

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «**Национальный исследовательский университет**  
**ИТМО»**

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Создание информационной системы для проведения совместных сессий по  
написанию кода “**CodeTogether**”  
по дисциплине «Информационные системы»

**Преподаватель:**  
Тюрин Иван Николаевич

**Выполнил:**  
Федоров Евгений  
Константинович  
Бондаренко Артем Андреевич

**Группа:** Р3310

Санкт-Петербург 2025

# Содержание

1. Этап 1 .....	3
1.1. Согласовать с преподавателем предметную область, для которой будет разрабатываться информационная система .....	3
1.2. Составить подробное текстовое описание предметной области. .	3
1.3. Сформулировать, зачем нужна информационная система для представленной предметной области, какие задачи она позволит решить. ....	4
1.4. Составить функциональные/нефункциональные требования к разрабатываемой информационной системе. ....	5
Функциональные требования .....	5
Для авторизованного пользователя .....	5
Для авторизованного пользователя с доской .....	6
Для анонимных пользователей .....	6
Нефункциональные требования .....	6
Удобство использования .....	6
Производительность .....	6
Поддерживаемость .....	7
Надёжность .....	7
1.5. Построить модели основных прецедентов, составить их описание. ....	8
1.6. Список технологий и фреймворков: .....	21
Технологии области представления системы: .....	21
Технологии на серверной части .....	21
Технологии для развертывания инфраструктуры .....	21
Технологии для обеспечения качества и надежности системы ..	22
Этап 2 .....	22
Сформировать ER-модель базы данных .....	22
Даталогическая модель .....	23
Индексы PostgreSQL для даталогической модели .....	23
document .....	23
user .....	24
session .....	24
user_session .....	24
document_operation .....	24
document_snapshot .....	25
highlight .....	25
cursor_state .....	25

# **1. Этап 1**

## **1.1. Согласовать с преподавателем предметную область, для которой будет разрабатываться информационная система.**

Согласована во время практического занятия.

## **1.2. Составить подробное текстовое описание предметной области.**

CodeTogether - это онлайн платформа для совместного написания и редактирования кода в режиме реального времени. Она позволяет пользователям видеть вносимые изменения, что представляется особенно удобным для обучения и/или проведения интервью. Основные элементы приложения включают в себя редактор кода с подсветкой синтаксиса, возможность приглашать неограниченное количество участников и взаимодействие между пользователями в лице просмотра положения курсора каждого участника. Одним из аспектов является постановка и выполнение совместных задач, просмотр статистики каждого пользователя в рамках рабочей сессии.

### **1.3. Сформулировать, зачем нужна информационная система для представленной предметной области, какие задачи она позволит решить.**

Информационная система для предметной области CodeTogether нужна для того, чтобы организовать и упростить процесс совместного написания кода в режиме реального времени, обеспечив удобное взаимодействие участников независимо от их местоположения.

система позволяет решать следующие задачи:

- совместная разработка кода
  - ▶ Пользователи могут подключаться к «доске» и совместно писать код с подсветкой синтаксиса выбранного языка.
- поддержка обучения и наставничества
  - ▶ Система позволяет проводить совместные занятия и семинары с демонстрацией синтаксических особенностей выбранного языка.
- подготовка и проведение технических интервью
  - ▶ Система позволяет проводить технические интервью для проверки знания синтаксиса языка, а также возможности человека писать без помощи ide.
- улучшение командной работы
  - ▶ Система позволяет улучшить командную работу при помощи совместной разработки необходимых функций, написания их шаблонов в быстром и удобном формате.
- постановка и решение задач
  - ▶ Система позволяет создать панель задач для отслеживания прогресса проведения семинара, выполнения задачи.

## **1.4. Составить функциональные/нефункциональные требования к разрабатываемой информационной системе.**

### **Функциональные требования**

#### **Для авторизованного пользователя**

- F0 Система должна предоставлять пользователям возможность зарегистрировать аккаунт посредством формы
- F1 Система должна предоставлять пользователям возможность зарегистрировать аккаунт посредством GitHub
- F2 Система должна предоставлять пользователям возможность создать новую доску
- F3 Система должна предоставлять пользователям возможность одновременно редактировать текстовый файл
- F4 Система должна предоставлять возможность выбрать используемый доской язык для подсветки синтаксиса
- F5 Система должна предоставлять возможность создать задачу для доски
- F6 Система должна предоставлять возможность просмотреть статистику каждого пользователя на доске
- F7 Система должна предоставлять возможность выдать роль на доске для пользователя
- F8 Система должна автоматически подтягивать фото с GitHub. При ошибке загружать базовое фото
- F9 Система должна предоставлять возможность пригласить участника на доску

## **Для авторизованного пользователя с доской**

- **F10**Система должна предоставлять возможность редактировать название доски
- **F11**Система должна предоставлять возможность удалить доску
- **F12**Система должна предоставлять возможность удалить участника с доски
- **F13**Система должна предоставлять возможность изменить роль участника на доске
- **F14**Система должна предоставлять возможность добавить задачи для доски
- **F15**Система должна предоставлять возможность удалять задачи для доски
- **F16**Система должна предоставить возможность сохранить свою доску и добавить ее в общий список.

## **Для анонимных пользователей**

- **F7**Система должна предоставить возможность инвалидировать ссылку через какое-то время.
- **F8**Система должна предоставить возможность просматривать доску, если у них есть ссылка на неё.
- **F9**Система должна ограничивать доступ на редактирование досок анонимным пользователям.
- **F10**Система должна предоставить возможность видеть чужие курсоры и выделяемый другими пользователями на доске текст.

## **Нефункциональные требования**

### **Удобство использования**

- **U0**Система должна корректно отображаться в браузерах: Chrome 21+, Safari 16+, Firefox 122+, Яндекс.Браузер 23+
- **U1**Система должна обеспечивать навигацию и поиск нужного элемента не более чем за 30 секунд
- **U2**Система должна иметь светлую цветовую схему (молочные тона) без резких контрастов

### **Производительность**

- **P0**Система должна поддерживать одновременную работу не менее 15 активных пользователей на одной доске
- **P1**Система должна предоставить сохранение автоснапшота документа — не более 1 секунды на операцию

- **P2**Система должна гарантировать обработку операций редактирования —  $95 \leq 200$  мс

## **Поддерживаемость**

- **M0**Система должна логировать ошибки и предупреждения с уровнями (ERROR/WARN/INFO)
- **M1**Система должна поддерживать конфигурацию через переменные окружения (DB url, креды, OAuth client-id/secret и т.д.)
- **M2**Система должна поддерживать ротацию секретов (обновление client secret и ключей подписи токенов) без простоя

## **Надёжность**

- **R0**Система должна выполнять автосохранение изменений на доске каждые 5 секунд либо по инициативе пользователя
- **R1**Система должна предоставить восстановление доступа к сессии без потери данных при сетевой ошибке
- **R2**Система должна обеспечивать идемпотентность при повторной доставке событий редактирования

## **1.5. Построить модели основных прецедентов, составить их описание.**

Прецедент	Регистрация через форму
ID	UC1 (F0)
Краткое описание	Пользователь создает новую учетную запись на платформе, используя электронную почту и пароль
Главный актер	Неавторизованный пользователь (Гость)
Предусловия	Пользователь находится на главной странице или странице входа.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Пользователь нажимает кнопку «Зарегистрироваться».</li><li>2. Система отображает форму регистрации (email, пароль).</li><li>3. Пользователь вводит валидный email и пароль</li><li>4. Пользователь подтверждает пароль и нажимает «Создать аккаунт».</li><li>5. Система хеширует пароль, создает запись в БД и автоматически авторизует пользователя.</li></ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Пользователь вводит email, который уже существует в системе.</li><li>2. Система отображает сообщение об ошибке: «Аккаунт с таким email уже существует».</li></ol>
Альтернативный поток В	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Пользователь вводит пароль, не соответствующий политике безопасности.</li><li>2. Система отображает сообщение об ошибке с требованиями к паролю.</li></ol>

Постусловия	В системе создана новая учетная запись. Пользователь аутентифицирован и перенаправлен в личный кабинет.
Прецедент	Регистрация через GitHub (OAuth)
ID	UC2 (F1)
Краткое описание	Пользователь создает учетную запись или привязывает существующую, используя аккаунт GitHub.
Главный актер	Неавторизованный пользователь (Гость)
Предусловия	Пользователь находится на главной странице или странице входа.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>Пользователь нажимает кнопку «Войти через GitHub».</li> <li>Система перенаправляет пользователя на страницу авторизации GitHub.</li> <li>Пользователь вводит свои учетные данные GitHub и предоставляет запрашиваемые права.</li> <li>GitHub перенаправляет пользователя обратно в систему с кодом авторизации.</li> <li>Система обменивает код на access token и получает данные профиля пользователя из GitHub.</li> <li>Если аккаунт с таким email не существует, система создает новую запись в БД.</li> <li>Система авторизует пользователя и перенаправляет его в личный кабинет.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>Пользователь отменяет авторизацию на стороне GitHub.</li> <li>Пользователь перенаправляется обратно на главную страницу системы.</li> </ol>

Альтернативный поток В	
Постусловия	Учетная запись пользователя создана или найдена и привязана к GitHub. Пользователь аутентифицирован.

Прецедент	Смена пароля
ID	UC3 (SEC0)
Краткое описание	Аутентифицированный пользователь изменяет свой текущий пароль.
Главный актер	Зарегистрированный Пользователь
Предусловия	Пользователь аутентифицирован и находится в разделе 'Настройки профиля'.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пользователь выбирает опцию «Сменить пароль».</li> <li>2. Система отображает форму с полями: «Текущий пароль», «Новый пароль», «Подтвердить новый пароль».</li> <li>3. Пользователь вводит текущий пароль, новый пароль и подтверждение.</li> <li>4. Пользователь нажимает кнопку «Сохранить».</li> <li>5. Система проверяет, что текущий пароль верен, а новый пароль соответствует политике безопасности.</li> <li>6. Система хеширует новый пароль и сохраняет его в БД.</li> <li>7. Система отображает сообщение об успешной смене пароля.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Текущий пароль введен неверно.</li> <li>2. Система отображает сообщение: «Неверный текущий пароль».</li> </ol>

Альтернативный поток В	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Новый пароль не соответствует политике безопасности.</li> <li>2. Система отображает сообщение с требованиями к паролю.</li> </ol>
Постусловия	Пароль учетной записи пользователя изменен.

Прецедент	Выбор аватара
ID	UC4 (F8)
Краткое описание	Пользователь выбирает изображение для своего профиля из каталога системы.
Главный актер	Зарегистрированный Пользователь
Предусловия	Пользователь аутентифицирован и находится в разделе 'Настройки профиля'.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пользователь нажимает на кнопку «Сменить аватар».</li> <li>2. Система отображает модальное окно с каталогом доступных аватаров.</li> <li>3. Пользователь выбирает понравившийся аватар и нажимает «Сохранить».</li> <li>4. Система обновляет аватар пользователя в БД.</li> <li>5. Система закрывает модальное окно и отображает новый аватар в профиле.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пользователь нажимает «Отмена».</li> <li>2. Система закрывает модальное окно без сохранения изменений.</li> </ol>
Альтернативный поток В	
Постусловия	Аватар пользователя в системе изменен.

Прецедент	Создание новой доски
-----------	----------------------

ID	UC5 (F2)
Краткое описание	Пользователь создает новую виртуальную доску для совместного редактирования кода.
Главный актер	Зарегистрированный Пользователь
Предусловия	Пользователь аутентифицирован и находится в своем личном кабинете (список досок).
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>Пользователь нажимает кнопку «Создать доску».</li> <li>Система отображает форму с полем «Название доски» (опционально).</li> <li>Пользователь вводит название (или оставляет поле пустым) и нажимает «Создать».</li> <li>Система создает новую доску в БД, назначая текущего пользователя ее владельцем.</li> <li>Система перенаправляет пользователя на страницу созданной доски.</li> </ol>
Альтернативный поток	
Альтернативный поток В	
Постусловия	Новая доска создана. Пользователь является ее владельцем и перенаправлен на нее.

Прецедент	Совместное редактирование кода
ID	UC6 (F3, F4, P3, P4, R0, R1, R3)
Краткое описание	Несколько пользователей одновременно редактируют код на одной доске.

	Изменения синхронизируются в реальном времени.
Главный актер	Зарегистрированный Пользователь или Анонимный Пользователь (только просмотр, F7)
Предусловия	Пользователь имеет доступ к доске (является участником или имеет ссылку) и открыл ее.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система загружает текущее содержимое документа и подключает пользователя к серверу по WebSocket для получения обновлений.</li> <li>2. Пользователь вносит изменения в текст (печатает, удаляет).</li> <li>3. Система немедленно отображает ввод пользователя локально.</li> <li>4. Система отправляет операцию редактирования на сервер (задержка 95 <math>\leq</math> 200 мс).</li> <li>5. Сервер рассыпает операцию всем остальным подключенными пользователям доски.</li> <li>6. Система отображает изменения от других пользователей, включая положение их курсоров.</li> <li>7. Система автоматически сохраняет состояние документа каждые 5 секунд (R0) или по команде пользователя.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соединение пользователя с сервером прерывается.</li> <li>2. Система уведомляет пользователя о потере соединения и пытается переподключиться.</li> <li>3. После восстановления соединения система синхронизирует состояние (R1).</li> </ol>

Альтернативный поток В	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анонимный пользователь открывает доску по ссылке.</li> <li>2. Система отображает содержимое доски в режиме «только чтение» (F7).</li> </ol>
Постусловия	Все изменения пользователей синхронизированы. Состояние документа сохранено.

Прецедент	Приглашение участника на доску
ID	UC7 (F9)
Краткое описание	Владелец или участник с правами приглашает нового пользователя на доску.
Главный актер	Зарегистрированный Пользователь (с соответствующими правами на доске)
Предусловия	Пользователь открыл доску, на которую хочет пригласить участника.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пользователь нажимает кнопку «Пригласить».</li> <li>2. Система отображает поле для ввода email или генерации invite-ссылки.</li> <li>3. Пользователь вводит email приглашаемого и нажимает «Отправить приглашение».</li> <li>4. Система отправляет email с ссылкой для доступа к доске.</li> <li>5. Приглашенный пользователь получает email и переходит по ссылке.</li> <li>6. Система добавляет пользователя к участникам доски.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пользователь выбирает опцию «Скопировать ссылку».</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Система генерирует уникальную ссылку и копирует ее в буфер обмена.</li> <li>3. Пользователь вручную отправляет ссылку (например, через мессенджер).</li> </ol>
Альтернативный поток В	
Постусловия	Новый участник добавлен к доске и имеет доступ к ней.

Прецедент	Управление задачами доски (Создание)
ID	UC8 (F5, F14)
Краткое описание	Владелец доски создает новую задачу для отслеживания прогресса.
Главный актер	Владелец Доски
Предусловия	Пользователь является владельцем доски и открыл ее.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пользователь открывает панель «Задачи» на доске.</li> <li>2. Пользователь нажимает кнопку «Добавить задачу».</li> <li>3. Система отображает форму с полями: «Название».</li> <li>4. Пользователь заполняет поля и нажимает «Создать».</li> <li>5. Система добавляет задачу в список задач доски.</li> </ol>
Альтернативный поток	
Альтернативный поток В	
Постусловия	Новая задача создана и отображается в панели задач доски.

Прецедент	Управление задачами доски (Удаление)
ID	UC9 (F15)
Краткое описание	Владелец доски удаляет задачу.
Главный актер	Владелец Доски
Предусловия	Владелец открыл доску и панель 'Задачи'. В списке есть хотя бы одна задача.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>Пользователь наводит курсор на задачу в списке и нажимает значок «Удалить» (корзина).</li> <li>Система запрашивает подтверждение: «Вы уверены?».</li> <li>Пользователь подтверждает удаление.</li> <li>Система удаляет задачу из БД.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>Пользователь отменяет удаление.</li> <li>Система закрывает диалог подтверждения, задача не удаляется.</li> </ol>
Альтернативный поток В	
Постусловия	Задача удалена из списка задач доски.

Прецедент	Просмотр статистики пользователей
ID	UC10 (F6)
Краткое описание	Владелец или участник просматривает статистику активности всех пользователей на доске.
Главный актер	Зарегистрированный Пользователь (с правами на просмотр статистики)
Предусловия	Пользователь открыл доску.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>Пользователь открывает панель «Статистика» или «Участники».</li> </ol>

	<p>2. Система отображает список участников и метрики их активности (например, количество напечатанных символов, время в сети, решенные задачи).</p> <p>3. Пользователь просматривает статистику.</p>
Альтернативный поток	
Альтернативный поток В	
Постусловия	Пользователь получил информацию об активности на доске.

Прецедент	Назначение ролей участникам
ID	UC11 (F7, F13)
Краткое описание	Владелец доски изменяет роль другого участника (например, 'Редактор', 'Только чтение').
Главный актер	Владелец Доски
Предусловия	Владелец открыл доску. На доске есть другие участники.
Основной поток	<p>1. Владелец открывает панель «Участники».</p> <p>2. Владелец нажимает на меню (три точки) рядом с участником, чью роль нужно изменить.</p> <p>3. Владелец выбирает новую роль из выпадающего списка (например, «Редактор», «Наблюдатель»).</p> <p>4. Система обновляет права доступа участника в БД.</p> <p>5. Система немедленно применяет новые права для этого участника (например, запрещает редактирование).</p>

Альтернативный поток	
Альтернативный поток В	
Постусловия	Роль участника изменена. Его права на текущей доске обновлены.

Прецедент	Удаление участника с доски
ID	UC12 (F12)
Краткое описание	Владелец доски удаляет участника из списка имеющих доступ к доске.
Главный актер	Владелец Доски
Предусловия	Владелец открыл доску. На доске есть другие участники.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Владелец открывает панель «Участники».</li> <li>2. Владелец нажимает на меню (три точки) рядом с участником, которого нужно удалить.</li> <li>3. Владелец выбирает опцию «Удалить с доски».</li> <li>4. Система запрашивает подтверждение.</li> <li>5. Владелец подтверждает удаление.</li> <li>6. Система удаляет связь участника с доской в БД.</li> <li>7. Если удаляемый пользователь в онлайн, система отключает его от сессии этой доски.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Владелец отменяет удаление.</li> <li>2. Система закрывает диалог подтверждения, участник не удаляется.</li> </ol>
Альтернативный поток В	

Постусловия	Участник удален с доски и потерял к ней доступ.
-------------	---

Прецедент	Редактирование названия доски
ID	UC13 (F10)
Краткое описание	Владелец изменяет название своей доски.
Главный актер	Владелец Доски
Предусловия	Владелец открыл доску.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Владелец нажимает на текущее название доски в заголовке.</li> <li>2. Система переводит поле названия в режим редактирования.</li> <li>3. Владелец вводит новое название.</li> <li>4. Владелец нажимает Enter или кликает вне поля.</li> <li>5. Система сохраняет новое название в БД.</li> </ol>
Альтернативный поток	
Альтернативный поток В	
Постусловия	Название доски изменено.

Прецедент	Удаление доски
ID	UC14 (F11, R4)
Краткое описание	Владелец навсегда удаляет доску и все связанные с ней данные.
Главный актер	Владелец Доски
Предусловия	Владелец находится в личном кабинете (списке своих досок) или открыл саму доску.

Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Владелец в меню доски выбирает опцию «Удалить доску».</li> <li>2. Система отображает диалог подтверждения с предупреждением о необратимости действия.</li> <li>3. Владелец вводит название доски для подтверждения и нажимает «Удалить».</li> <li>4. Система выполняет soft-delete (помечает доску как удаленную в БД) (R4).</li> <li>5. Система отображает сообщение об успешном удалении и перенаправляет владельца в личный кабинет.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Владелец отменяет удаление.</li> <li>2. Система закрывает диалог подтверждения, доска не удаляется.</li> </ol>
Альтернативный поток В	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Владелец вводит неверное название доски.</li> <li>2. Система блокирует кнопку удаления и отображает ошибку.</li> </ol>
Постусловия	Доска помечена как удаленная. Все участники потеряли к ней доступ.

Прецедент	Просмотр доски по ссылке
ID	UC15 (F6, F7)
Краткое описание	Анонимный пользователь получает доступ к доске для просмотра через публичную ссылку.
Главный актер	Анонимный Пользователь
Предусловия	У пользователя есть корректная invite-ссылка на доску.
Основной поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анонимный пользователь переходит по предоставленной ссылке.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Система проверяет, что ссылка действительна и позволяет анонимный доступ.</li> <li>3. Система загружает содержимое доски в режиме «Только чтение».</li> <li>4. Пользователь может просматривать код и наблюдать за действиями других участников в реальном времени, но не может редактировать.</li> </ol>
Альтернативный поток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ссылка недействительна или просрочена.</li> <li>2. Система отображает сообщение об ошибке: «Доска не найдена или доступ запрещен».</li> </ol>
Альтернативный поток В	
Постусловия	Анонимный пользователь имеет доступ к доске в режиме просмотра.

## 1.6. Список технологий и фреймворков:

### Технологии области представления системы:

- React v19
- Nginx: v1.29.1

### Технологии на серверной части

- Spring Boot 4
- Spring Security
- PostgreSQL
- OpenAPI

### Технологии для развертывания инфраструктуры

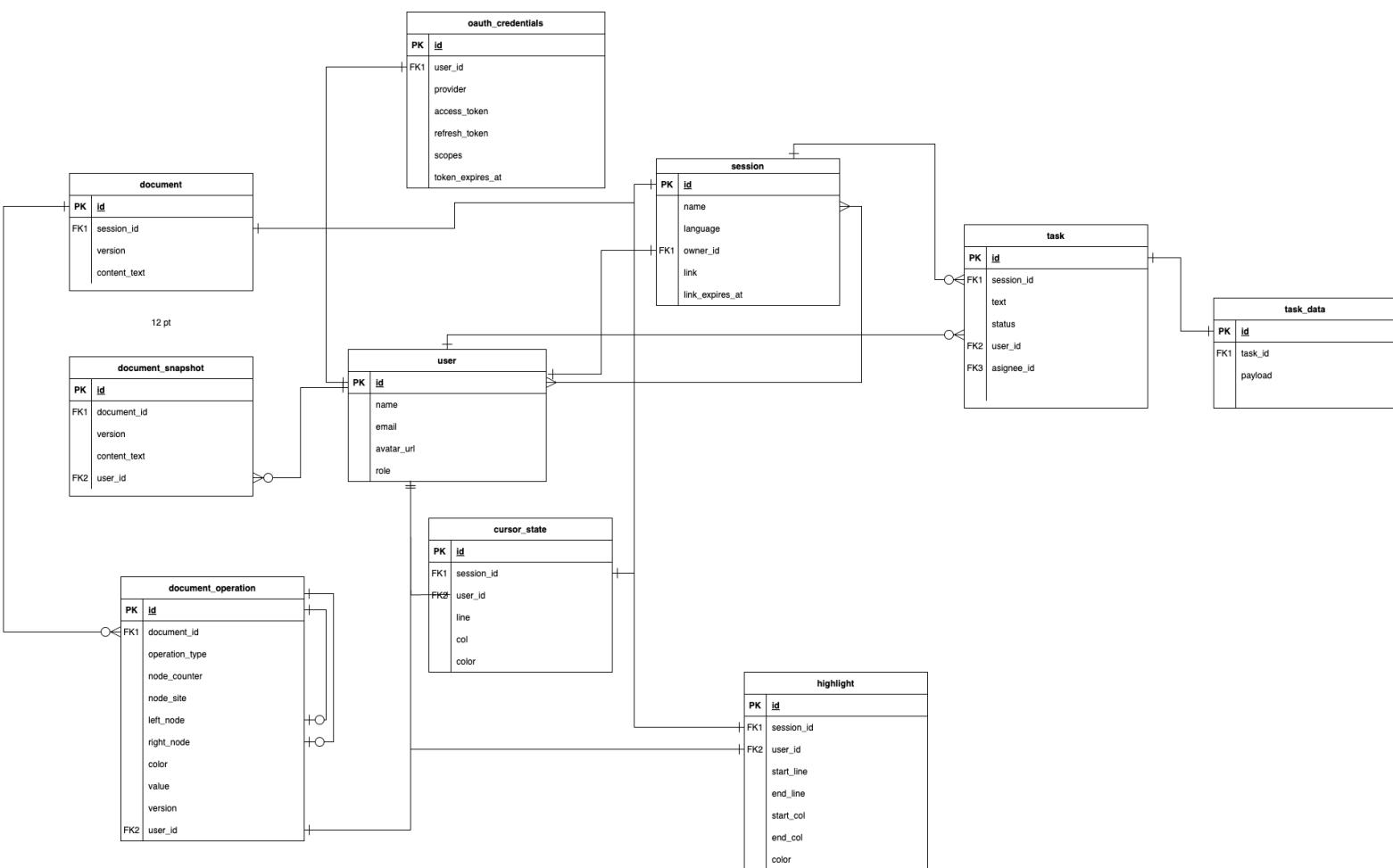
- Docker
- Docker-compose

## Технологии для обеспечения качества и надежности системы

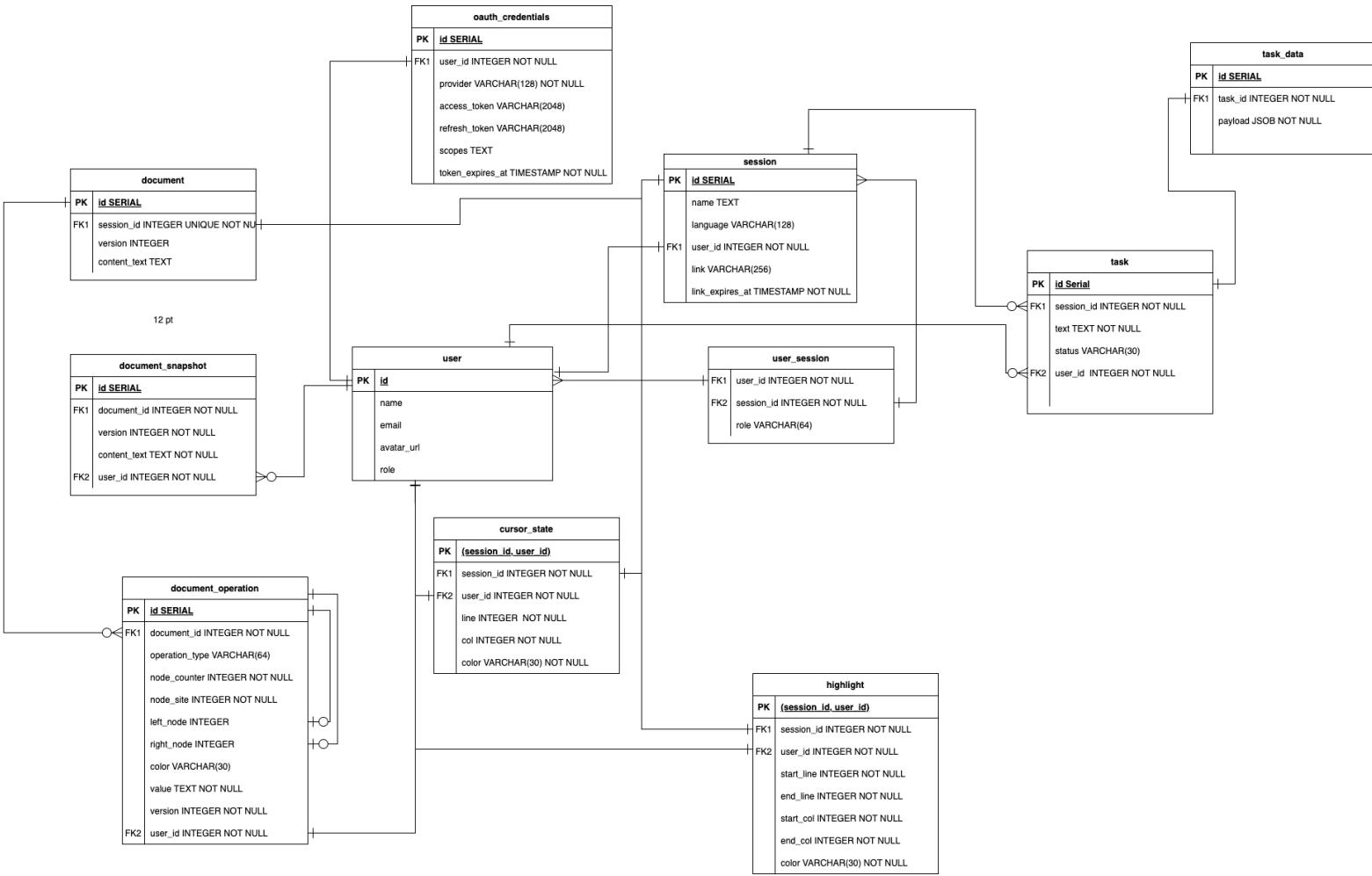
- JUnit5
- Mockito
- ESLint
- Prettier
- Checkstyle
- CI/CD Github Actions

## Этап 2

### Сформировать ER-модель базы данных



## Даталогическая модель



## Индексы PostgreSQL для даталогической модели

Для каждой таблицы схемы подобраны индексы, которые отражают основные сценарии: загрузка сессий и документов, журналирование операций редактирования, выдача прав и работа с задачами. Все приведенные индексы используют B-tree

### document

- `CREATE UNIQUE INDEX document_session_id_uidx ON document(session_id)` — обеспечивает быстрый доступ к документу по идентификатору сессии и гарантирует связь «один документ на сессию».
- `CREATE INDEX document_version_idx ON document(version DESC)` — ускоряет проверку актуальной версии при сравнении с журналом операций и снапшотами.

### **user**

- CREATE UNIQUE INDEX user\_email\_idx ON «user»(lower(email)) — поиск аккаунта при входе выполняется по email без учета регистра.
- CREATE INDEX user\_name\_idx ON «user»(name) — ускоряет выборку пользователей по имени при добавлении на сессию или поиске участника.

### **session**

- CREATE UNIQUE INDEX session\_link\_idx ON session(link) — гарантирует уникальность и мгновенный поиск сессии по публичной ссылке, что требуется в сценарии UC7 «Приглашение участника» и в требовании «Система должна предоставлять возможность пригласить участника на доску».
- CREATE INDEX session\_owner\_idx ON session(user\_id) — ускоряет получение списка досок конкретного владельца в личном кабинете (UC5 «Создание новой доски», требование «Система должна предоставлять пользователям возможность создать новую доску»), вместо последовательного сканирования всей таблицы.
- CREATE INDEX session\_expiration\_idx ON session(link\_expires\_at) — позволяет воркеру быстро находить и инвалидировать протухшие ссылки (требование «Система должна предоставить возможность инвалидировать ссылку через какое-то время»), не просматривая все строки.

### **user\_session**

- CREATE UNIQUE INDEX user\_session\_pair\_idx ON user\_session(session\_id, user\_id) — на уровне БД запрещает дублирование участников (UC7) и ускоряет проверку прав конкретного пользователя на доску в сценариях «войти по приглашению» и «изменить роль участника».
- CREATE INDEX user\_session\_user\_idx ON user\_session(user\_id) — формирует список всех сессий, где участвует пользователь (например, при загрузке личного кабинета владельца), что опирается на требования о совместной разработке и управлении досками.

### **document\_operation**

- CREATE INDEX document\_operation\_doc\_version\_idx ON document\_operation(document\_id, version) — быстрая загрузка операций, появившихся после известной версии документа.

- CREATE INDEX document\_operation\_doc\_node\_idx ON document\_operation(document\_id, node\_site, node\_counter) — обслуживание CRDT/ОТ-алгоритма при сшивании соседних узлов.
- CREATE INDEX document\_operation\_user\_idx ON document\_operation(user\_id) — аудит действий конкретного участника или восстановление истории.

### **document\_snapshot**

- CREATE UNIQUE INDEX document\_snapshot\_doc\_version\_uidx ON document\_snapshot(document\_id, version) — обеспечивает один снапшот на версию и мгновенную загрузку нужного состояния.
- CREATE INDEX document\_snapshot\_user\_idx ON document\_snapshot(user\_id) — помогает находить сохранения, сделанные конкретным пользователем (например, при откате).

### **highlight**

- CREATE INDEX highlight\_session\_range\_idx ON highlight(session\_id, start\_line, start\_col, end\_line, end\_col) — ускоряет загрузку всех подсветок доски при подключении (UC6 «Совместное редактирование кода», требование «Система должна предоставить возможность видеть чужие курсоры и выделяемый текст») и служит для быстрой проверки пересечений диапазонов
- CREATE INDEX highlight\_user\_idx ON highlight(user\_id) — позволяет за один запрос удалить или пересоздать все подсветки конкретного участника (например, при выходе из сессии или смене роли на «viewer»).

### **cursor\_state**

- CREATE INDEX cursor\_state\_user\_idx ON cursor\_state(user\_id, session\_id) — быстро находит активный курсор пользователя в сессии.