производится соответствующим образом (см. рис. 2.15).

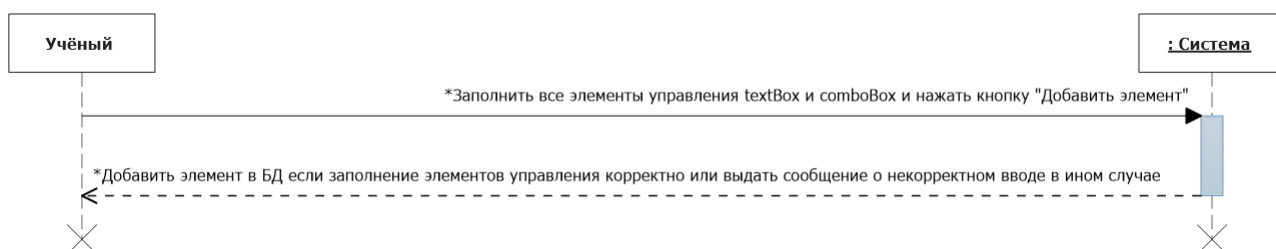


Рисунок 2.15. Добавление элементов

2.5.7. Изменение элементов

Обмен сообщениями при изменении элементов производится соответствующим образом (см. рис. 2.16).

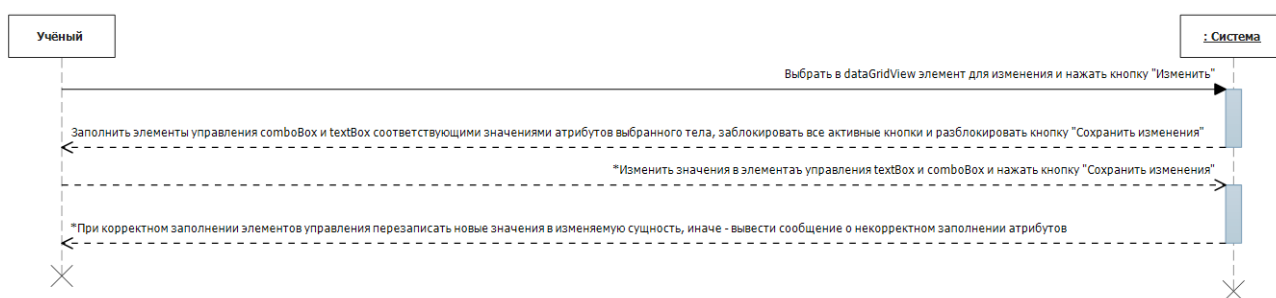


Рисунок 2.16. Изменение элементов

2.5.8. Удаление элементов

Обмен сообщениями при удалении элементов производится соответствующим образом (см. рис. 2.17).

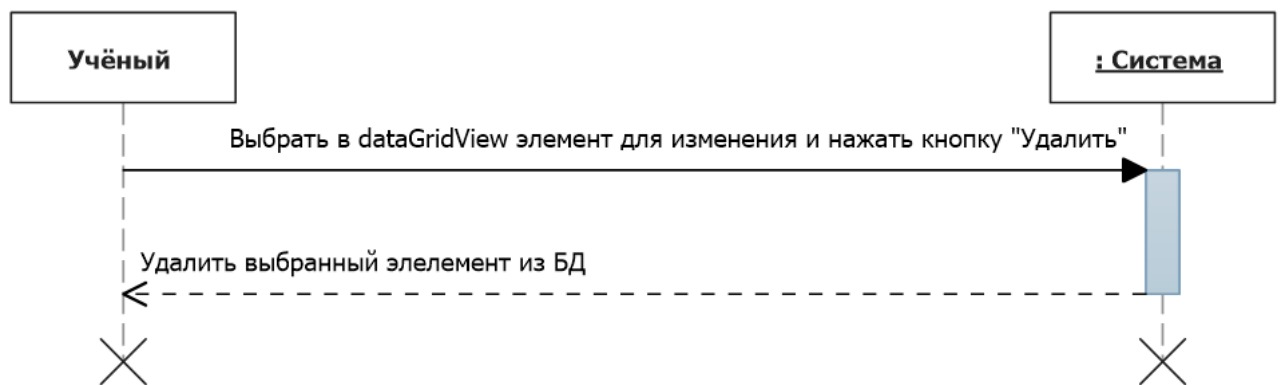


Рисунок 2.17. Удаление элементов

2.5.9. Просмотр элементов

Обмен сообщениями при просмотре элементов производится соответствующим образом (см. рис. 2.18).

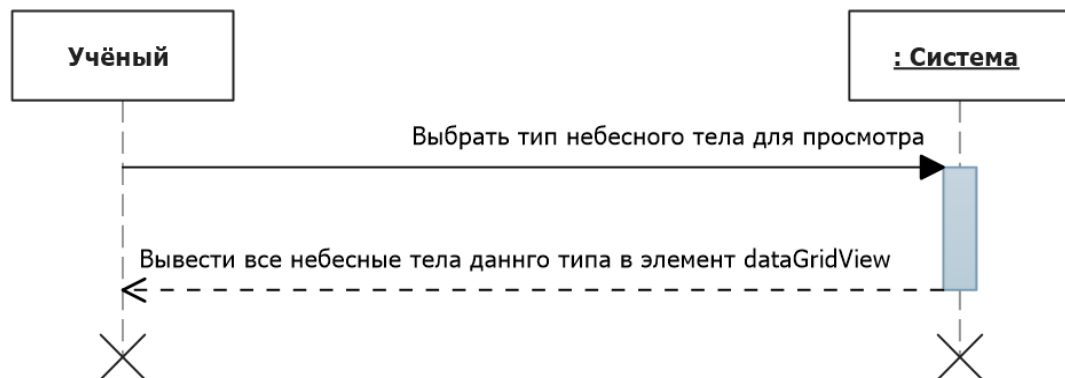


Рисунок 2.18. Просмотр элементов

2.5.10. Поиск тел в галактике

Обмен сообщениями при поиске тел в галактике производится соответствующим образом (см. рис. 2.19).

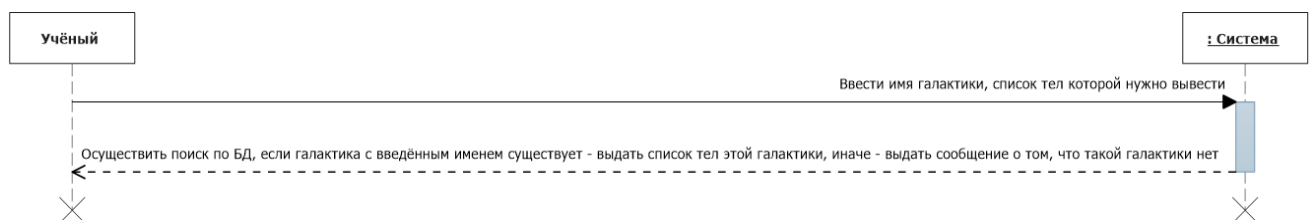


Рисунок 2.19. Поиск элементов

Глава 3. Реализация информационной системы учёта небесных тел

В данной главе будут представлены примеры работы информационной системы с описанием функций форм и их элементов управления, тесты информационной системы и примеры работы запросов.

3.1. Внешний вид информационной системы

Важным этапом реализации информационной системы является выбор её стилистики и оформления. Представленная информационная система выполнена в ярких тонах, а разрешение каждой из форм выбрано 800x450 точек, что соответствует распространённому сейчас формату экранов 16x9.

3.1.1. Вход в систему

Пользователь заполняет поля «Логин» и «Пароль» и нажимает кнопку «Вход», при корректном вводе открывается «Главное меню» (рис. 3.1). При некорректном – сообщение о несуществующей учётной записи. Для регистрации учётной записи пользователь нажимает на кнопку «регистрация».

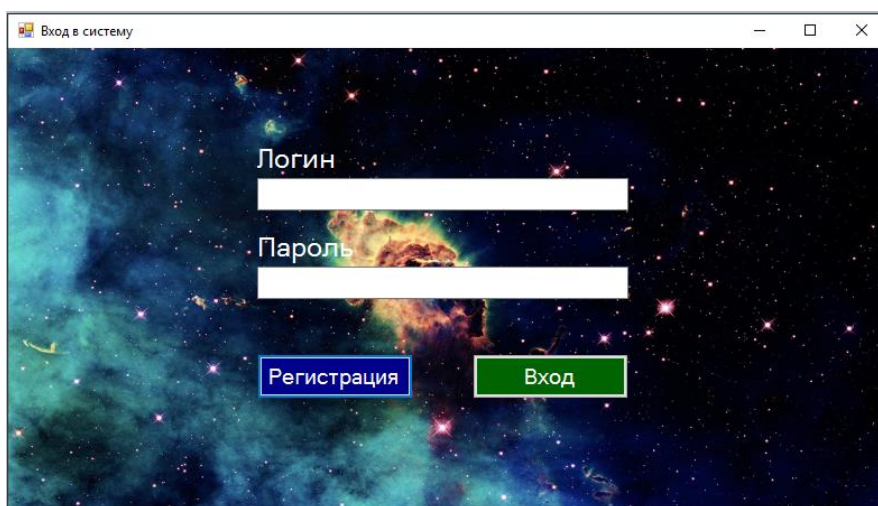


Рисунок 3.1. Вход в систему

3.1.2. Регистрация в системе

Пользователь все заполняет поля и нажимает кнопку «Зарегистрироваться» (см. рис. 3.2). После этого появляется сообщение с паролем и логином учётной записи пользователя.

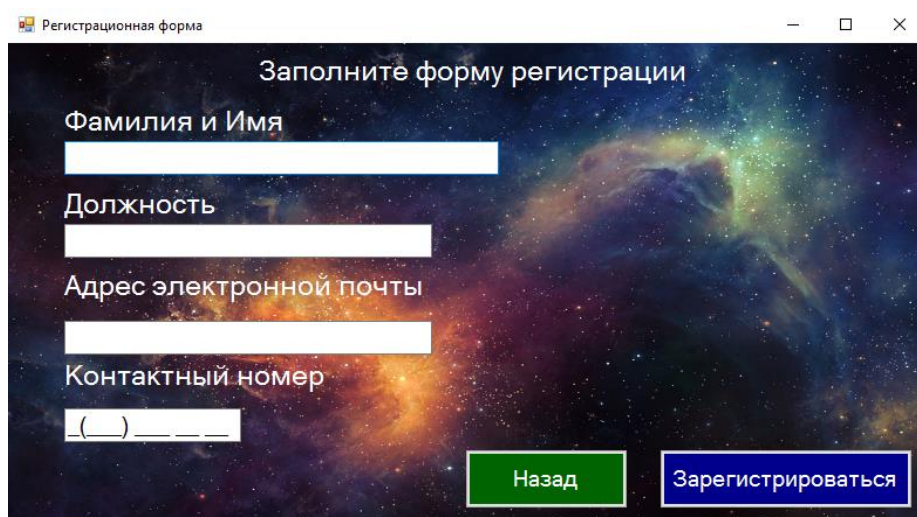


Рисунок 3.2. Регистрация в системе

3.1.3. Главное меню

Из главного меню пользователь получает доступ к каталогу небесных тел, поиску тел по галактикам, конструктору запросов (см. рис. 3.3).

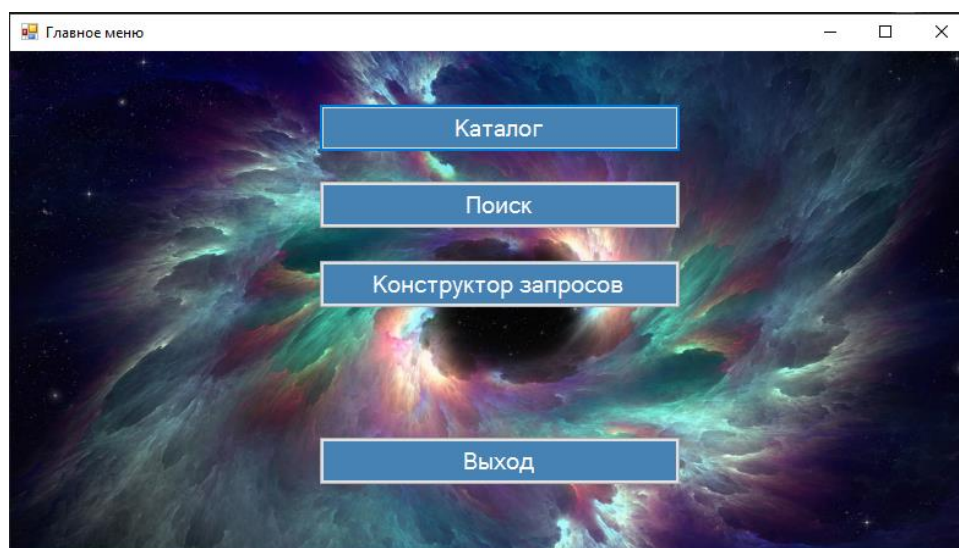


Рисунок 3.3. Главное меню

3.1.4. Каталог небесных объектов

Из каталога небесных тел пользователь получает доступ к каждой из таблиц сущностей (см. рис. 3.4).

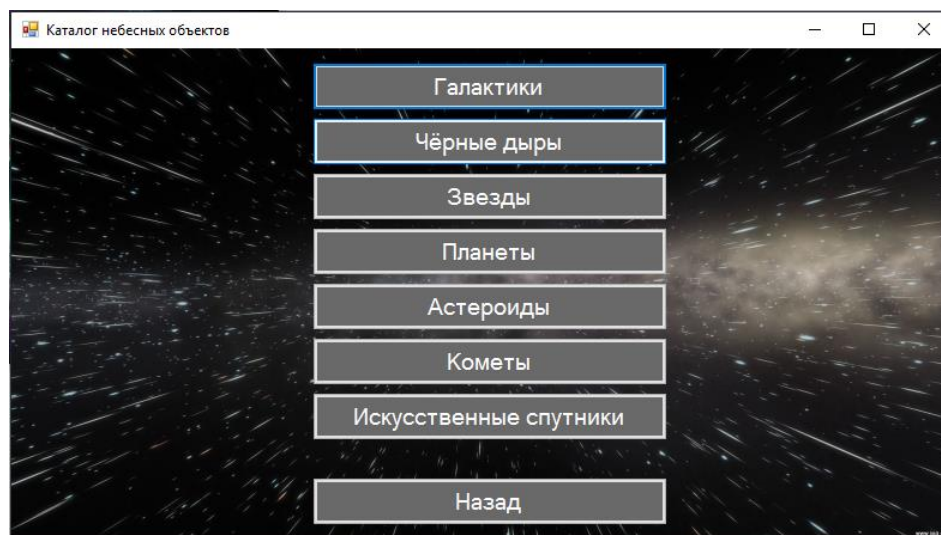


Рисунок 3.4. Каталог небесных объектов

3.1.5. Таблица «Астероиды»

Таблица «Астероиды» позволяет добавлять, изменять, удалять элементы из БД, выгружать отчёты по запросу в Excel и выполнять запросы к таблице (см. рис. 3.5).

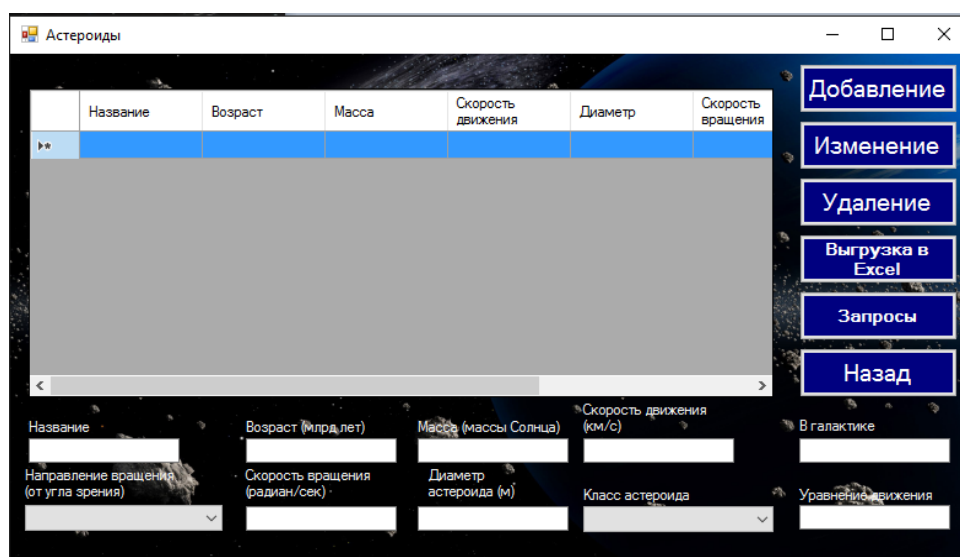


Рисунок 3.5. Таблица «Астероиды»

3.1.6. Таблица «Астероиды (запросы)»

Таблица «Астероиды (запросы)» позволяет добавлять, изменять, удалять элементы из БД, выгружать отчёты по запросу в Excel и выполнять запросы к таблице (см. рис. 3.6).

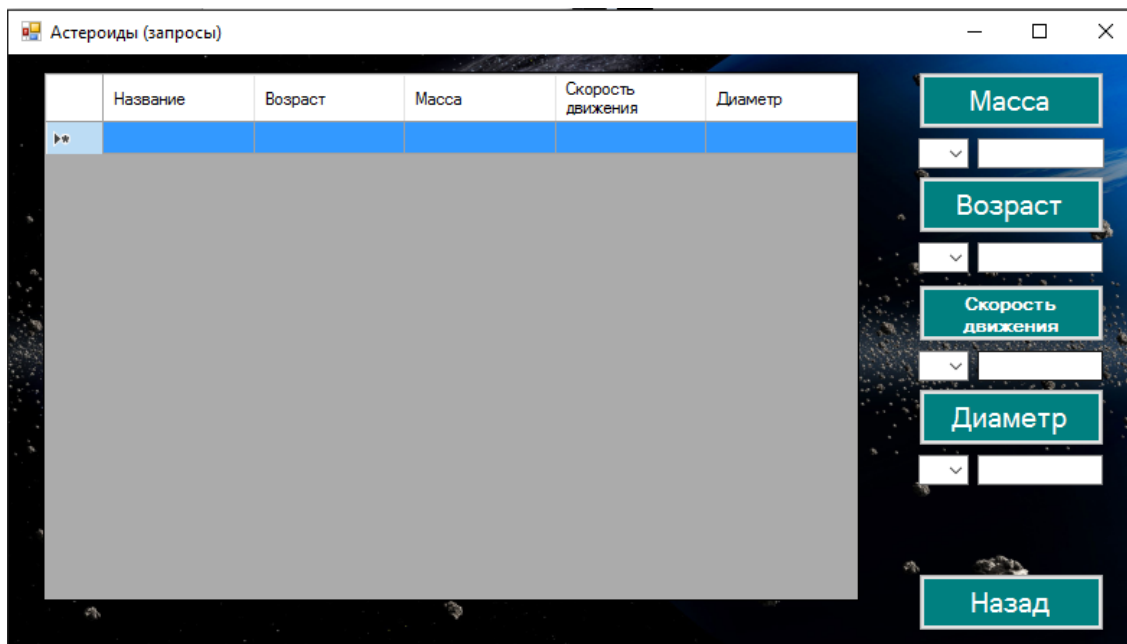


Рисунок 3.6. Таблица «Астероиды (запросы)»

3.1.7. Поиск тел в галактике

Таблица «Поиск тел в галактике» позволяет выполнять поиск небесных тел, которые содержит какая-либо из галактик (см. рис. 3.7).

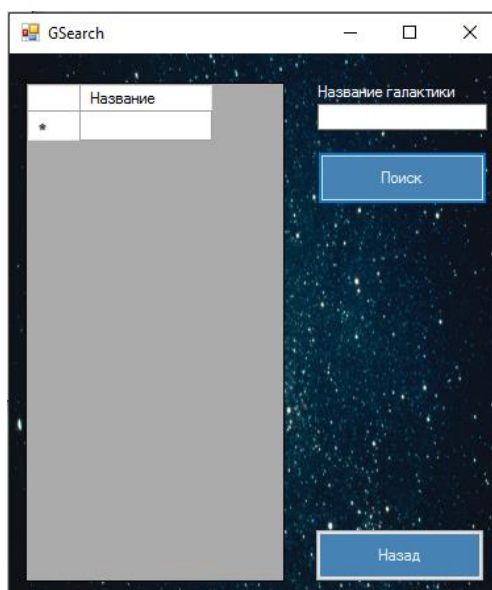


Рисунок 3.7. Поиск тел в галактике

3.1.8. Конструктор запросов

Таблица «Конструктор запросов» позволяет сформировать набор правил, а по ним выполнить запрос (см. рис. 3.8.).

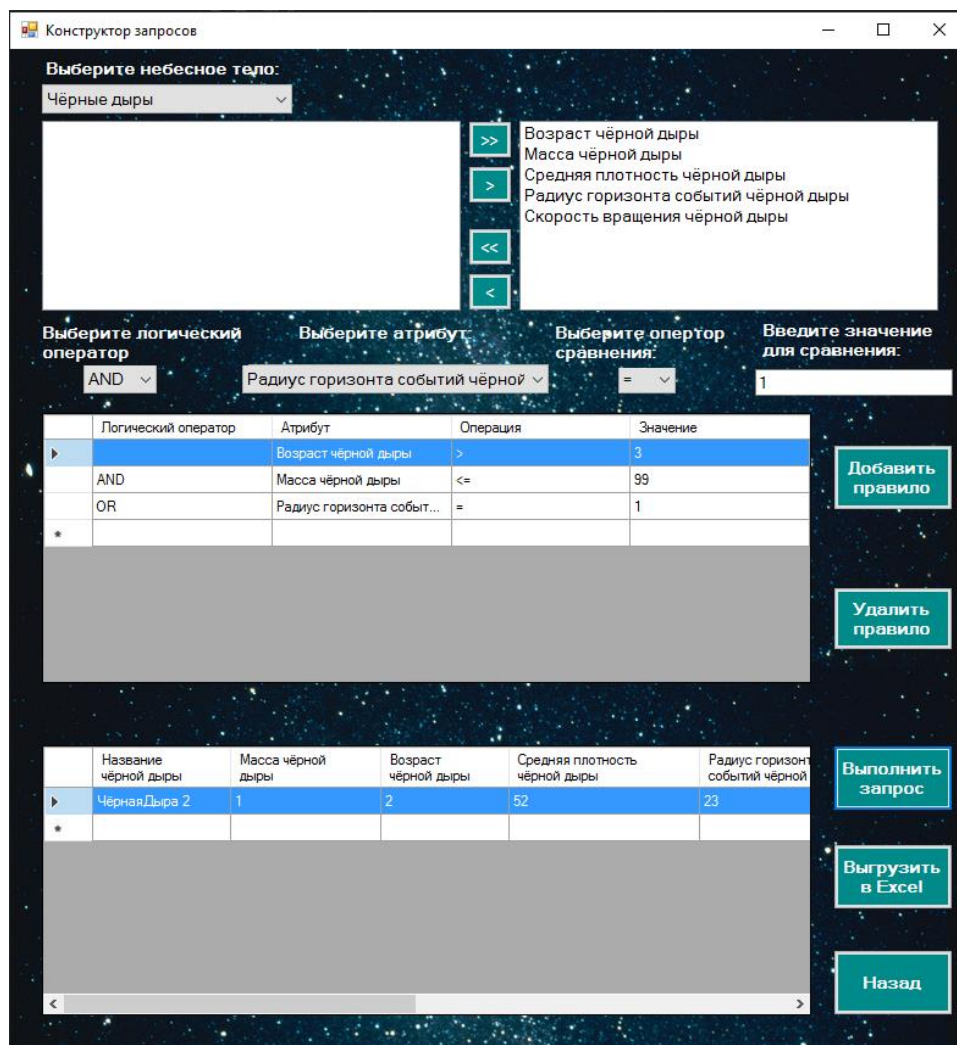


Рисунок 3.8. Конструктор запросов

3.1.9. Выгрузка отчёта в Excel

Кнопка «Выгрузить в Excel» позволяет сформировать отчёт на основе данных запроса, находящихся в таблице, пример отчёта представлен на рисунке 3.9.

	Название чёрной дыры	Масса чёрной дыры	Возраст чёрной дыры	Средняя плотность чёрной дыры	Радиус горизонта событий чёрной дыры
1	Черная Дыра 1	35	4,5	53	
2	Черная Дыра 2	3	3	52	
3	Черная Дыра 2	3	2	52	
4	Черная Дыра 2	1	2	52	
5	Черная Дыра 2	2	2	52	
6	Черная Дыра 2	2	2	1	
7	Черная Дыра 2	2	2	2	
8	Черная Дыра 2	2	2	3	
9	Черная Дыра 2				

Рисунок 3.10. Excel-отчёт по выполненному запросу

Выбранный внешний вид информационной системы позволяет полностью реализовать весь предусмотренный функционал.

3.2.Реализация конструктора запросов

В ходе реализации информационной системы были реализованы как запросы, так и конструктор запросов, позволяющий генерировать правила, а на их основе выполнять запросы к базе данных. Как видно из рисунка 3.8., пользователю на выбор предлагается выбрать один из типов небесных тел для реализации запроса, далее, заполняя пустые поля и выбирая логические операторы, пользователь генерирует ряд взаимосвязанных правил, связанных логическими сложением и умножением. Нажав на кнопку «Выполнить запрос», пользователь генерирует запрос по всем установленным правилам. Выполненный запрос можно выгрузить в Excel, нажав на кнопку «Выгрузить в Excel». Пример excel-отчёта можно увидеть на рисунке 3.10.

Для лучшего понимания устройства конструктора - разберём порядок формирования запроса к БД от начала до конца.

При выборе небесного тела в самом верхнем элементе управления ниже появляется список атрибутов для работы с сущностью. Воспользовавшись четырьмя кнопками правее элемента, содержащего атрибуты выбранной сущности, пользователь выбирает список атрибутов, которые будут участвовать в генерации правил. Заполнив четыре элемента управления с подписями «Выберите логический оператор», «Выберите атрибут», «Выберите оператор сравнения», «Выберите значение для сравнения» пользователь и нажав на кнопку «Добавить правило» пользователь генерирует правило для выполнения запроса, правило хранится в элементе управления ниже, правила можно удалять, что позволяет более гибко пользоваться конструктором. Сформировав систему правил при помощи логических операторов «AND» и «OR» пользователь может выполнить запрос, нажав на кнопку «Выполнить запрос». Для идентификации правила использовались элемент для осуществления вложенного ветвления switch-case, который в зависимости от значений ячеек каждого из правил генерировал соответствующую часть запроса. Для хранения промежуточных результатов запроса использовалась переменная типа «IQueryable<object>», которая позволяла выполнить методы «Concat()» и «Intersect()», позволяющие складывать и умножать коллекции. Результат выполнения запроса записывается в соответствующие ячейки нижней таблицы.

3.3. Запросы к базе данных

При реализации части запросов была подключена динамическая библиотека «DynamicLibrary.cs», позволяющая значительно сократить количество кода для описания большого количества ветвлений. Однако подключённая библиотека работала с процессами, возвращающими результаты асинхронно, что не позволяло выполнить операции логического умножения и деления. Поэтому итоговые запросы были написаны при использовании оператора организации цикла «for each». Например, запрос на рисунке 3.11 был реализован оператором «for each» для перебора коллекции и выражения, сформированного из предложений «from», «where» и «select» для выбора соответствующих искомым значениям значений атрибутов сущностей.

```
ссылка: 1
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    List<Тела> Bodies = new List<Тела>();
    foreach (Галактики G in cont.Галактики)
    {
        foreach (Тела B in G.Тела)
        {
            Bodies.Add(B);
        }
    }
    foreach (Тела G in Bodies)
    {
        try { dataGridView1.DataSource = (from B in G.Галактики
                                         where (B.Название == textBox1.Text)
                                         select new { G.Название }).ToList(); } catch { }
        dataGridView1.Update();
    }
}
```

Рисунок 3.11. Пример осуществления запроса по поиску тел в галактиках

3.4. Тестирование системы учёта небесных тел

В книге М.А.Плаксина «Тестирование и отладка программ для профессионалов будущих и настоящих» есть фраза: «Программа содержит ошибку, если она ведёт себя неразумно с точки зрения пользователя» [4]. Созданную информационную систему тестируем по критериям чёрного ящика. Все тесты (115 тестов) представлены в приложении 3.

Таблица 3.1. Критерии оценки системы учёта небесных тел

№ теста	Начальное состояние	Действия пользователя	Ожидаемый результат
1	Пользователь находится форме «Вход в систему»	Пользователь нажимает на кнопку «Регистрация»	Открывается «Регистрационная форма»
2	Пользователь находится форме «Вход в систему»	Пользователь заполняет поля «Логин» и «Пароль» несуществующими данными	Появляется сообщение о неверном вводе данных
3	Пользователь находится форме «Вход в систему»	Пользователь заполняет поля «Логин» и «Пароль» существующими данными	Открывается форма «Главное меню»
4	Пользователь находится в «Регистрационной форме»	Пользователь нажимает на кнопку «Назад»	Открывается форма «Вход в систему»
5	Пользователь находится в «Регистрационной форме»	Пользователь нажимает на кнопку «Назад»	Открывается форма «Вход в систему»
6	Пользователь находится в «Регистрационной форме»	Пользователь заполняет поля для ввода и нажимает на кнопку зарегистрироваться	Появляется сообщение с паролем и логином созданной уч. записи
7	Пользователь находится форме «Главное меню»	Пользователь нажимает на кнопку «Каталог»	Открывается «Каталог небесных объектов»
8	Пользователь находится форме «Главное меню»	Пользователь нажимает на кнопку «Поиск тел в галактиках»	Открывается «Поиск тел в галактиках»
9	Пользователь находится форме «Главное меню»	Пользователь нажимает на кнопку «Конструктор запросов»	Открывается «Конструктор запросов»
10	Пользователь находится форме «Главное меню»	Пользователь нажимает на кнопку «Выход»	Информационная система заканчивает свою работу
11	Пользователь находится форме «Конструктор запросов»	Пользователь генерирует одно правило и выполняет запрос	Запрос выполнен корректно
12	Пользователь находится форме «Конструктор запросов»	Пользователь генерирует два правила и выполняет запрос	Запрос выполнен корректно
13	Пользователь находится форме «Конструктор запросов»	Пользователь генерирует несколько правил и выполняет запрос	Запрос выполнен корректно

Заключение

Проделанная работа над «Информационной системой учёта небесных тел» привела к решению поставленной задачи со всеми установленными ранее требованиями. Для лучшего изучения предметной области для были использованы три литературных источника, а также выбраны и проанализированы два аналога, на основе которых были сформулированы требования к разрабатываемой ИС. На стадии проектирования информационной системы были построены 4 различных видов диаграмм – диаграмма прецедентов, диаграммы последовательностей, диаграмма сущность-связь и диаграммы последовательностей. В процессе реализации информационной системы были разобраны особенности выбранного нами интерфейса, особенности реализованного конструктора запросов и представлен список тестов.

Как результат – мы углубили имеющиеся знания по разработке информационных систем, научились работать с базами данных, получили навык находить и анализировать важную информацию в более краткие сроки, а так же получили приятные эмоции при разработке информационной системы.

Библиографический список

1. International Astronomical Union: Task Group on Astronomical Designations from IAU Commission Union [Электронный ресурс] // IAU.ORG: [сайт]. URL: <https://www.iau.org/public/themes/naming/> (дата обращения: 21.03.2017)
2. Характеристика небесных тел солнечной системы [Электронный ресурс] // tutknow.ru: [сайт]. URL: <http://tutknow.ru/astronomy/5669-harakteristika-nebesnyh-tel-solnechnoy-sistemy.html> (дата обращения: 21.03.2017)
3. Hoyle F., Burbidge G., Narlikar J.V. A different approach to cosmology. From static universe through the big bang towards reality. Cambridge: University Press, 2000. 351 с.
4. Плаксин М. А. Тестирование и отладка программ для профессионалов будущих и настоящих / М. А. Плаксин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 167с.: ил.
5. Чарльз Дж. Брукс Microsoft SQL Server 2008. Руководство для начинающих. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 752с.