

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>2</b>
<b>1 Аналитическая часть</b>	<b>3</b>
1.1 Анализ предметной области	3
1.2 Анализ существующих решений и требования к разрабатываемым базе данных и приложению	5
1.3 Системы управления базами данных	6
1.4 Описание сущностей проектируемой базы данных	7
1.5 Описание пользователей проектируемого приложения	8
<b>2 Конструкторская часть</b>	<b>10</b>
2.1 Формализация бизнес-правил	10
2.2 Проектирование базы данных	18
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>20</b>

# ВВЕДЕНИЕ

Целью данной курсовой работы является разработка базы данных сыгранных на кубке мира шахматных партий.

Задачи работы:

- провести анализ предметной области, связанной с шахматными турнирами;
- сформулировать требования к базе данных и приложению;
- сформулировать описание пользователей проектируемого приложения;
- спроектировать архитектуру базы данных и ограничения целостности;
- спроектировать ролевую модель на уровне базы данных;
- проанализировать и выбрать средства реализации базы данных и приложения;
- реализовать спроектированную базу данных и необходимый интерфейс для взаимодействия с ней;
- исследовать характеристики разработанного программного обеспечения.

# 1 Аналитическая часть

## 1.1 Анализ предметной области

Проведение кубка мира по шахматам регламентируется международной шахматной федерацией (ФИДЕ) [1]. В турнире принимают участие 206 человек [1]. Соревнование состоит из восьми раундов [1]. Количество участников в каждом раунде представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Количество участников в каждом раунде кубка мира по шахматам

Раунд	Количество участников
Раунд 1	156
Раунд 2	128 (78 победителей раунда 1 и 50 игроков с самым высоким рейтингом)
Раунд 3	64
Раунд 4	32
Раунд 5	16
Раунд 6	8
Раунд 7	4
Раунд 8, матч за третье место	2
Раунд 8, финал	2

Турнир проводится по нокаут-системе [1]. В каждом раунде матч между двумя шахматистами состоит из двух партий с временным контролем ФИДЕ: участникам дается 90 минут на первые 40 ходов, затем — 30 минут на оставшуюся часть игры с увеличением времени на 30 секунд после каждого хода, начиная с первого хода [1]. Игрок, набравший по прошествии двух партий большее число очков, чем его соперник, становится победителем матча и переходит на следующий раунд [1].

Если количество очков игроков матча одинаковы, проводится тай-брейк: две партии по 25 минут на каждого игрока с увеличением времени на 10 секунд после каждого хода, начиная с первого [1].

Если в результате первого тай-брейка участники снова оказались в состоянии ничьи, проводятся две партии по 10 минут на каждого игрока с увеличением времени на 10 секунд после каждого хода, начиная с первого [1].

Если в результате второго тай-брейка участники снова оказались в состоянии ничьи, проводятся две партии по 5 минут на каждого игрока с увеличением времени на 3 секунды после каждого хода, начиная с первого [1].

Если в результате третьего тай-брейка участники снова оказались в состоянии ничьи, проводится одна партия — 3 минуты на каждого игрока с увеличением времени на 2 секунды после каждого хода, начиная с первого [1].

Если в результате четвертого тай-брейка участники снова оказались в состоянии ничьи, проводится одна партия — 3 минуты на каждого игрока с увеличением времени на 2 секунды после каждого хода, начиная с первого, со сменой цветов фигур [1].

Если в результате пятого тай-брейка участники снова оказались в состоянии ничьи, то партия повторяется вновь до тех пор, пока не будет выявлен победитель [1].

После каждой сыгранной партии меняется рейтинг шахматистов, который формируется международной шахматной федерацией на основе метода расчета Эло [2, 3]. Перед вычислением нового рейтинга определяется вероятность  $PD$  достижения игроком результата в каждой партии по таблице 1.2.

Таблица 1.2 — Таблица преобразования разницы в рейтинге  $D$  в вероятность достижения результата  $PD$  игроком с более высоким рейтингом  $H$  и игроком с более низким рейтингом  $L$ , соответственно

D	PD		D	PD		D	PD		D	PD	
	H	L		H	L		H	L		H	L
0–3	.50	.50	92–98	.63	.37	198–206	.76	.24	345–357	.89	.11
4–10	.51	.49	99–106	.64	.36	207–215	.77	.23	358–374	.90	.10
11–17	.52	.48	107–113	.65	.35	216–225	.78	.22	375–391	.91	.09
18–25	.53	.47	114–121	.66	.34	226–235	.79	.21	392–411	.92	.08
26–32	.54	.46	122–129	.67	.33	236–245	.80	.20	412–432	.93	.07
33–39	.55	.45	130–137	.68	.32	246–256	.81	.19	433–456	.94	.06
40–46	.56	.44	138–145	.69	.31	257–267	.82	.18	457–484	.95	.05
47–53	.57	.43	146–153	.70	.30	268–278	.83	.17	485–517	.96	.04
54–61	.58	.42	154–162	.71	.29	279–290	.84	.16	518–559	.97	.03
62–68	.59	.41	163–170	.72	.28	291–302	.85	.15	560–619	.98	.02
69–76	.60	.40	171–179	.73	.27	303–315	.86	.14	620–735	.99	.01
77–83	.61	.39	180–188	.74	.26	316–328	.87	.13	>735	1.0	.00
84–91	.62	.38	189–197	.75	.25	329–344	.88	.12			

После получения значения  $PD$  для конкретного игрока вычисляется величина:

$$\Delta R = Res - PD, \quad (1.1)$$

где  $Res$  — результат партии (1 — выигрыш, 0.5 — ничья, 0 — проигрыш) [2].

Изменение рейтинга игрока вычисляется по формуле:

$$\Delta S = \Sigma \Delta R \cdot K, \quad (1.2)$$

где  $\Sigma \Delta R$  — сумма всех  $\Delta R$  для турнира или рейтингового периода,

$K = 20$ , если рейтинг игрока не превышает 2400,

$K = 10$ , если рейтинг игрока превышает 2400 [2].

Если количество партий  $n$  для игрока в любом списке за рейтинговый период, умноженное на  $K$  (как определено выше), превышает 700, то в качестве  $K$  выбирается такое наибольшее целое число, что произведение числа  $K$  на  $n$  не превышает 700 [2].

Во время проведения кубка мира по шахматам возможен прием ставок — подкрепленных деньгами прогнозов на исходы каких-либо событий [4]. Для каждого условия устанавливается коэффициент, определяющий чистую прибыль участников при выигрыше спора [4].

Существуют следующие виды ставок [4]:

- главная линия (исход партии — победа первого участника, ничья и т.д.),
- тоталы (количество свершенных событий в течение партии, матча, раунда или турнира),
- форы (с каким отрывом выиграет участник),
- экспрессы (объединение нескольких исходов в одну ставку),
- системы (объединение экспрессов в одну ставку).

В шахматных турнирах форы быть не может, поскольку во время партии не ведется счет очков, поэтому вводится понятие нулевой форы, при которой ставка делается на том, что один из участников, как минимум, не проиграет [5].

При объединении исходов в экспресс их коэффициенты перемножаются, при этом для выигрыша необходимо, чтобы все поставленные условия были выполнены [4].

Системы имеют размерность — пару натуральных чисел, определяющих количество исходов, из которых составляются экспрессы, и количество событий в каждом из экспрессов [4]. Выигранная денежная сумма вычисляется на основе коэффициентов свершенных экспрессов [4].

## **1.2 Анализ существующих решений и требования к разрабатываемым базе данных и приложению**

В таблице 1.3 представлен сравнительный анализ существующих аналогов базы данных для хранения информации о сыгранных шахматных партиях.

Таблица 1.3 — Сравнительный анализ существующих аналогов

Название	Тип программного обеспечения	Открытый исходный код	Бесплатный	Возможность делать ставки
Scid [6]	Десктопное	+	+	-
ChessGames [7]	Веб-сайт	-	+	-
365Chess [8]	Веб-сайт	-	+	-
FicsGames [9]	Веб-сайт	-	+	-

Требования к разрабатываемым базе данных и приложению:

- база данных должна быть разработана для хранения информации о сыгранных в кубке мира шахматных партиях, выполненных в них ходах, игроках, судьях, ставках и пользователях системы;
- приложение должно быть разработано для работы с информацией, хранящейся в базе данных;
- пользователю должна быть предоставлена возможность добавлять, удалять и получать информацию о сыгранных шахматных партиях, выполненных в них ходах, игроках, судьях, ставках и пользователях системы;
- в приложении должно быть предусмотрено логирование на всех уровнях;
- приложение должно иметь два кэша: для передачи запросов от приложения в систему управления базой данных и для передачи информации от бэкенда во фронтенд.

## 1.3 Системы управления базами данных

Система управления базой данных (СУБД) — программное обеспечение, предоставляющее создание, обновление, хранение и поиск информации в базе данных [10]. СУБД имеет следующие функции [10]:

- предоставление средств определения данных в виде исходной формы и преобразование этих определений в соответствующую объектную форму;
- обработка запросов пользователя на выборку, изменение, добавление или удаление данных;
- оптимизация способа выполнения каждого из запросов;
- защита и поддержка целостности данных;
- восстановление данных;
- поддержка параллельности;
- выполнение функций с максимально возможной эффективностью.

По направленности системы управления базами данных классифицируются следую-

щим образом [11]:

- универсальные,
- специализированные.

Универсальные СУБД не ориентированы на какую-либо предметную область [11]. Каждая система такого рода является универсальной и реализует функционально избыточное множество операций над данными [11].

Специализированные СУБД предназначены для конкретных классов задач, которые не могут быть оптимально решены с помощью универсальных систем [11].

По способу доступа системы управления базами данных делятся на [11]:

- клиент-серверные,
- файл-серверные,
- встраиваемые.

В файл-серверных СУБД база данных хранится на специализированном сервере, а СУБД запускается на стороне клиента [11]. Как правило, такая архитектура используется внутри локальной сети [11]. Многопользовательская синхронизация осуществляется на уровне сервера, что влечёт многочисленные блокировки файлов [11]. Сервер только хранит данные, и не обрабатывает их, поэтому ответ от такого файл-сервера будет в виде блока данных для каждого запроса, что влечет за собой высокую нагрузку на сеть при большом числе клиентов [11]. Файл-серверные СУБД считаются устаревшими и пригодны для работы при малом количестве клиентов (до нескольких десятков) [11].

В клиент-серверных СУБД все основные компоненты выполняются на отдельном сервере, содержащем базу данных [11]. На клиенте находится интерфейсная часть СУБД и выполняется код приложения [11]. Достоинством клиент-серверной архитектуры является оптимизация на стороне клиента: всю работу с базой данных осуществляет сервер, по сети передаётся только обработанный ответ [11]. Недостатком клиент-серверной архитектуры является зависимость клиентов от сервера, так как, в случае неисправной работы последнего, теряется возможность получения доступа к базе данных [11].

Встраиваемые СУБД подразумевают хранение базы данных в оперативной памяти клиента во время работы приложения [11]. Как правило, встраиваемые СУБД представляют собой библиотеки, функции которой используются в коде программы [11]. Основным недостатком встраиваемых СУБД является незащищенность базы данных от программы клиента [11].

## **1.4 Описание сущностей проектируемой базы данных**

На рисунке 1.1 представлена ER-диаграмма сущностей предметной области в нотации Чена.

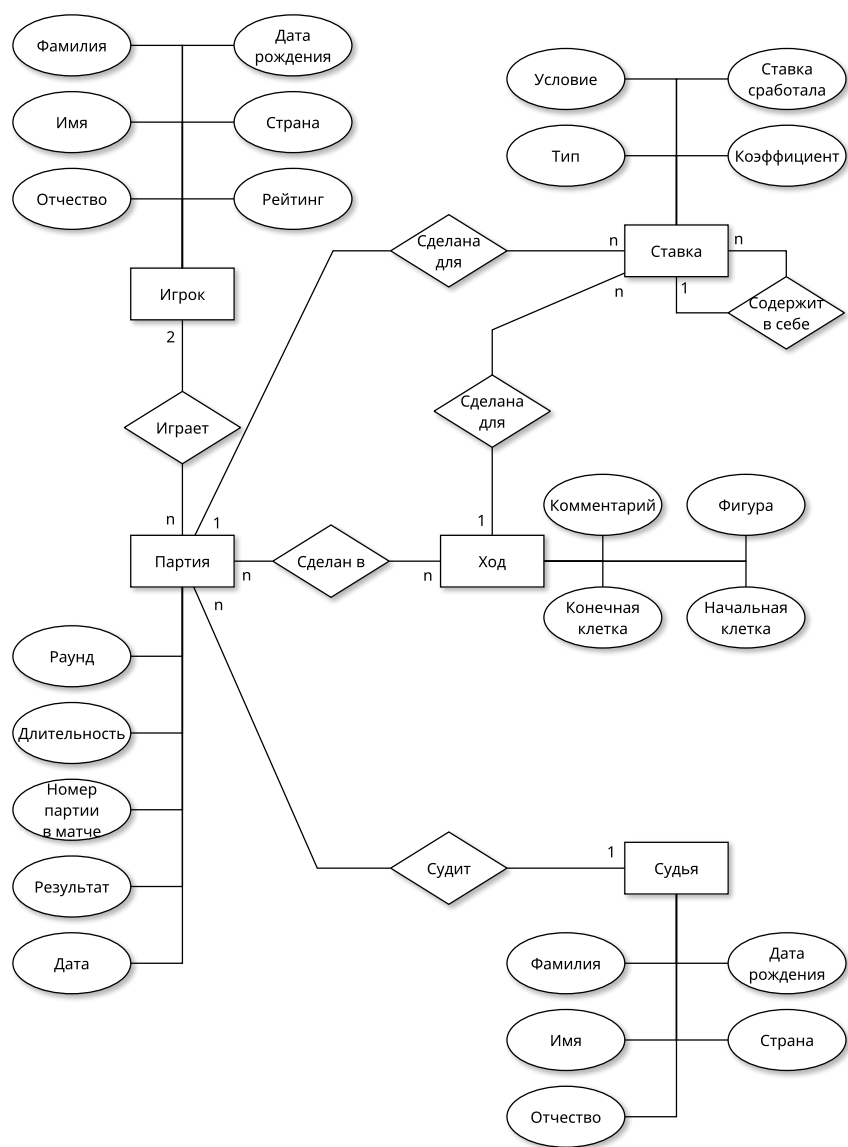


Рисунок 1.1 — ER-диаграмма сущностей предметной области

## 1.5 Описание пользователей проектируемого приложения

На рисунке 1.2 представлена диаграмма вариантов использования проектируемого приложения.



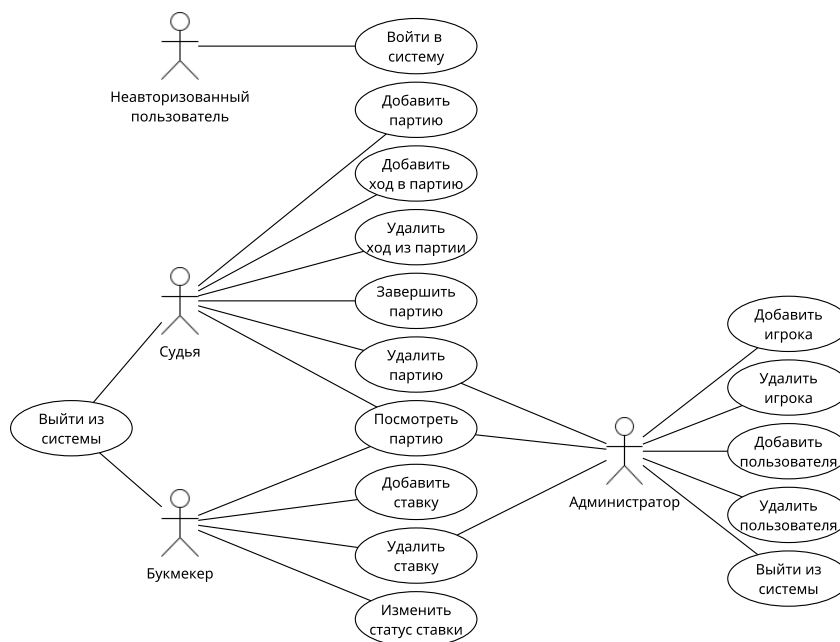


Рисунок 1.2 — Диаграмма вариантов использования проектируемого приложения

Неавторизованный пользователь не имеет доступа к информации, хранящейся в базе данных, поэтому для получения соответствующих прав ему необходимо войти в систему.

Судья — человек, следящий за проведением шахматных партий. Судье дана возможность добавлять и удалять партии и ходы, выполненные в них.

Букмекер — лицо, осуществляющее прием ставок. Букмекер имеет возможность добавлять и удалять информацию о спорах.

Администратор — лицо, ответственное за добавление и удаление пользователей системы и игроков из базы данных. Помимо основных функций, администратор может удалять информацию о шахматных партиях и ставках.

## Вывод

В аналитическом разделе был проведен анализ предметной области, связанной с проведением кубка мира по шахматам и ставками на спорт. Были рассмотрены и сравнены существующие решения для хранения шахматных партий. Были сформулированы требования к проектируемому программному обеспечению и базе данных. Были рассмотрены системы управления базами данных на основе формализованной задачи. Были описаны сущности проектируемой базы данных и пользователи разрабатываемого приложения.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Формализация бизнес-правил

На рисунках 2.1–2.16 представлены бизнес-правила проектируемого приложения.

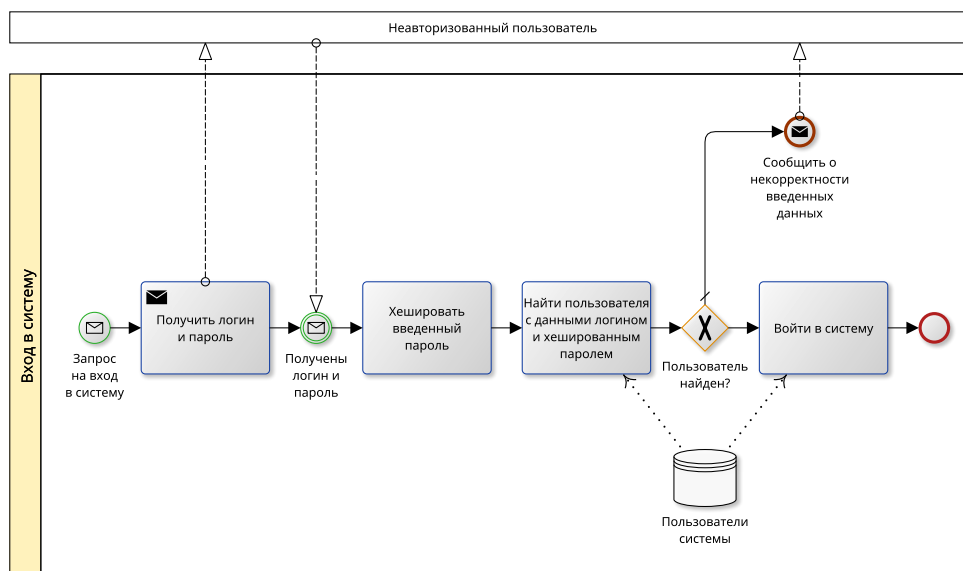


Рисунок 2.1 — Бизнес-правило входа в систему

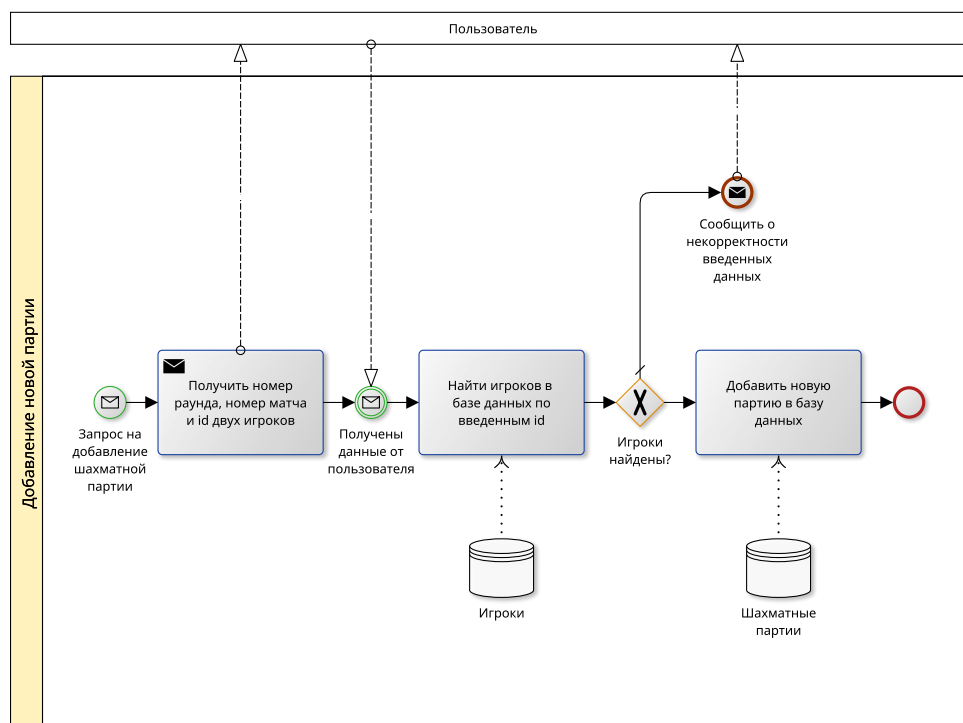


Рисунок 2.2 — Бизнес-правило добавления новой шахматной партии

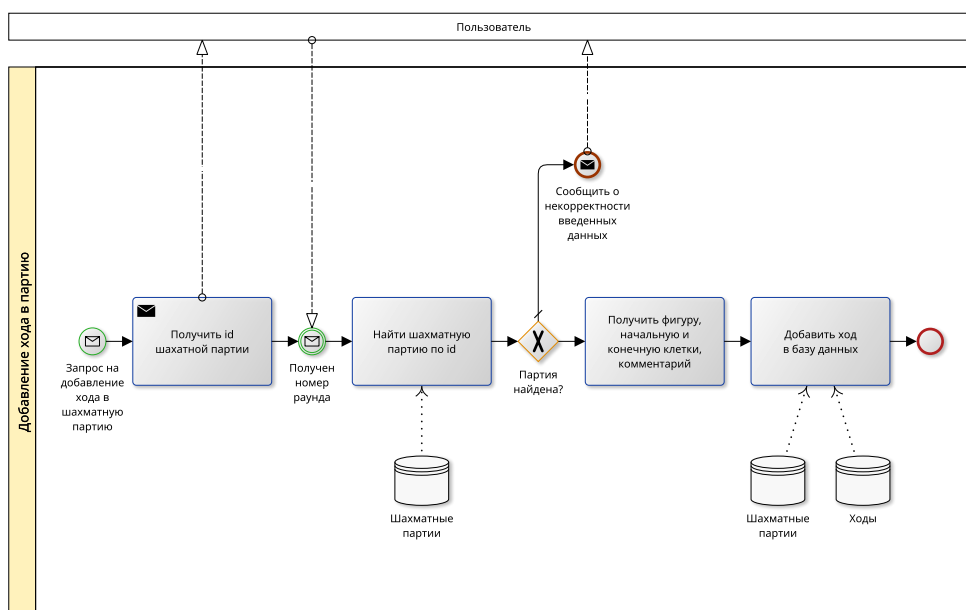


Рисунок 2.3 — Бизнес-правило добавления нового хода в партию

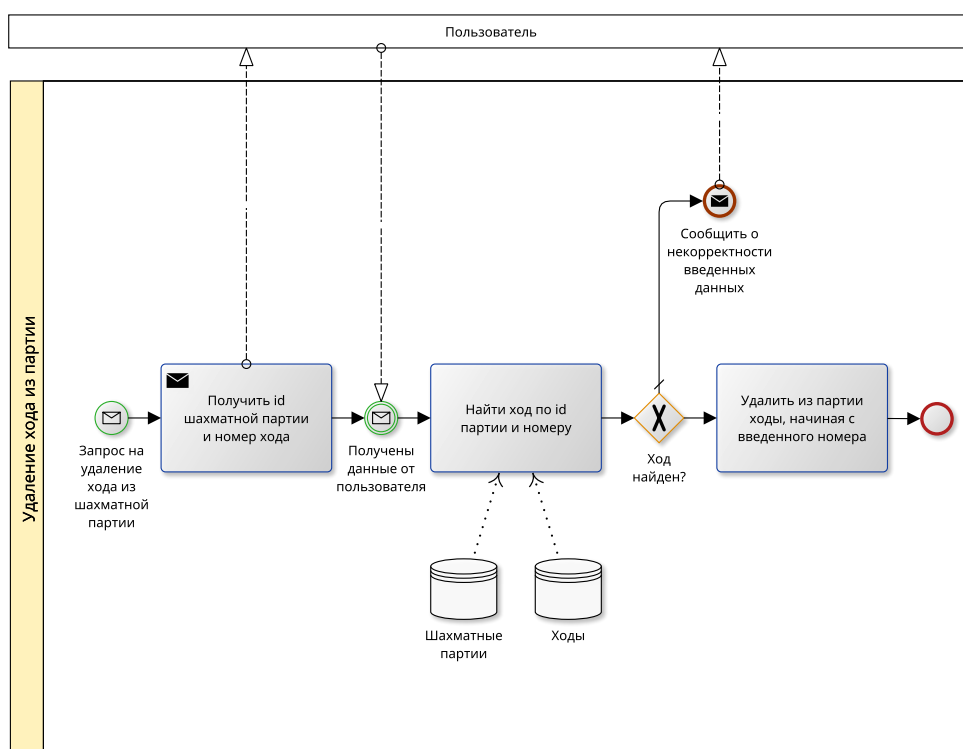


Рисунок 2.4 — Бизнес-правило удаления хода из партии

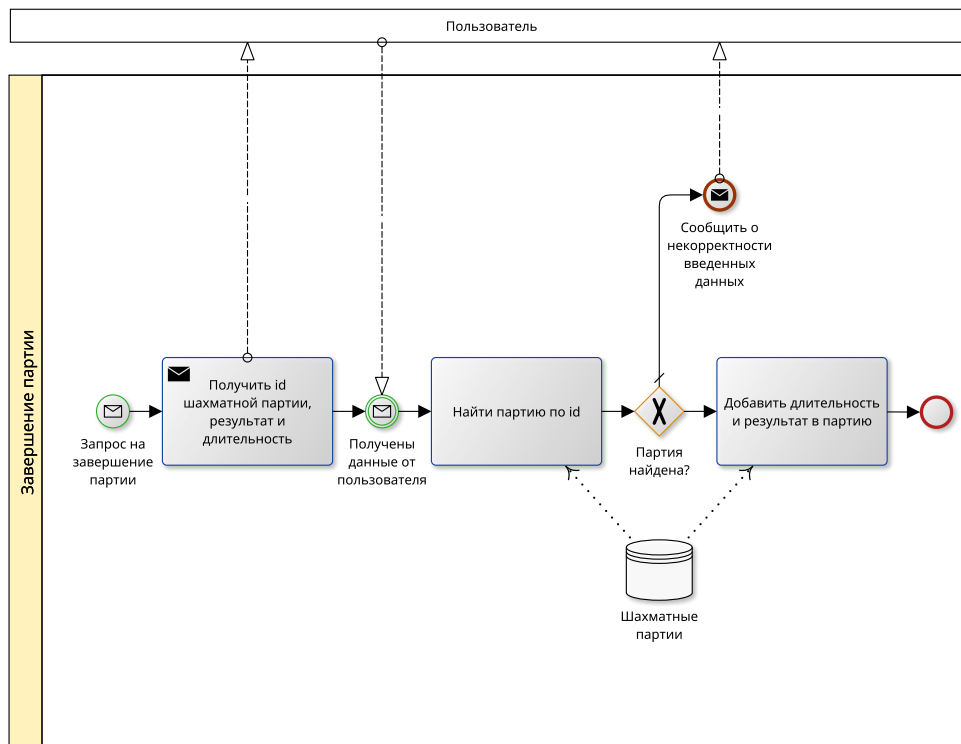


Рисунок 2.5 — Бизнес-правило завершения партии

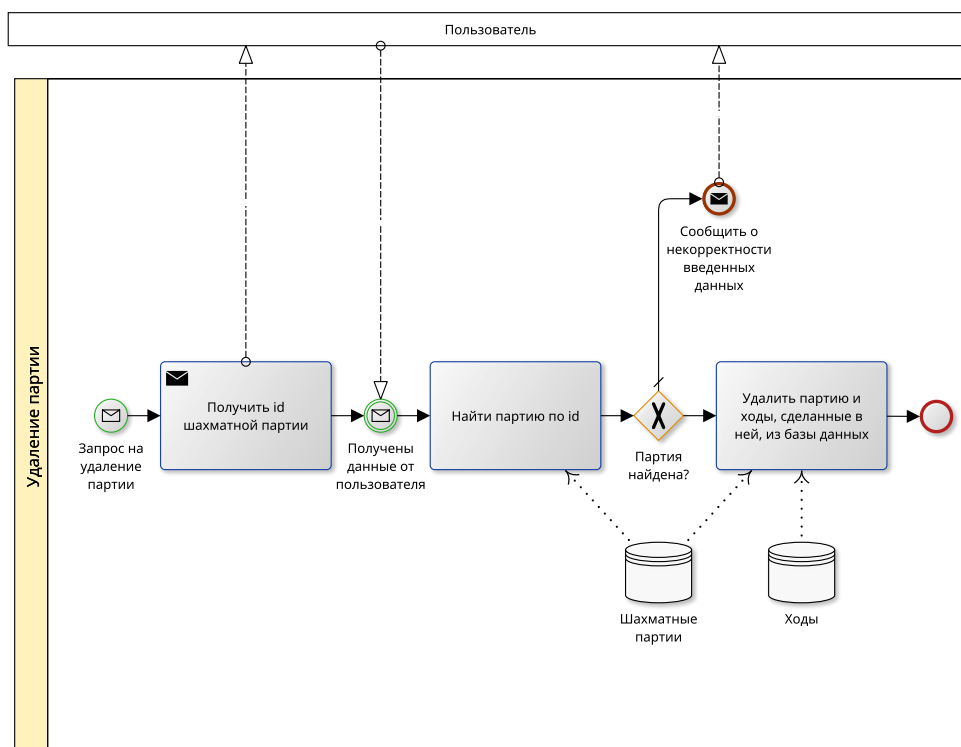


Рисунок 2.6 — Бизнес-правило удаления партии

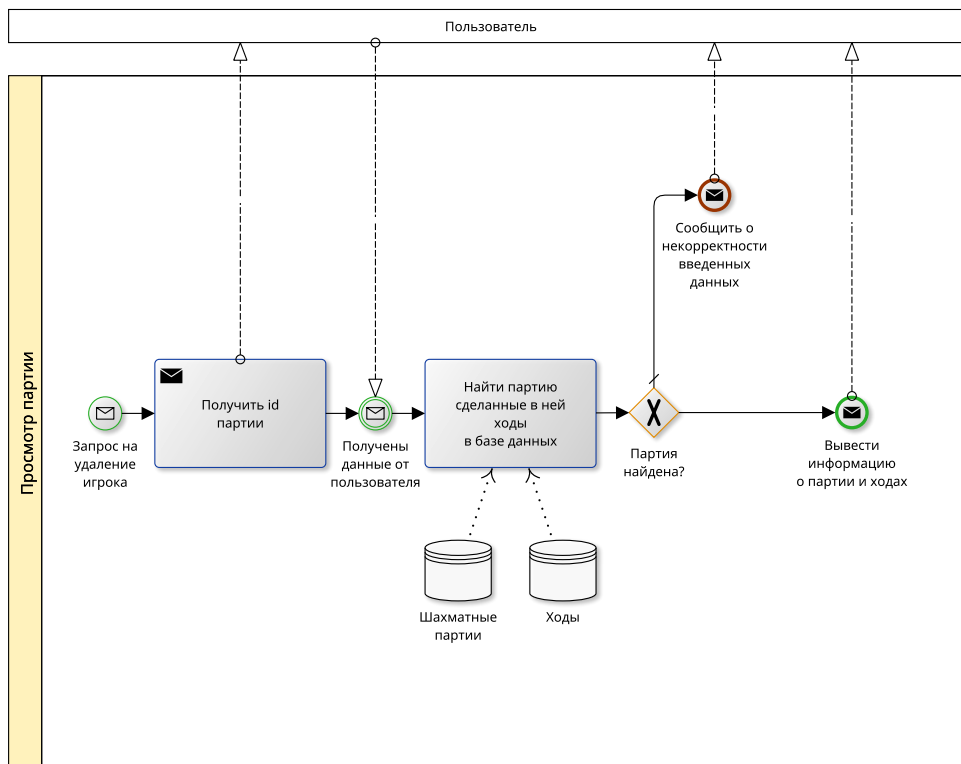


Рисунок 2.7 — Бизнес-правило просмотра партии

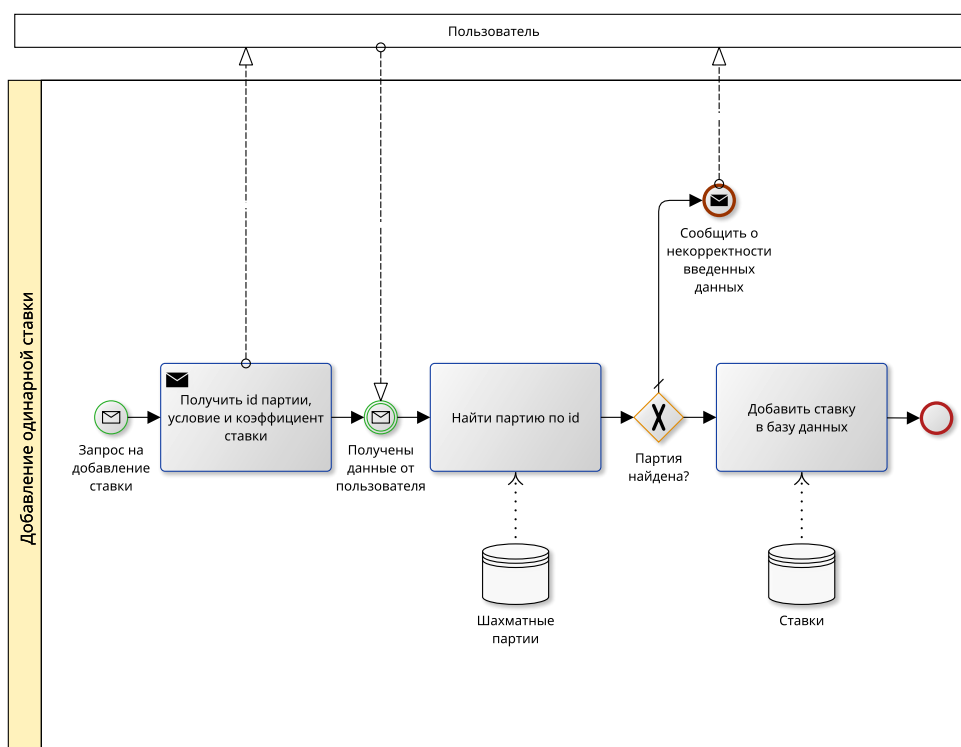


Рисунок 2.8 — Бизнес-правило добавления одинарной ставки

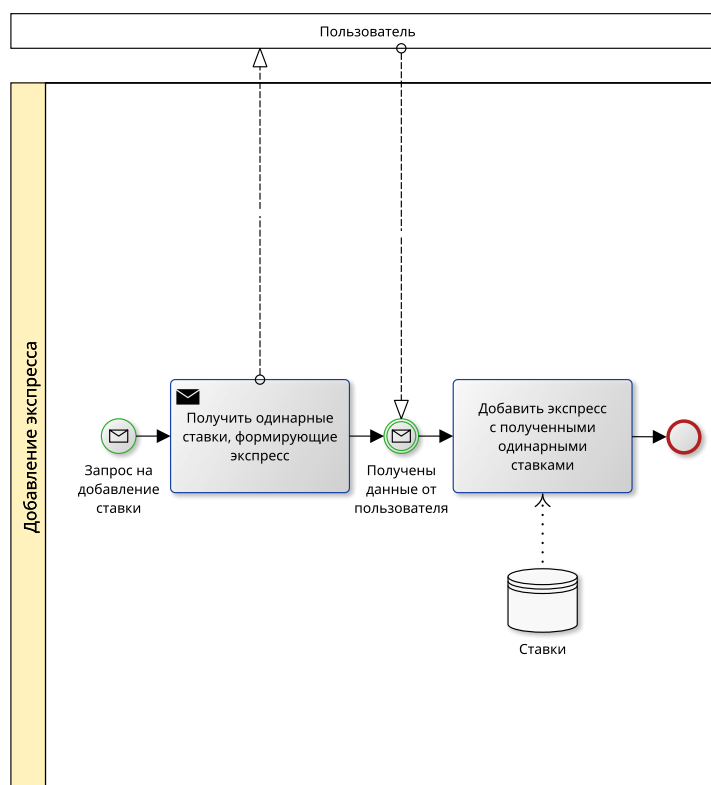


Рисунок 2.9 — Бизнес-правило добавления экспресса

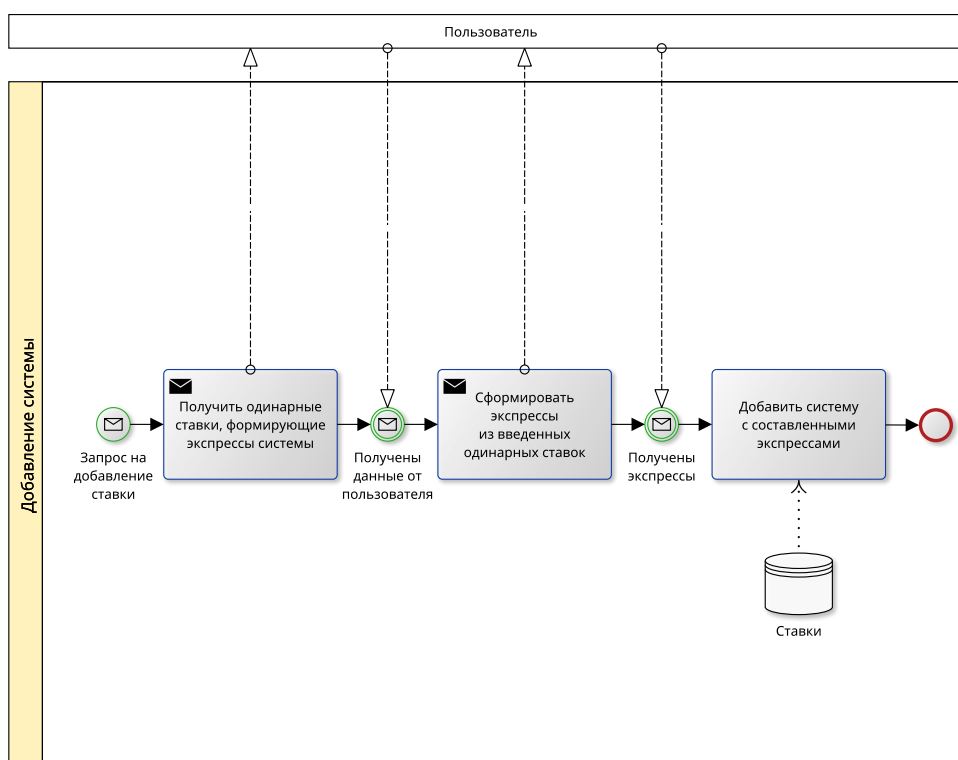


Рисунок 2.10 — Бизнес-правило добавления системы

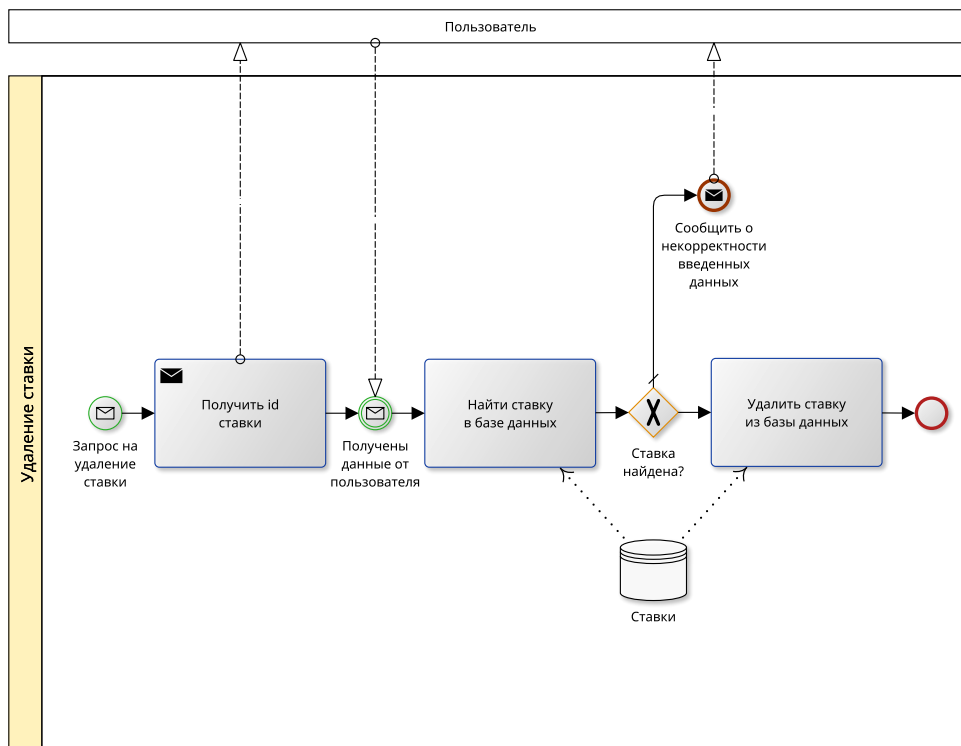


Рисунок 2.11 — Бизнес-правило удаления ставки

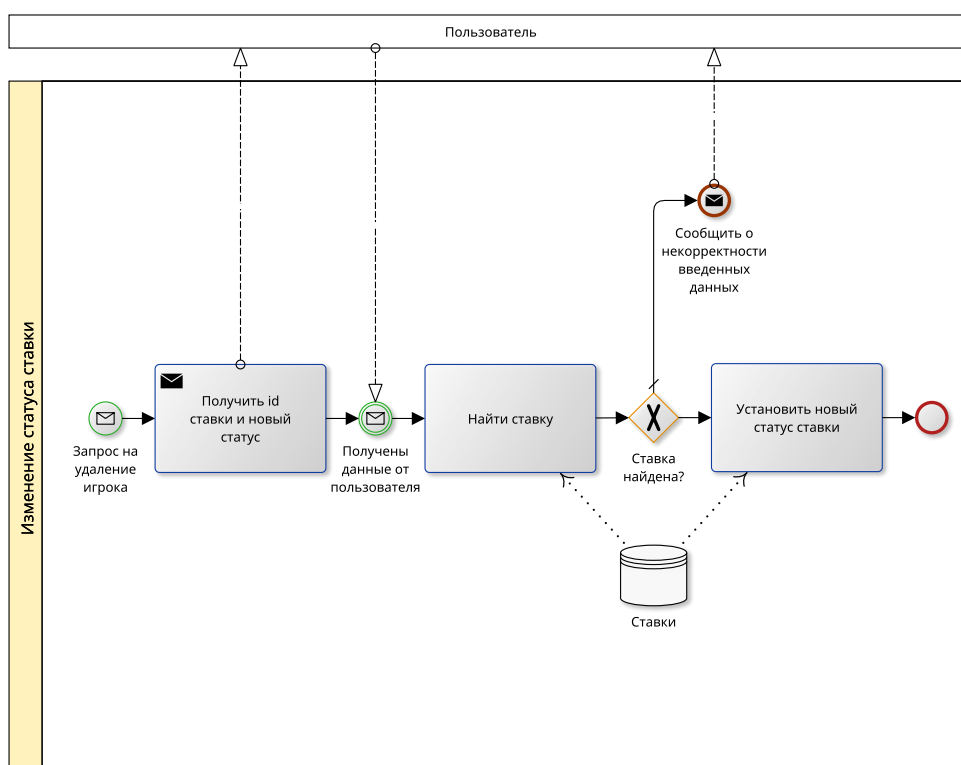


Рисунок 2.12 — Бизнес-правило изменения статуса ставки

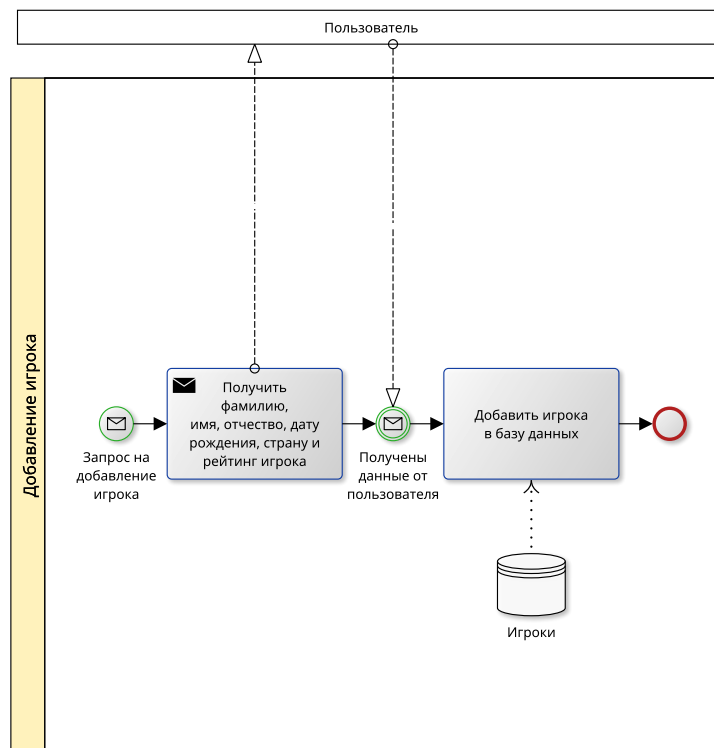


Рисунок 2.13 — Бизнес-правило добавления игрока

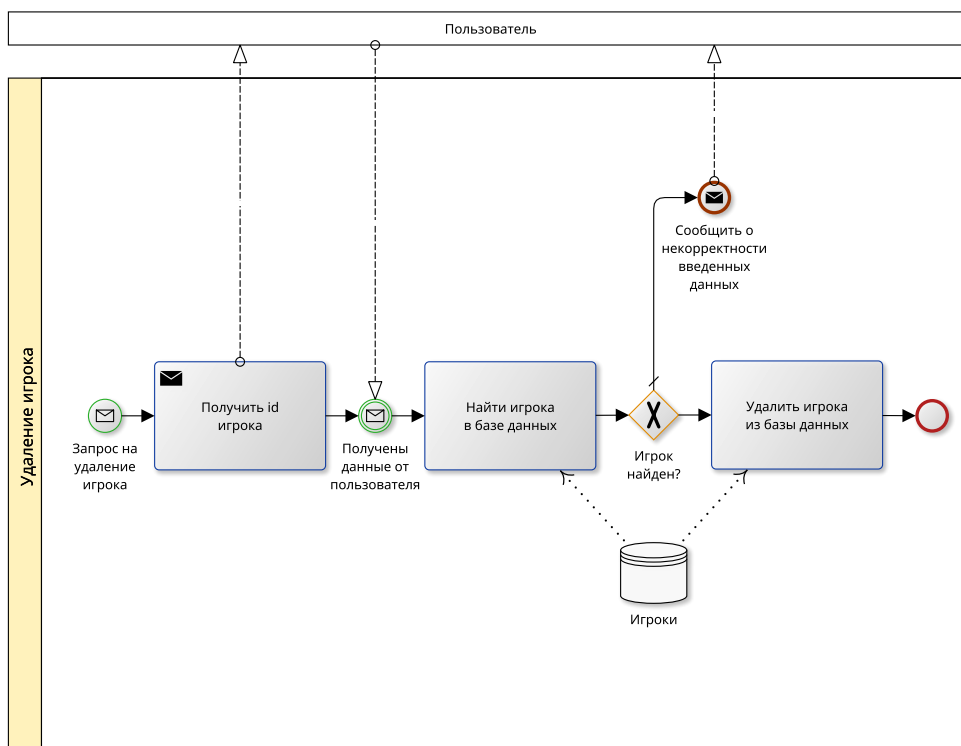


Рисунок 2.14 — Бизнес-правило удаления игрока



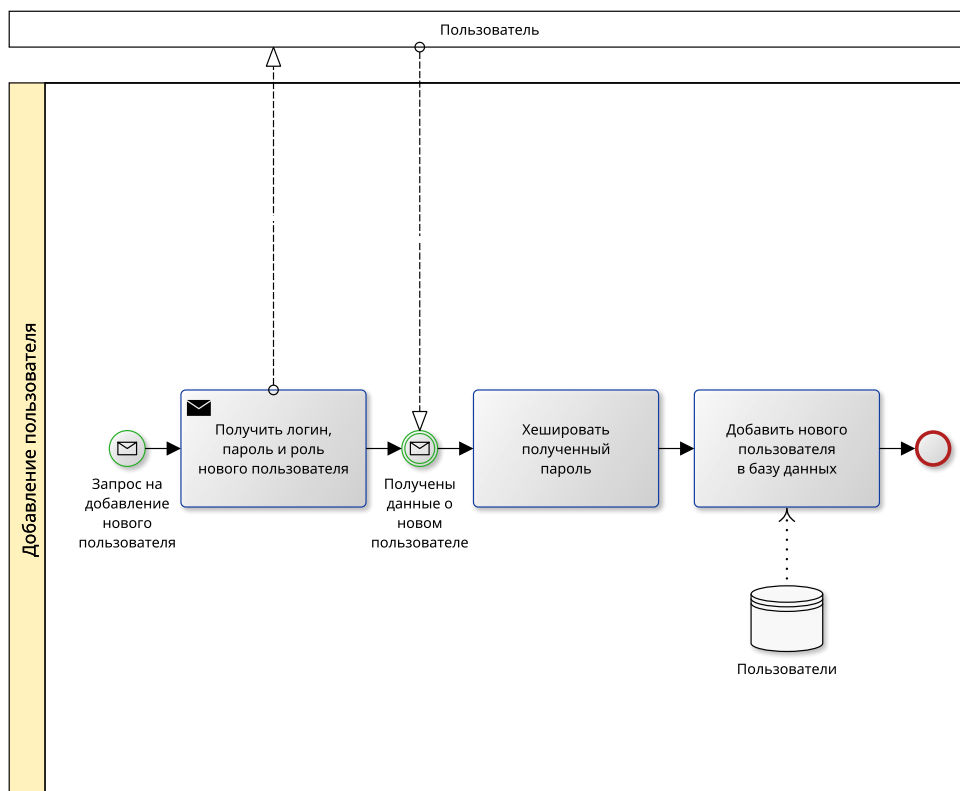


Рисунок 2.15 — Бизнес-правило добавления пользователя

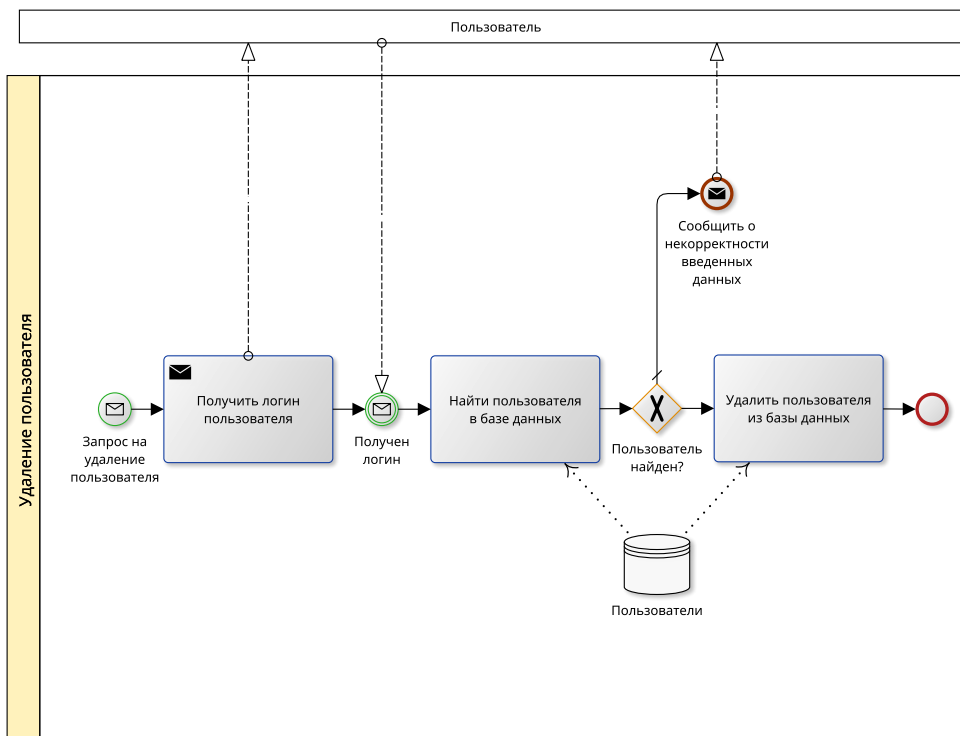


Рисунок 2.16 — Бизнес-правило удаления пользователя

## 2.2 Проектирование базы данных

Из ER-диаграммы предметной области, представленной на рисунке 1.1, следует, что ставка может содержать в себе вложения, которые также являются ставками. Для хранения данных предлагается использовать документоориентированные СУБД, поскольку они ориентированы на работу с иерархическими структурами данных [12].

ER-диаграмма проектируемой базы данных представлена на рисунке 2.17.

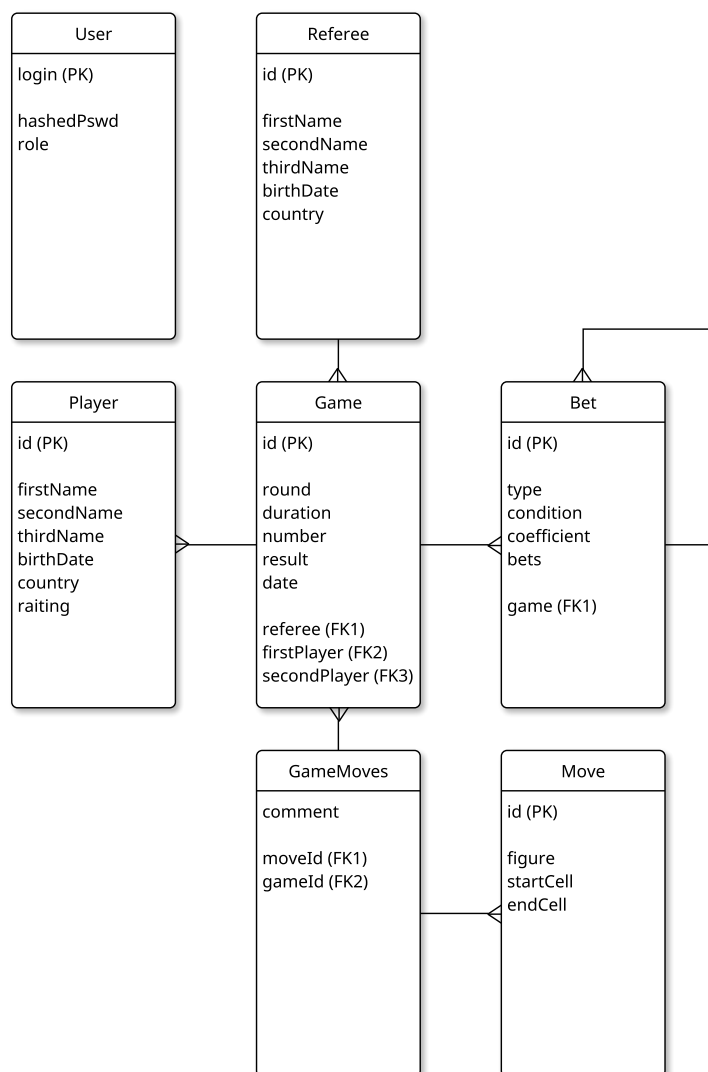


Рисунок 2.17 — ER-диаграмма проектируемой базы данных

Проектируемая база данных содержит в себе следующие сущности:

- User — информация о пользователях системы;
- Game — информация о сыгранных шахматных партиях;
- Player — информация об игроках;
- Move — информация о ходах, сделанных в партиях;
- GameMoves — развязочная таблица для установления связи многие-ко-многим между шахматными партиями и ходами;

- Bet — информация о ставках;
- Referee — информация о судьях.

Для обеспечения целостности проектируемой базы данных вводятся следующие ограничения:

- идентификаторы шахматной партии, хода, судьи, игрока и ставки являются натуральными числами;
- рейтинг игрока является целым числом;
- раунд шахматной партии является натуральным числом, принимающим значения от 1 до 8;
- номер матча шахматной партии является натуральным числом;
- тип ставки описывается тремя целыми числами — 0 (одинарная ставка), 1 (экспресс), 2 (система);
- тип фигуры в описании шахматного хода описывается шестью целыми числами: — 0 (король), 1 (ферзь), 2 (ладья), 3 (слон), 4 (конь), 5 (пешка);
- коэффициент ставки представляет собой вещественное число, большее единицы;
- условие ставки является непустой строкой;
- статус ставки описывается тремя целыми числами — 0 (результата пока нет), 1 (ставка сработала), 2 (ставка не сработала).

Для корректной работы с данными необходимо реализовать следующие триггеры:

- проверка на выполнение условий ставок (главной линии, экспрессов, содержащих только главные линии; систем, содержащих экспрессы с главными линиями) после добавления завершенной партии в базу данных;
- изменение рейтинга игрока после добавления завершенной партии в базу данных;
- удаление ходов из шахматной партии;
- удаление соответствующих шахматных партий перед удалением игрока из базы данных;
- удаление из базы данных ходов, не содержащихся в сохраненных шахматных партиях.

Схемы алгоритмов триггеров приведены на рисунках ??–??.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Regulations for the FIDE World Cup 2023 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://handbook.fide.com/files/handbook/WorldCup2023Regulations.pdf> (дата обращения 22.08.23)
2. FIDE Rating Regulations effective from 1 January 2022 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://handbook.fide.com/chapter/B022022> (дата обращения 23.08.23)
3. Elo, Arpad E. The Proposed USCF Rating System, Its Development, Theory, and Applications [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://uscf1-nyc1.aodhosting.com/CL-AND-CR-ALL/CL-ALL/1967/1967\\_08.pdf#page=26](http://uscf1-nyc1.aodhosting.com/CL-AND-CR-ALL/CL-ALL/1967/1967_08.pdf#page=26) (дата обращения 23.08.23)
4. Как делать ставки на спорт в букмекерских конторах [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://journal.tinkoff.ru/you-bet/> (дата обращения 23.08.23)
5. Как ставить на шахматы: особенности игры, советы игрокам [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://bookmaker-ratings.ru/wiki/kak-stavit-na-shahmaty-osobennosti-igry-sovety-igrokam/> (дата обращения 23.08.23)
6. Scid — Chess Database Software [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://scid.sourceforge.net/> (дата обращения 03.04.23)
7. Chessgames.com: Chess Games Database & Community [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.chessgames.com/> (дата обращения 03.04.23)
8. Chess Games Database Online — 365Chess.com [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.365chess.com/> (дата обращения 03.04.23)
9. ICS Games Database [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.ficsgames.org/> (дата обращения 03.04.23)
10. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е изд.: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Диалектика», 2019. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.
11. Кузнецов С.Д. Базы данных [Электронный ресурс] — Режим доступа: [https://k0d.cc/storage/books/Databases/Базы данных \(Кузнецов 2020\).pdf](https://k0d.cc/storage/books/Databases/Базы данных (Кузнецов 2020).pdf) (дата обращения 24.08.23)

12. A Comparison of NoSQL Database Management Systems and Models [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/a-comparison-of-nosql-database-management-systems-and-model> (дата обращения 03.09.23)