МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине «Введение в нереляционные СУБД»

Тема: Система автоматической проверки задач по математике

Студент гр. 9303 _____ Ефимов М.Ю.

Студент гр. 9303 _____ Махаличев Н.А.

Студент гр. 9303 _____ Эйсвальд М.И.

Преподаватель _____ Заславский М.М.

Санкт-Петербург

2022

ЗАДАНИЕ

НА ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Студент Ефимов М.Ю.

Студент Махаличев Н.А.

Студент Эйсвальд М.И.

Группа 9303

Тема работы: Система автоматической проверки задач по математике

Исходные данные:

Необходимо сделать простую систему проверки генерируемых случайно математических примеров.

Содержание пояснительной записки:

«Содержание»

«Введение»

«Качественные требования к решению»

«Сценарий использования»

«Модель данных»

«Разработанное приложение»

«Вывод»

«Список использованных источников»

«Приложения»

Предполагаемый объем пояснительной записки:

Не менее 10 страниц.

Дата выдачи задания:

Дата сдачи реферата:

Дата защиты реферата:

Студент	_____	Ефимов М.Ю.
Студент	_____	Махаличев Н.А.
Студент	_____	Эйсвальд М.И.
Преподаватель	_____	Заславский М.М.

АННОТАЦИЯ

В качестве индивидуального домашнего задания была выбрана тема «Система автоматической проверки задач по математике» предполагающая использование в процессе выполнения нереляционную СУБД MongoDB. Для создания приложения были использованы следующие технологии:

- Frontend: React с использованием Vite;
- Backend: JavaScript (библиотеки сервера – Express; библиотека для работы с MongoDB – Mongoose).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы – создать сервис для автоматический проверки математических заданий. Было решено разработать веб-приложение, генерирующее математические примеры с возможностью решения и моментальной проверки. Также присутствует функция логирования действий пользователей и просмотра статистики.

1. КАЧЕСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕШЕНИЮ

Необходимо создать систему автоматической проверки генерируемых случайно математических примеров. Система должна хранить: задачи, пользователей, попытки решения, сами решения, историю редактирования и историю действий, а также проводить поиск и аналитику по данным – у кого проблемы с какими действиями, кто отвлекается и т.д. Используемая БД – MongoDB.

2. СЦЕНАРИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

2.1. Макет UI

Макет пользовательского интерфейса представлен на рис. 1. Изображение в высоком разрешении доступно по ссылке:

https://github.com/moevm/nosql2h22-math/blob/main/wiki/images/Use-Case.png

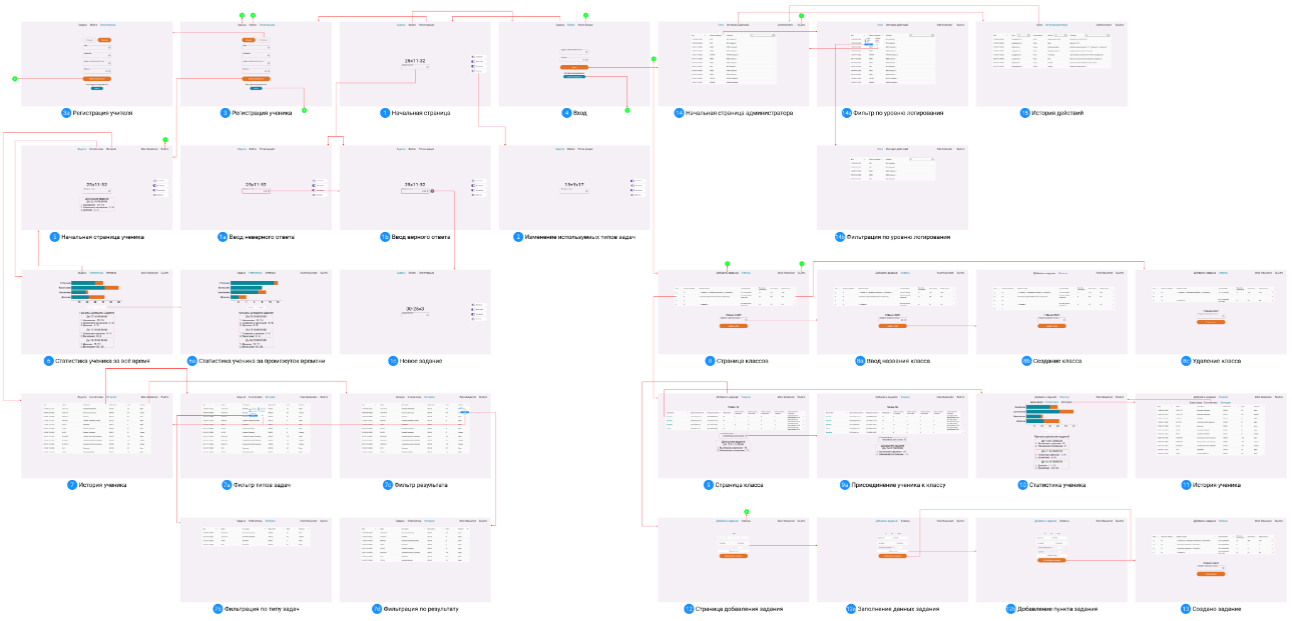


Рисунок 1 – Макет UI

2.2. Соглашения

Ученик – пользователь, цель которого – научиться решать примеры; Учитель – пользователь, цель которого – обучить Учеников решать примеры; Администратор – пользователь, целью которого является поддержка работоспособности продукта.

Подпункты в сценариях являются ветвлениями. Если в пункте сценария использования с номером N есть несколько подпунктов, подпункты следует понимать как альтернативы. Ближайшая реакция системы на события в таком случае тоже разделена на подпункты; выполнен будет подпункт с тем же номером, что и альтернативное событие ранее. По умолчанию альтернативы являются взаимоисключающими.

- "Страница с примером" == "Главная страница ученика";
- "Адрес электронной почты" == "Логин".

2.3. Сценарии использования

Решение примеров учеником.

Действующее лицо: ученик.

Предусловие: ученик авторизован, открыта страница с примером.

Сценарий:

1. Приложение отображает текст примера и поле для ввода ответа. Если у ученика есть незавершённые домашние задания, под полем для ввода ответа отображается список домашних заданий с указанием дедлайна, пунктов задания, тем задач для каждого пункта, количества решённых задач в пункте задания и общего количества задач в пункте задания. Также отображается список доступных тем с чекбоксами, показывающими, включена ли тема в пул для генерации примеров. Текст примера содержит только материал по всем темам, чекбоксы которых отмечены;
2. Ученик обновляет страницу;
3. Приложение отображает страницу (см. шаг 1) с тем же примером;
4. Ученик вводит ответ в числовое поле ответа и убирает фокус с поля ввода или нажимает на кнопку Enter/Return на клавиатуре;
    a. Ответ ученика верный;
    b. Ответ ученика неверный.
5. i. Приложение подсвечивает границы поля ввода ответа зелёным, показывая правильность ответа, и отображает кнопку перехода к следующему примеру рядом с решённым примером. Если решённый пример по критериям подходит под тему одного или нескольких пунктов из домашних заданий, то счётчики прогресса соответствующих пунктов увеличиваются на 1;

   ii. Приложение посвечивает границы поля ввода красным цветом.

6. i. Ученик нажимает кнопку перехода к следующему примеру;
   ii. Ученик нажимает кнопку выхода или ссылку на другую страницу;
   iii. Ученик вводит новый ответ в текстовое поле и убирает фокус с поля ввода либо нажимает на Enter/Return;
   iv. Ученик задаёт с помощью чекбоксов новую комбинацию тем и нажимает кнопку перехода к следующему примеру;
   v. Ученик обновляет страницу.
7. i. Переход к шагу 1;
   ii. Приложение отображает соответствующую страницу;
   iii. Переход к шагу 4;
   iv. Переход к шагу 1 с учётом новой комбинации тем;
   v. Переход к шагу 1. Если пример не был решён верно, пример остаётся тем же.

Решение учеником домашнего задания.

Действующее лицо: ученик.

Предусловие: ученик авторизован, открыта страница с примером.

Сценарий:

1. Ученик кликает по одному из заголовков заданий, отображаемых под полем ввода ответа;
2. Система приводит чекбоксы напротив тем заданий в соответствие с условиями домашнего задания и генерирует новый пример (если не подходит текущий) по условиям домашнего задания;
3. Переход к началу сценария 1.

Просмотр учеником истории своих решений.

Действующее лицо: ученик.

Предусловие: ученик авторизован.

Сценарий:

1. Ученик нажимает на надпись "История" в верхней части экрана;

2. Система отображает решения ученика в табличном виде. Имеются столбцы: дата и время отправки решения, текст примера, используемые в примере темы, потраченное на решение время, отправленный ответ, вердикт системы (верно/неверно);
3. Ученик кликает на "Типы задач" в заголовке таблицы и в списке тем выбирает "Умножение" и "Деление";
4. В отображаемой таблице остаются только решения примеров, содержащих умножение или деление;
5. Ученик кликает на "Время ответа" в заголовке таблицы;
6. В отображаемой таблице решения сортируются по потраченному на решение времени.

Просмотр учеником статистики.

Действующее лицо: ученик.

Предусловие: ученик авторизован.

Сценарий:

1. Ученик нажимает на надпись "Статистика" в верхней части экрана;
2. Система отображает гистограмму, показывающую количество отправленных решений ученика по каждой теме за всё время с момента регистрации, число правильных и неправильных среди этих решений;
3. Ученик вводит в поля ввода даты под гистограммой даты, за которые желает посмотреть статистику;

    i. В указанный промежуток времени учеником был решён хоть один пример;

    ii. В указанный промежуток времени учеником не был решён ни один пример.

4. i. Система отображает в гистограмме только данные, полученные в указанный временной интервал;

   ii. Система отображает вместо гистограммы сообщение об отсутствии данных.

Публикация учителем домашнего задания.

Действующее лицо: учитель.

Предусловие: учитель авторизован.

Сценарий:

1. Учитель нажимает на кнопку добавления нового задания в верхней части страницы;
2. Система отображает меню настройки нового задания;
3. Учитель выбирает из списка имеющихся классов классы, для которых будет добавлено задание; указывает в поле ввода даты и времени дедлайн задания;
4. Система отображает элементы настройки примеров в пункте задания;
5. Учитель указывает в числовом поле ввода требуемое количество примеров (минимум 1), выбирает темы примеров, которые необходимо будет решить;
6. Если учитель хочет добавить ещё один пункт в задание, учитель нажимает на кнопку добавления нового пункта в задание. Возврат к шагу 5;
7. Учитель нажимает на кнопку "Опубликовать задание".
8. i. Все поля заполнены, дедлайн задания находится в будущем;
   ii. Все остальные случаи.
9. i. Система выводит сообщение об успешной публикации задания и отображает главную страницу учителя;
   ii. Поле ввода с неверной информацией подсвечивается красным и отображается стандартный текст ошибки ввода на веб-странице; возврат к редактированию данных.

Создание класса учителем.

Действующее лицо: учитель.

Предусловие: учитель авторизован.

Сценарий:

1. Учитель нажимает на надпись "Классы" в верхней части страницы;
2. Система отображает список классов в табличном виде и элементы управления для создания нового класса;
3. Учитель вводит название класса в текстовое поле и нажимает на кнопку создания класса;
4. Система отображает обновлённый список классов и копирует ссылку для вступления в класс в буфер обмена;
5. Учитель отправляет ученикам ссылку-приглашение вне приложения.

Поступление ученика в класс.

Действующее лицо: ученик.

Предусловие: ученик авторизован.

Сценарий:

1. Ученик кликает на ссылку-приглашение вне системы;
2. Система в открывшейся вкладке отображает запрос на подтверждение вступления в класс с указанием названия класса и фамилии и имени учителя;
3. Ученик нажимает "Подтвердить";
4. Система отображает главную страницу ученика. Под полем ввода ответа теперь отображаются, кроме прочих, все задания класса, в который ученик только что вступил.

Просмотр учителем статистики по ученикам.

Действующее лицо: учитель.

Предусловие: учитель авторизован.

Сценарий:

1. Учитель нажимает на надпись "Классы" в верхней части экрана;
2. Система отображает список классов и сведения по ним в табличном виде: название, количество учеников, домашнее задание и срок его выполнения, количество ответов на примеры домашнего задания, количество сдавших

ДЗ учеников. Ниже на странице отображается ссылка-приглашение для вступления в класс;

i. Если у учителя нет ни одного класса, вместо таблицы отображается стандартный текст с приглашением добавить класс.

3. Учитель нажимает на название одного из классов;
4. Система отображает список учеников класса в табличном виде: фамилию и имя ученика, время последней активности, прогресс выполнения заданного учителем домашнего задания, время последнего отвлечения (длинной паузы в решении) и т.п. Список метрик, которые должны собираться для ученика, будет окончательно утверждён на стадии разработки прототипа;

    i. Если в классе нет учеников, вместо таблицы отображается текст с приглашением отправить ссылку для вступления в класс ученикам.

5. Учитель нажимает на надпись "Последняя активность" в заголовке таблицы;
6. Ученики в таблице сортируются по убыванию временной метки последней активности;
7. Учитель нажимает на фамилию одного из учеников;
8. Система отображает страницу статистики ученика (см. сценарий "Просмотр учеником статистики", пункт 2);
9. Учитель нажимает на надпись "История" в верхней части экрана;
10. Система отображает решения ученика (см. сценарий "Просмотр учеником истории своих решений", пункт 2);
11. Учитель нажимает на заголовок столбца "Время ответа";
12. Записи в таблице сортируются по времени, потраченному учеником на решение.

Регистрация нового пользователя.

Действующее лицо: ученик или учитель.

Предусловие: открыта страница входа в систему.

Сценарий:

1. Пользователь нажимает на кнопку "Зарегистрироваться";
2. Система отображает форму регистрации;
3. Пользователь выбирает роль (ученик/учитель) с помощью переключателя и заполняет текстовые поля: имя, фамилия, адрес электронной почты, пароль:

    i. Имя и фамилия не пусты и состоят только из букв, адрес электронной почты не пуст, имеет действительный формат и не используется в качестве логина другого пользователя, пароль не пуст и удовлетворяет требованиям безопасности (требования к паролю будут сформулированы на этапе разработки прототипа);

    ii. Все остальные случаи.

4. i. Система отображает сообщение об успешном создании нового пользователя;

   ii. Поле ввода с неверной информацией подсвечивается красным и отображается стандартный текст ошибки ввода на веб-странице. Возврат к шагу 2.
5. Пользователь закрывает сообщение;
6. Система отображает форму входа в систему.

Вход пользователя в систему.

Действующее лицо: администратор, ученик или учитель.

Предусловие: открыта страница входа в систему.

Сценарий:

1. Пользователь вводит логин и пароль в соответствующие поля и нажимает на кнопку "Войти". Для администратора логин и пароль задаются разработчиком;

i. Адрес электронной почты имеет верный формат и уже используется в системе в качестве логина, пароль соответствует введённому адресу электронной почты;

ii. Все остальные случаи.

2. i. Система отображает главную страницу пользователя (для администратора – страницу логов). В правом верхнем углу отображаются имя и фамилия пользователя;

ii. Поле ввода с неверной информацией подсвечивается красным и

iii. отображается стандартный текст ошибки ввода на веб-странице. Возврат к предусловию.

Работа администратора с логами.

Действующее лицо: администратор.

Предусловие: администратор авторизован, открыта главная страница логов.

Сценарий:

1. Система отображает логи в виде таблицы. Как минимум в таблице должны быть столбцы: уровень логирования (FINEST/DEBUG/INFO/WARNING/ERROR/CRITICAL), временная метка, содержание сообщения;
2. Пользователь выбирает из выпадающего списка фильтров уровней логирования "Все", вводит в полях фильтрации по дате и времени интересующие временные точки начала и конца наблюдений, вводит в текстовом поле поиска логин ученика или учителя:

   i. В системе хранятся логи, соответствующие фильтрам;

   ii. В системе нет логов, соответствующих фильтрам.

3. i. Система отображает в табличном виде логи всех уровней за указанный промежуток времени, у которых в теле сообщения встречается указанный логин пользователя;

ii. Система отображает сообщение о том, что логи не найдены, например: "Нет подходящих результатов. Проверьте временной отрезок или

попробуйте другой запрос. Помните, что если логи старше нескольких дней и не предшествуют критической ошибке, скорее всего, они уже удалены."

4. Пользователь выбирает из выпадающего списка фильтров уровней логирования "INFO", вводит в полях фильтрации по дате и времени интересующие временные точки начала и конца наблюдений, вводит в текстовом поле поиска произвольный текст;
5. Система отображает сообщение аналогично п. 3.2, если логи не найдены, иначе отображается таблица с логами уровня INFO и важнее за указанный промежуток времени, содержащие в сообщении все токены введённого текста – части, разделённые пробельными символами (не обязательно подряд).

Работа администратора с историей действий.

Действующее лицо: администратор.

Предусловие: администратор авторизован, открыта главная страница логов.

Сценарий:

1. Администратор нажимает на надпись "История действий" в верхней части экрана;
2. Система отображает в табличном виде действия учеников и учителей с указанием даты и времени совершения действия, логина пользователя, роли пользователя (ученик или учитель), типа действия и подробностей. По умолчанию действия отсортированы по времени совершения – свежие наверху;
3. Администратор нажимает на надпись "Тип пользователя" в заголовке таблицы, выбирает в выпадающем списке "Ученик";
4. Система отображает в таблице только действия учеников;
5. Администратор вводит в текстовое поле рядом со словом "Действие" в заголовке таблицы текст "Редактирование ответа";

6. Система отображает в таблице только редактирование учениками своих ответов;
7. Администратор вводит некоторый текст в текстовое поле ввода рядом со словом "Сообщение" в заголовке таблицы;
8. Система отображает только действия редактирования ответов, которые в описании содержат введённый текст.

3. МОДЕЛЬ ДАННЫХ

3.1. Нереляционная модель данных

Графическое представление.

Графическое представление нереляционной модели данных представлено на рис. 2.

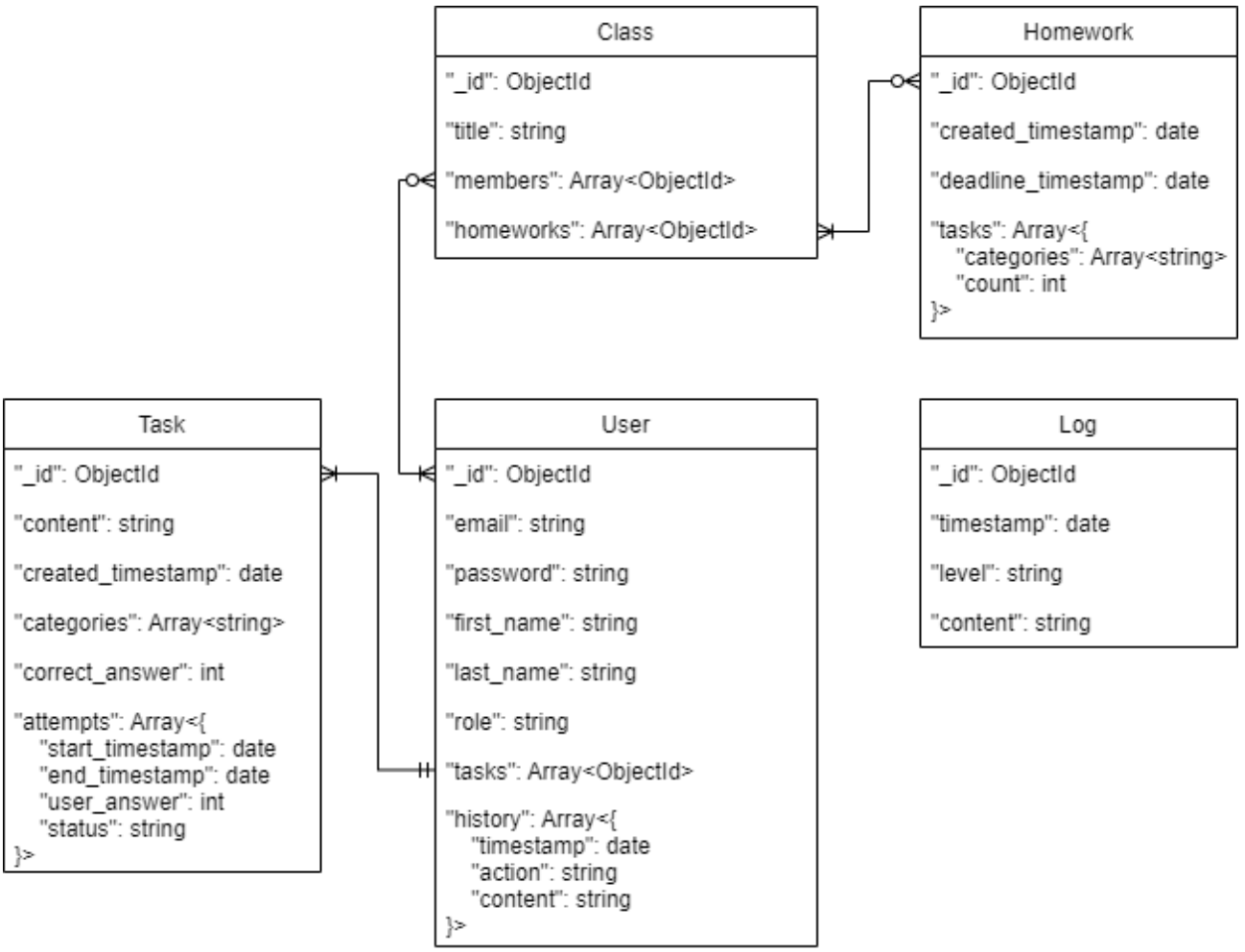


Рисунок 2 – Графическое представление нереляционной модели данных

Описание назначений коллекций, типов данных и сущностей.

Коллекция «Users»:

Назначение: хранит в себе данные пользователей (сущности User).

Содержание полей:

- email: String - адрес электронной почты (логин);
- password: String - пароль;
- first_name: String - имя;
- last_name: String - фамилия;
- role: String - роль (pupil, teacher, administrator);
- tasks: Array<ObjectId> - массив _id задач, созданных для данного пользователя;
- history: Array<Object> - массив сохранённых действий пользователя:
    - timestamp: Date - дата действия;
    - action: String - класс действия;
    - content: String - информация о действии.

Коллекция «Classes»:

Назначение: содержит в себе данные созданных классов (сущности Class).

Содержание полей:

- title: String - название;
- members: Array<ObjectId> - массив _id участников класса;
- homeworks: Array<ObjectId> - массив _id домашних заданий.

Коллекция «Homeworks»:

Назначение: содержит информацию о заданных домашних заданиях (сущности Homework).

Содержание полей:

- created_timestamp: Date - дата создания;
- deadline_timestamp: Date - дедлайн;
- tasks: Array<Object> - массив задач, необходимых для выполнения:
    - categories: Array<String> - массив категорий задачи (addition, subtraction, multiplication, division);
    - count: Number - необходимое количество выполненных задач.

Коллекция «Tasks»:

Назначение: хранит в себе данные сгенерированных задач (сущности Task).

Содержание полей:

- content: String - формулировка задачи;
- created_timestamp: Date - дата создания;
- categories: Array<String> - массив категорий задачи (addition, subtraction, multiplication, division);
- correct_answer: Number - верный ответ на данную задачу;
- attempts: Array<Object> - массив попыток решения задачи:
    - start_timestamp: Date - дата начала попытки;
    - end_timestamp: Date - дата окончания попытки;
    - user_answer: Number - введённый ответ;
    - status: String - статус попытки (correct, not correct, in progress).

Коллекция «Logs»:

Назначение: содержит информацию о системных сообщениях (сущности Log).

Содержание полей:

- timestamp: Date - дата события;
- level: String - уровень логирования (FINEST, DEBUG, INFO, WARNING, ERROR, CRITICAL);
- content: String - содержание лога.

Описание типов связей:

User и Class имеют тип связи "многие ко многим". У пользователя может как ни состоять в классе (например, если он только зарегистрировался) или, если пользователь является учителем, состоять в нескольких классах.

User и Task имеют тип связи "один ко многим". Задача обязательно принадлежит только одному пользователю, а к пользователю может относиться как одна задача (если он ещё не решал задачи), так и несколько.

Class и Homework имеют тип связи "многие ко многим". Класс может не иметь домашних заданий (если они ни разу не были заданы), или же иметь несколько. В свою очередь домашнее задание может быть задано одному или нескольким классам сразу.

Оценка удельного объема информации, хранимой в модели.

Документ «User»:

- _id: 12 байт;
- email: 30 байт;
- password: 30 байт;
- first_name: 50 байт;
- last_name: 50 байт;
- role: 13 байт;
- tasks: $12 \cdot N_{tasks}$ байт, где N_{tasks} – количество созданных для данного пользователя задач;
- history: $258 \cdot N_{history}$ байт, где $N_{history}$ – количество сохранённых действий пользователя:
    - timestamp: 8 байт;
    - action: 50 байт;
    - content: 200 байт.

Чистый объём документа User: $173 + 258 \cdot N_{history}$ байт.

Фактический объём документа User: $185 + 12 \cdot N_{tasks} + 258 \cdot N_{history}$ байт.

Документ «Class»:

- _id: 12 байт;
- title: 30 байт;
- members: $12 \cdot N_{members}$, где $N_{members}$ – количество участников класса;
- homeworks: $12 \cdot N_{homeworks}$, где $N_{homeworks}$ – количество присвоенных домашних заданий.

Чистый объём документа Class: 30 байт.

Фактический объём документа Class: $42 + 12 \cdot N_{members} + 12 \cdot N_{homeworks}$ байт.

Документ «Homework»:

- _id: 12 байт;
- created_timestamp: 8 байт;
- deadline_timestamp: 8 байт;
- tasks: $(14 \cdot N_{categories_h} + 4) \cdot N_{tasks_h}$, где N_{tasks_h} – количество различных задач:
  - categories: $14 \cdot N_{categories_h}$ байт, где $N_{categories_h}$ – количество категорий, использующихся в задаче;
  - count: 4 байта.

Чистый объём документа Homework: $16 + (14 \cdot N_{categories_h} + 4) \cdot N_{tasks_h}$ байт.

Фактический объём документа Homework: $28 + (14 \cdot N_{categories_h} + 4) \cdot N_{tasks_h}$ байт.

Документ «Task»:

- _id: 12 байт;
- content: 20 байт;
- created_timestamp: 8 байт;
- categories: $14 \cdot N_{categories_t}$ байт, где $N_{categories_t}$ – количество категорий, использующихся в задаче;
- correct_answer: 4 байта;
- attempts: $31 \cdot N_{attempts}$ байт, где $N_{attempts}$ – количество попыток решения задачи:
    - start_timestamp: 8 байт;
    - end_timestamp: 8 байт;
    - user_answer: 4 байта;
    - status: 11 байт.

Чистый объём документа Task: $32 + 14 \cdot N_{categories_t} + 31 \cdot N_{attempts}$ байт.

Фактический объём документа Task: $44 + 14 \cdot N_{categories_t} + 31 \cdot N_{attempts}$.байт.

Документ «Log»:

- _id: 12 байт;
- timestamp: 8 байт;
- level: 8 байт;
- content: 200 байт.

Чистый объём документа Log: 216 байт.

Фактический объём документа Log: 228 байт.

Избыточность модели.

Пусть $N_{classes}$ – число классов. В каждом классе $N_{members}$ = 15 участников, $N_{homeworks}$ = 10 домашних заданий. У каждого участника: $N_{history}$ = 20 действий и N_{tasks} = 20 решённых задач, в каждой из которых по $N_{categories_t}$ = 3 категории и $N_{attempts}$ = 2 попытки. У каждого домашнего задания: N_{tasks_h} = 3 пункта, в каждом из которых $N_{categories_h}$ = 3 категории. Число системных логов N_{logs} = 100.

Чистый объём данных:

$$V_{clear} = N_{classes}\cdot(30 + N_{members}\cdot((173 + 258\cdot N_{history}) + N_{tasks}\cdot(32 + 14\cdot N_{categories_t} + 31\cdot N_{attempts})) + N_{homeworks}\cdot(16 + N_{tasks_h}\cdot(14\cdot N_{categories_h} + 4))) + 216\cdot N_{logs} = 122365\cdot N_{classes} + 21600 \text{ байт.}$$

Фактический объём данных:

$$V_{real} = N_{classes}\cdot((42 + 12\cdot N_{members} + 12\cdot N_{homeworks}) + N_{members}\cdot((185 + 12\cdot N_{tasks} + 258\cdot N_{history}) + N_{tasks}\cdot(44 + 14\cdot N_{categories_t} + 31\cdot N_{attempts})) + N_{homeworks}\cdot(28 + + N_{tasks_h}\cdot(14\cdot N_{categories_h} + 4))) + 228\cdot N_{logs} = 130177\cdot N_{classes} + 22800 \text{ байт.}$$

Избыточность: $\frac{V_{real}}{V_{clear}} = \frac{130177\cdot N_{classes}+22800}{122365\cdot N_{classes}+21600} = 1 + \frac{7812\cdot N_{classes}+1200}{122365\cdot N_{classes}+21600}$.

Направление роста модели при увеличении количества объектов каждой сущности.

В результате анализа модели данных был получен вывод, что направление роста модели – линейное.

Примеры запросов к модели для выполнения сценариев.

Восстановление задания при авторизации:

```
const user_id = ObjectId('637cef8a42b25ba8ee08ece8')
const categories = ['addition', 'division']
const task_ids = (await schema.users.findOne({'_id': user_id},
{'tasks': 1})).tasks
const result = await schema.tasks.findOne({'_id': {$in: task_ids},
                                           'categories': categories,
                                           'attempts.status': 'in
                                                        progress'})
```

Количество запросов: 2.

Количество коллекций: 2.

Вставка попытки решения:

```
const task_id = ObjectId('637de40e230fffbc9b34414e')
const user_answer = 10
const correct_answer = (await schema.tasks.findOne({'_id': task_id},
                                                   {'_id': 0,
'correct_answer': 1})).correct_answer
const status = user_answer == correct_answer ? 'correct' : 'not
correct'
await schema.tasks.updateOne({'_id': task_id},
                                                        {$set:
{"attempts.$[attempt].end_timestamp":
                                    Date.now(),
                                    "attempts.$[attempt].status":
                                    status,
                                    "attempts.$[attempt].user_answer":
                                    user_answer}},
                            {"arrayFilters": [{"attempt.status": 'in
                                              progress'}]})
if (status == 'not correct')
    await schema.tasks.updateOne({'_id': task_id},
                                                 {$push: {"attempts":
{'start_timestamp':
```

```
                                                    Date.now(),
                                                     'status': 'in
                                                    progress'}}})
```

Количество запросов: 2 или 3 (создание новой попытки со статусом 'in progress', если пользователь ввёл неверный ответ).

Количество коллекций: 1.

Создание нового задания:

```
const class_ids = [ObjectId('637cf20192bec933530fc362'),
                   ObjectId('637cf4044d77a3dc40b1e37b'),
                   ObjectId('637cfef64d77a3dc40b1e3a5')]
const homework = new schema.homeworks({created_timestamp: Date.now(),
                                       deadline_timestamp:
                            Date.parse('2025-11-22T16:30:29.791+00:00'),
                                                  tasks: [{categories:
['addittion',
                                      'subtraction'], count: 5},
                                                {categories:
                                      ['multiplication'], count: 3},
                                                           {categories:
['addittion',
                                      'division'], count: 8}]})
await homework.save()
await  schema.classes.updateMany({'_id':  {$in:  class_ids}},  {$push:
{'homeworks': homework._id}})
```

Количество запросов: 2.

Количество коллекций: 2.

Получение всех учеников класса:

```
const class_id = ObjectId('637cf20192bec933530fc362')
const  members  =  (await  schema.classes.findOne({'_id':  class_id},
{'_id': 0, 'members': 1})).members
const result = await schema.users.find({'_id': {$in: members}, 'role':
'pupil'})
```

Количество запросов: 2.

Количество коллекций: 2.

Удаление класса:

```
const class_id = ObjectId('637d31e9eb3701aff0787c0c')
const homework_ids = (await schema.classes.findOne({'_id': class_id},
{'_id': 0, 'homeworks': 1})).homeworks
if (homework_ids.length > 0){
     const response = (await schema.classes.aggregate([
                          {$unwind: '$homeworks'},
                          {$group: {'_id': '$homeworks',
                                    'count': {$sum: 1}}},
                          {$match: {"$expr":
                               {"$in": ["$_id", homework_ids]},
                               "count": 1}},
                          {$project: {'_id': 1}} ])).map(obj =>
                    obj._id)
     await schema.homeworks.deleteMany({'_id': {$in: response}})
}
await schema.classes.deleteOne({'_id': class_id})
```

Количество запросов: 2 или 4, в зависимости от того, были ли у класса домашние задания (удаление домашних заданий, которые были присвоены только этому классу).

Количество коллекций: 1 или 2 (по причине, описанной в количестве запросов).

Получение актуального домашнего задания и задач, которые были сделаны в этот промежуток:

```
const user_id = ObjectId('637cef8a42b25ba8ee08ece8')
const homework_ids = (await schema.classes.findOne({'members':
user_id}, {'_id': 0, 'homeworks': 1})).homeworks
const homework = await schema.homeworks.findOne({'_id': {$in:
homework_ids},
```

```
                'deadline_timestamp':            {$gte:            (new
          Date).toISOString()}},
                {'_id': 0})
if (homework != null){
     const task_ids = (await schema.users.findOne({'_id': user_id},
     {'_id': 0, 'tasks': 1})).tasks
     const result = await schema.tasks.aggregate([
                {$match: {'_id': {$in: task_ids}}},
                {$unwind: {'path': '$attempts'}},
                {$match: {'attempts.status': 'correct',
                          'attempts.end_timestamp':
                               {$gte: homework.created_timestamp,
                                $lte: homework.deadline_timestamp}}},
                {$project: {'_id': '$_id',
                          'categories':'$categories'}}])
}
```

Количество запросов: 2 или 4 (в зависимости от того, найдено ли домашнее задание или нет).

Количество коллекций: 2 или 3 (по причине, описанной в количестве запросов).

Создание нового пользователя (ученик):

```
const user = new schema.users({email: 'mahalichev.n@gmail.com',
                                   password: 'mahalichev321',
                                   first_name: 'Никита',
                                   last_name: 'Махаличев',
                                   role: 'pupil'})
await user.save()
```

Количество запросов: 1.

Количество коллекций: 1.

Создание нового пользователя (учитель):

```
const user = new schema.users({email: 'eyswald@gmail.com',
                                password: 'michail_good_teacher',
                                first_name: 'Михаил',
                                last_name: 'Эйсвальд',
                                role: 'teacher'})
```

```
await user.save()
```

Количество запросов: 1.

Количество коллекций: 1.

Получение пользователя по адресу почты:

```
const email = 'mahalichev.n@gmail.com' const result = await schema.users.findOne({'email': email})
```

Количество запросов: 1.

Количество коллекций: 1.

Добавление ученика в класс:

```
const user_id = ObjectId('637ceff0484241578e5eb04e')
const class_id = ObjectId('637cf20192bec933530fc362')
await schema.classes.updateOne({'members': user_id}, {$pull: {'members': user_id}})
await schema.classes.updateOne({'_id': class_id}, {$push: {'members': user_id}})
```

Количество запросов: 2.

Количество коллекций: 1.

Получение истории действий пользователя:

```
const user_id = ObjectId('637cef8a42b25ba8ee08ece8')
const result = (await schema.users.findOne({'_id': user_id}, {'_id': 0, 'history': 1})).history
```

Количество запросов: 1.

Количество коллекций: 1.

Получение истории действий всех пользователей:

```
const result = await schema.users.find({'history': {$type: 'array', $ne: []}}, {'history': 1})
```

Количество запросов: 1.

Количество коллекций: 1.

Фильтрация системных логов по уровням логирования:

```
const filter = ["DEBUG", "INFO"]
const result = await schema.logs.find({'level': {$in: filter}})
```

Количество запросов: 1.

Количество коллекций: 1.

3.2. Аналог – реляционная модель данных

Графическое представление.

Графическое представление реляционной модели данных см. на рис. 3.

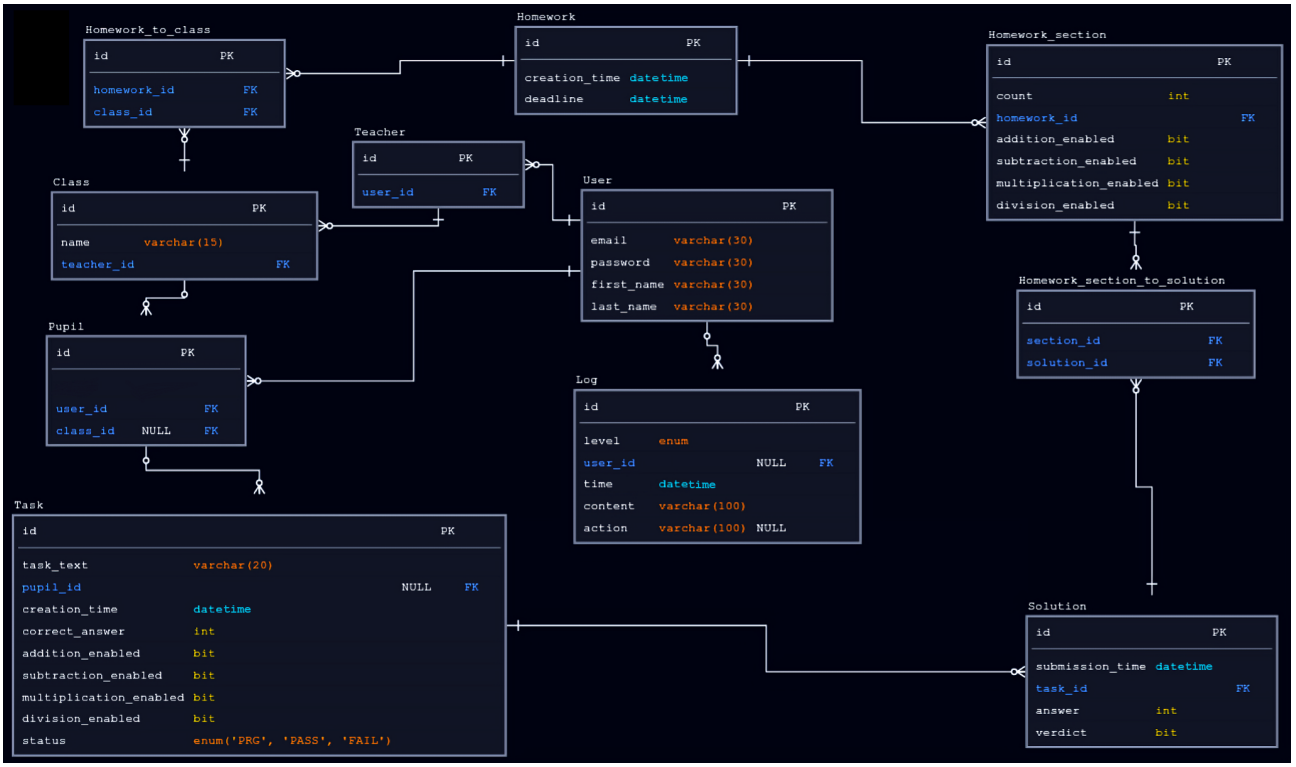


Рисунок 3 – Графическое представление реляционной модели данных

Описание назначений коллекций, типов данных и сущностей.

Все связи между таблицами являются необязательными и множественными со стороны, хранящей id главной сущности. Такое обозначение отражает не структуру предметной области, а структуру БД: с точки зрения синтаксиса БД наличие для каждой главной сущности хотя бы одной второстепенной сущности не гарантируется.

Таблица «User»:

Таблица хранит данные зарегистрированного пользователя, которые вводятся при регистрации как ученика, так и учителя:

- email: VARCHAR(30) – адрес электронной почты пользователя (служит логином);
- password: VARCHAR(30) – пароль;
- first_name: VARCHAR(25) – имя пользователя;
- last_name: VARCHAR(25) – фамилия пользователя.

Таблица «Pupil»:

Таблица хранит ссылки на данные учеников в таблице User и идентификатор класса, в котором состоит ученик. Эти данные вынесены в отдельную таблицу только для "проверки типов": на уровне самой базы данных присутствует защита от добавления пользователя-учителя в класс в качестве пользователя-ученика некорректным запросом; операции только с учениками не требуют дополнительного WHERE:

- FK user_id: INT – id пользователя;
- FK class_id: INT – id класса.

Таблица «Teacher»:

Таблица хранит ссылку на данные пользователя для каждого учителя. Как и таблица "Pupil", существует только для "проверки типов" и возможности хранения учителей отдельно от учеников:

- FK user_id: INT – id пользователя.

Таблица «Class»:

Таблица хранит имя класса и ссылку на учителя класса:

- FK teacher_id: INT – id учителя класса;
- name: VARCHAR(15) – имя класса.

Таблица «Homework»:

Таблица хранит общие для всего домашнего задания характеристики: дату и время создания, дату и время дедлайна.

- creation_time: DATETIME – дата и время создания;
- deadline: DATETIME – дедлайн.

Таблица «Homework_to_class»:

Таблица используется для реализации отношения "многие ко многим" между классами и домашними заданиями (учитель может задать ДЗ нескольким своим классам).

- FK homework_id: INT – идентификатор домашнего задания;
- FK class_id: INT – идентификатор класса.

Таблица «Homework_section»:

Таблица хранит данные о разделе ДЗ.

- count: INT – количество примеров, которые требуется решить в рамках раздела;
- FK homework_id: INT – идентификатор домашнего задания, к которому относится раздел;
- addition_enabled: BIT – является ли сложение одной из тем примера;
- subtraction_enabled: BIT – является ли вычитание одной из тем примера;
- multiplication_enabled: BIT – является ли умножение одной из тем примера;
- division_enabled: BIT – является ли деление одной из тем примера.

Таблица «Task»:

Таблица хранит данные о сгенерированном примере.

- FK pupil_id: INT – идентификатор ученика, в сессию которого был сгенерирован пример. Может быть NULL, если пользователь не авторизован;
- task_text: VARCHAR – текст примера;
- creation_time: DATETIME – дата и время генерации задания;
- correct_answer: INT – правильный ответ (всегда является целым числом);
- addition_enabled: BIT – является ли сложение одной из тем примера;
- subtraction_enabled: BIT – является ли вычитание одной из тем примера;
- multiplication_enabled: BIT – является ли умножение одной из тем примера;
- division_enabled: BIT – является ли деление одной из тем примера;
- status: ENUM("PRG", "PASS", "FAIL") – текущий статус примера (не решён, решён правильно хотя бы раз, решён неправильно).

Таблица «Solution»:

Таблица хранит данные об отправленном решении.

- FK task_id: INT – Идентификатор примера, к которому относится решение;
- submission_time: DATETIME – Дата и время отправки ответа;
- answer: INT – Ответ ученика;
- verdict: BIT – Индикатор правильности ответа, чтобы не сравнивать при каждом запросе ответ ученика с эталонным ответом.

Таблица «Homework_section_to_solution»:

Таблица используется для моделирования отношения между решениями и разделами ДЗ "многие ко многим".

- FK solution_id: INT – идентификатор решения;
- FK section_id: INT – идентификатор раздела домашнего задания.

Таблица «Log»:

Таблица используется для хранения логов.

- FK user_id: INT – идентификатор пользователя, частью истории действий которого запись является (или NULL, если запись не является чатью истории действий)
- level: ENUM("FINEST", "DEBUG", "INFO", "WARNING", "ERROR", "CRITICAL") – уровень логирования;
- time: DATETIME – дата и время сообщения;
- content: VARCHAR(100) – содержание сообщения;
- action: VARCHAR(25) – вид действия пользователя, если применимо; иначе NULL.

Оценка удельного объема информации, хранимой в модели.

Таблица «User»:

- id – 4 байт;
- email – 30 байт;
- password – 30 байт;
- first_name – 50 байт;
- last_name – 50 байт;

Фактический объём на одну запись: 164 байт.

Чистый объём на одну запись: 160 байт.

Таблица «Pupil»:

- id – 4 байт;

- user_id – 4 байт;
- class_id – 4 байт;

Фактический объём на одну запись: 12 байт.

Чистый объём на одну запись: 0 байт.

Таблица «Teacher»:

- id – 4 байт;
- user_id – 4 байт;

Фактический объём на одну запись: 8 байт.

Чистый объём на одну запись: 0 байт.

Таблица «Class»:

- id – 4 байт;
- teacher_id – 4 байт;
- name – 30 байт;

Фактический объём на одну запись: 38 байт.

Чистый объём на одну запись: 30 байт.

Таблица «Homework»:

- id – 4 байт;
- creation_time – 8 байт;
- deadline – 8 байт;

Фактический объём на одну запись: 20 байт.

Чистый объём на одну запись: 16 байт.

Таблица «Homework_to_class»:

- id – 4 байт;
- homework_id – 4 байт;
- class_id – 4 байт;

Фактический объём на одну запись: 12 байт.

Чистый объём на одну запись: 0 байт.

Таблица «Homework_section»:

- id – 4 байт;
- count – 4 байт;
- homework_id – 4 байт;
- addition_enabled – 1 байт;
- subtraction_enabled – 1 байт;
- multiplication_enabled – 1 байт;
- division_enabled – 1 байт;

Фактический объём на одну запись: 16 байт.

Чистый объём на одну запись: 8 байт.

Таблица «Task»:

- id – 4 байт;
- pupil_id – 4 байт;
- task_text – 20 байт;
- creation_time – 8 байт;
- correct_answer – 4 байт;
- addition_enabled – 1 байт;
- subtraction_enabled – 1 байт;
- multiplication_enabled – 1 байт;
- division_enabled – 1 байт;
- status – 1 байт;

Фактический объём на одну запись: 45 байт.

Чистый объём на одну запись: 37 байт.

Таблица «Solution»:

- id – 4 байт;
- task_id – 4 байт;
- submission_time – 8 байт;
- answer – 4 байт;
- verdict – 1 байт;

Фактический объём на одну запись: 21 байт.

Чистый объём на одну запись: 12 байт.

Таблица «Homework_section_to_solution»:

- id – 4 байт;
- solution_id – 4 байт;
- section_id – 4 байт;

Фактический объём на одну запись: 12 байт.

Чистый объём на одну запись: 0 байт.

Таблица «Log»:

- id – 4 байт;
- user_id – 4 байт;
- level – 1 байт;
- time – 8 байт;
- content – 200 байт;
- action – 50 байт;

Фактический объём на одну запись: 267 байт.

Чистый объём на одну запись: 259 байт.

Расчёт избыточности модели.

Используем обозначения для количества данных каждого типа из аналогичного пункта для нереляционной БД. Оттуда же возьмём предполагаемые значения переменных. К тому же пусть $N_{teachers}$ – число зарегистрированных в системе учителей, и пусть учителей вчетверо меньше, чем классов.

Фактический объём всей БД равен:

$164 \cdot N_{members} \cdot N_{classes} + 12 \cdot N_{members} \cdot N_{classes} + 8 \cdot N_{teachers} + 38 \cdot N_{classes} + 20 \cdot$

$\cdot N_{classes} \cdot N_{homeworks} + 12 \cdot N_{classes} \cdot N_{homeworks} + 16 \cdot N_{classes} \cdot N_{homeworks} \cdot N_{tasks_h} +$

$+ 45 \cdot N_{classes} \cdot N_{members} \cdot N_{tasks} + 21 \cdot N_{classes} \cdot N_{members} \cdot N_{tasks} \cdot N_{attempts} + 12 \cdot$

$\cdot N_{classes} \cdot N_{homeworks} \cdot N_{tasks_h} + 267 \cdot N_{history} \cdot N_{members} \cdot N_{classes} + 267 \cdot N_{logs}$ байт.

С учётом предполагаемых соотношений переменных размер БД равен $110040 \cdot N_{classes} + 26700$ байт.

Чистый объём БД равен:

$160 \cdot N_{members} \cdot N_{classes} + 30 \cdot N_{classes} + 16 \cdot N_{classes} \cdot N_{homeworks} + 8 \cdot N_{classes} \cdot N_{homeworks} \cdot$

$\cdot N_{tasks_h} + 37 \cdot N_{classes} \cdot N_{members} \cdot N_{tasks} + 12 \cdot N_{classes} \cdot N_{members} \cdot N_{tasks} \cdot N_{attempts} + 259 \cdot$

$\cdot N_{history} \cdot N_{members} \cdot N_{classes} + 259 \cdot N_{logs}$ байт.

С учётом предполагаемых соотношений переменных размер БД равен $98830 \cdot N_{classes} + 25900$ байт.

Избыточность модели равна $\frac{110040 \cdot N_{classes} + 26700}{98830 \cdot N_{classes} + 25900} = 1 + \frac{1121 \cdot N_{classes} + 80}{9883 \cdot N_{classes} + 2590}$.

Направление роста модели при увеличении количества объектов каждой сущности.

Как можно видеть из выражений размера модели от количества данных, при увеличении количества объектов каждой отдельной сущности размер БД увеличивается линейно.

Примеры запросов к БД.

Восстановление задания при авторизации (@id = id ученика):

```
SELECT task_text FROM Task JOIN Pupil ON Pupil.id = Task.pupil_id WHERE pupil_id = @id AND status = "PRG";
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 2.

Вставка попытки решения:

```
INSERT INTO Solution (task_id, answer, verdict)
SELECT task_id FROM Task ORDER BY creation_time DESC LIMIT 1, 42, 1;
```

Запросы: 2.

Задействованные отношения: 2.

Создание нового задания (@now – текущее время; @deadline – отметка времени дедлайна):

```
INSERT INTO Homework (creation_time, deadline)
VALUES (@now, @deadline);
INSERT INTO Homework_section (homework_id, count, addition_enabled, subtraction_enabled, multiplication_enabled, division_enabled)
```

```
SELECT id FROM Homework WHERE creation_time = @now AND deadline =
@deadline ORDER BY id DESC LIMIT 1,
20, 0, 1, 1, 0;
```

Запросы: 3.

Задействованные отношения: 2.

Получение всех учеников класса (@id = id класса):

```
SELECT * FROM User JOIN Pupil ON User.id = Pupil.user_id WHERE class_id
= @id;
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 2.

Удаление класса (@id = id класса):

```
# Для class_id в Homework_to_class настроен параметр ON DELETE CASCADE;
# Для homework_id в Homework_section настроен параметр ON DELETE
CASCADE;
DELETE FROM Class
WHERE id = @id;
DELETE FROM Homework
WHERE id NOT IN
(SELECT DISTINCT Homework.id FROM
Homework JOIN Homework_to_class ON Homework.id =
Homework_to_class.homework_id);
```

Запросы: 3.

Задействованные отношения: 4.

Получение примеров, решённых во время активности задания (@id = id задания):

```
SELECT * FROM Task
     JOIN Solution ON Task.id = Solution.task_id
     JOIN Homework_section_to_solution ON
     Homework_section_to_solution.solution_id = Solution.id
     JOIN Homework_section ON Homework_section_to_solution.section_id =
```

```
    Homework_section.id
    JOIN Homework ON Homework_section.homework_id = Homework.id
WHERE Homework.id = @id
    AND DATEDIFF(millisecond, Solution.submission_time,
    Homework.deadline) < 0
    AND DATEDIFF(millisecond, Solution.submission_time,
    Homework.creation_date) > 0
    AND Solution.verdict = "PASS";
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 5.

Создание нового пользователя (Ученик):

```
INSERT INTO User (email, password, first_name, last_name) VALUES
("john.doe@example.com", "2dfd511684ac00b8", "John", "Doe");
INSERT INTO Pupil (user_id)
SELECT id FROM User WHERE email = "john.doe@example.com" AND password =
"2dfd511684ac00b8" AND first_name = "John" AND last_name = "Doe" ORDER
BY id DESC LIMIT 1;
```

Запросы: 3.

Задействованные отношения: 2.

Создание нового пользователя (Учитель):

```
INSERT INTO User (email, password, first_name, last_name) VALUES
("john.doe@example.com", "2dfd511684ac00b8", "John", "Doe");
INSERT INTO Teacher (user_id)
SELECT id FROM User WHERE email = "john.doe@example.com" AND password =
"2dfd511684ac00b8" AND first_name = "John" AND last_name = "Doe" ORDER
BY id DESC LIMIT 1;
```

Запросы: 3.

Задействованные отношения: 2.

Получение пользователя по адресу почты (@email – почтовый адрес):

```
SELECT * FROM User where email = @email;
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 1.

Добавление ученика в класс (@class – id класса, @pupil – id ученика):

```
UPDATE Pupil
SET class_id = @class
WHERE id = @pupil;
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 1.

Получение истории действий пользователя (@id - id пользователя):

```
SELECT * FROM Log
WHERE user_id = @id;
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 1.

Получение истории действий всех пользователей:

```
SELECT * FROM Log
WHERE user_id IS NOT NULL;
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 1.

Фильтрация системных логов по уровням логирования ("DEBUG", "INFO"):

```
SELECT * FROM Log
WHERE user_id IS NULL AND level IN ("DEBUG", "INFO");
```

Запросы: 1.

Задействованные отношения: 1.

3.3. Сравнение моделей

Если допустить рассмотренное соотношение количества разных сущностей, то характеристики представленных моделей соотносятся следующим образом:

- Размер SQL и NoSQL моделей зависит от объёма входных данных схожим образом – объём базы данных линейно зависит от количества сущностей разных типов.
- Реляционная БД занимает меньше места и медленнее растёт с увеличением числа классов:
    - Нереляционная база данных занимает $130177 \cdot N_{classes} + 22800$ байт;
    - Реляционная база данных занимает $110040 \cdot N_{classes} + 26700$ байт;
- При этом избыточность реляционной БД больше.
- Реализации сценариев использования реляционной БД задействуют не меньше коллекций, чем реализации тех же сценариев средствами нереляционной БД.
- По количеству необходимых для реализации сценария запросов сложно выделить превосходящую схему: для некоторых сценариев использования количество запросов в реляционную и нереляционную БД одинаково, где-то по этому показателю выигрывает реляционная БД, где-то – нереляционная. Однако нереляционная БД включает дополнительную серверную логику между запросами в некоторых сценариях (яркий пример: if в сценарии удаления класса).

Однозначный вывод о превосходстве одной БД над другой сделать сложно: на примерах выше лишь подтверждается классическое соотношение – документо-ориентированные базы данных занимают больше места, но быстрее ищут данные; но даже эти различия выражены не очень ярко. Возможно, в таком случае для выбора схемы хранения данных стоит использовать следующее соображение: если специализированный подход не даёт выраженного преимущества, возможно, стоит использовать универсальный подход. Таким образом, для предполагаемой структуры данных из представленных схем предположительно лучше подойдёт реляционная.

4. РАЗРАБОТАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

4.1. Краткое описание

Back-end сделан с использованием фреймворка express на основе платформы Node.js.

В качестве базы данных используется MongoDB.

Front-end представляет из себя web-приложение, использующее React. С его помощью можно удобно взаимодействовать с базой данных.

Для автоматизации развертывания и взаимодействия вышеуказанных элементов используется программное обеспечение Docker.

Инструкция по развёртыванию приложения представлена в приложении А.

4.2. Страницы экранов приложения

Экраны приложения представлены на рисунках ниже.

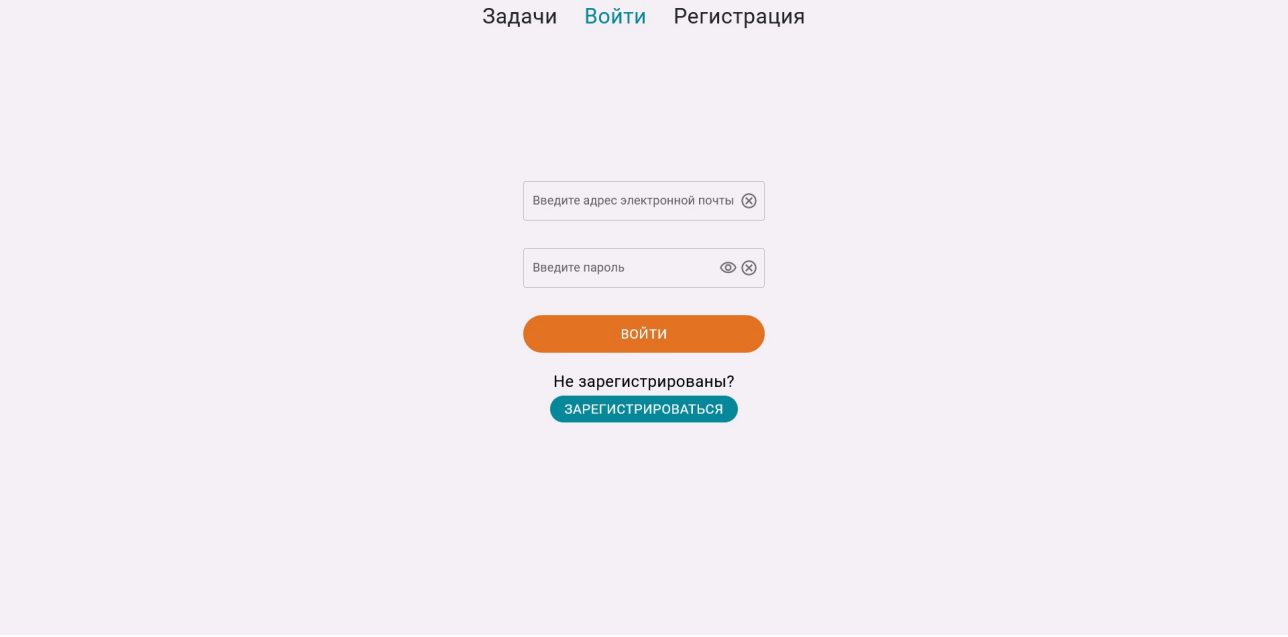


Рисунок 4 – Страница авторизации

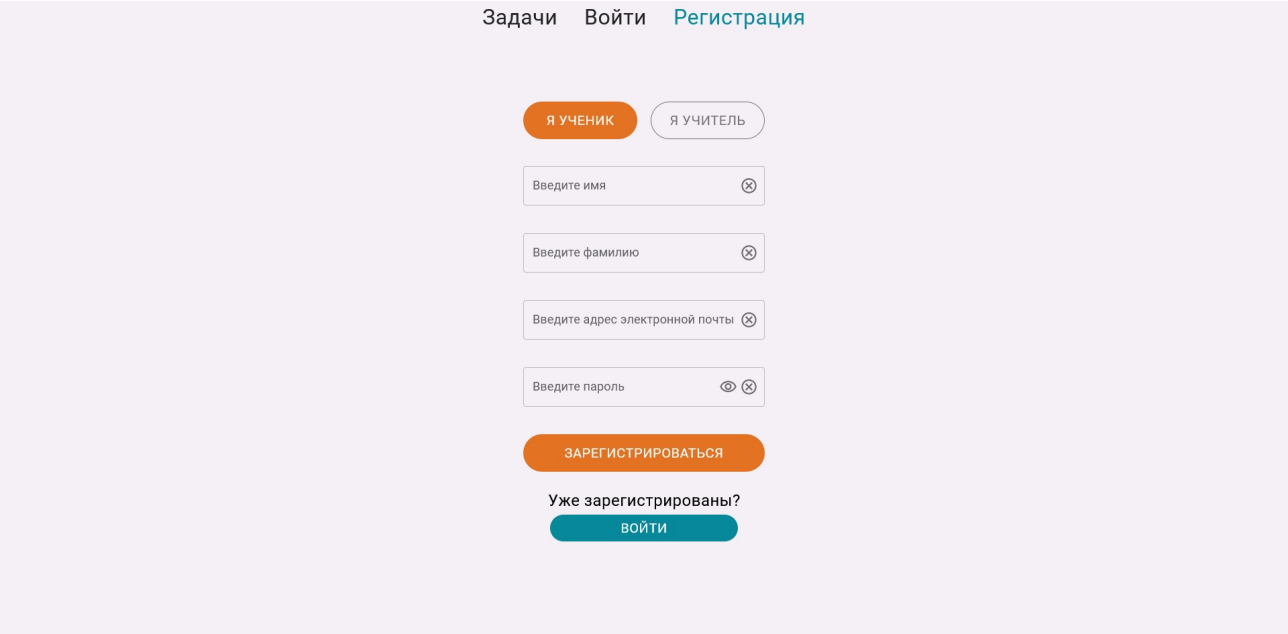


Рисунок 5 – Страница регистрации

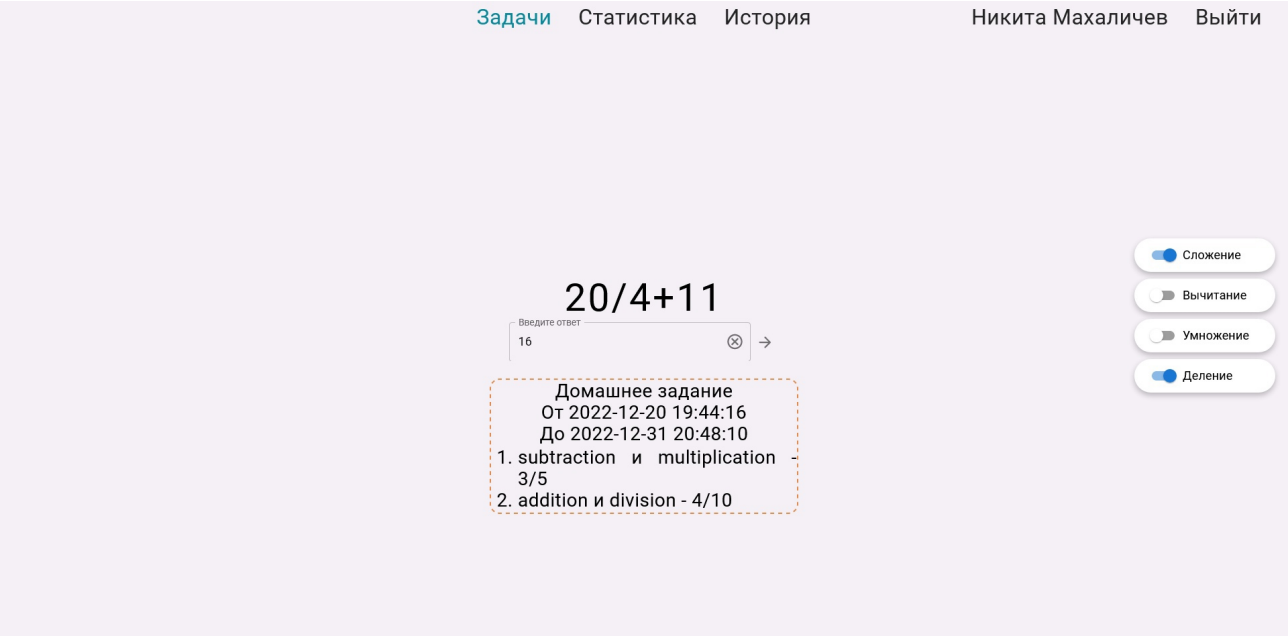


Рисунок 6 – Страница решения примеров

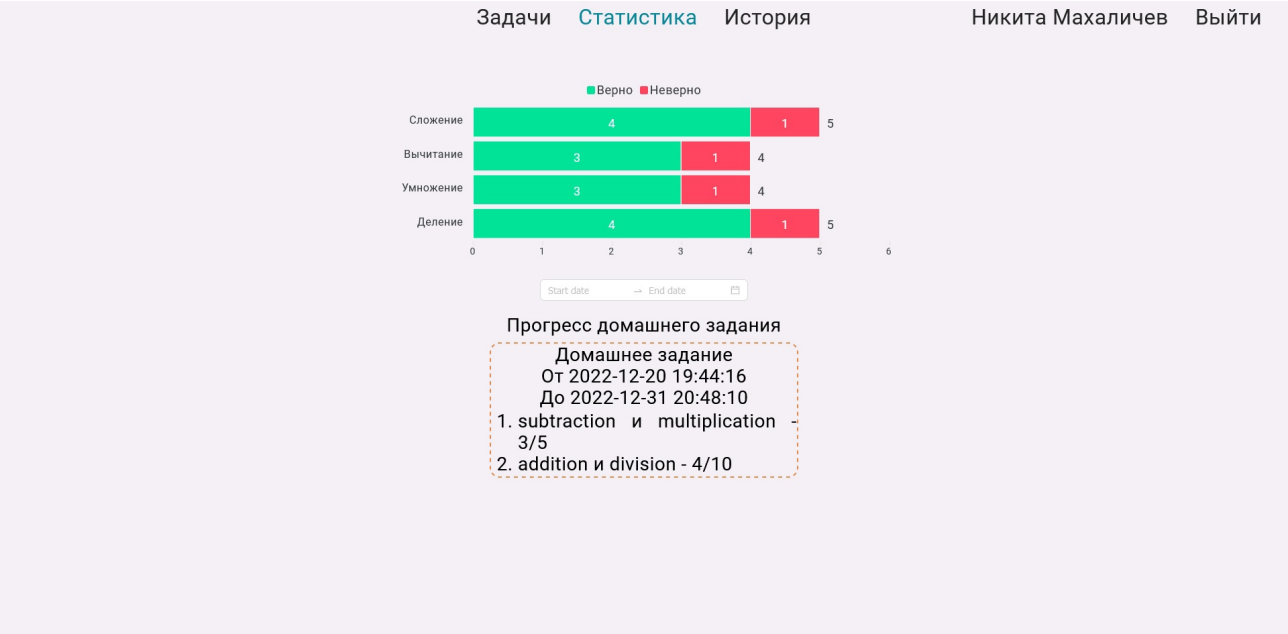
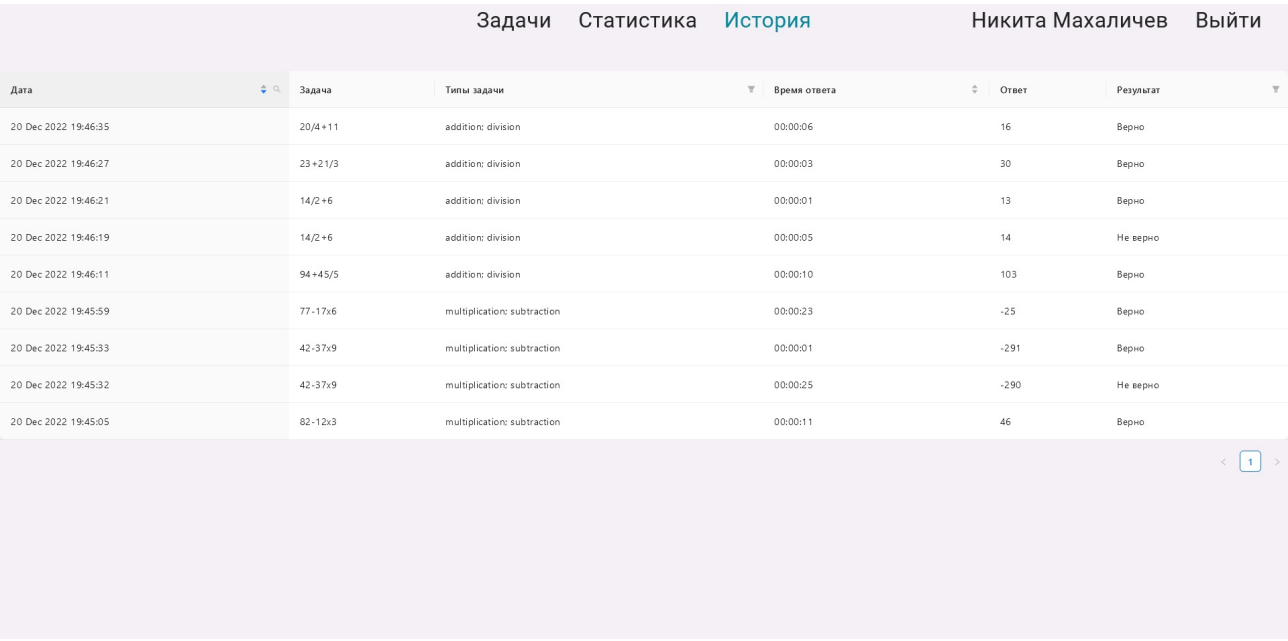


Рисунок 7 – Страница статистики ученика



Дата	Задача	Типы задачи	Время ответа	Ответ	Результат
20 Dec 2022 19:46:35	20/4+11	addition; division	00:00:06	16	Верно
20 Dec 2022 19:46:27	23+21/3	addition; division	00:00:03	30	Верно
20 Dec 2022 19:46:21	14/2+6	addition; division	00:00:01	13	Верно
20 Dec 2022 19:46:19	14/2+6	addition; division	00:00:05	14	Не верно
20 Dec 2022 19:46:11	94+45/5	addition; division	00:00:10	103	Верно
20 Dec 2022 19:45:59	77-17x6	multiplication; subtraction	00:00:23	-25	Верно
20 Dec 2022 19:45:33	42-37x9	multiplication; subtraction	00:00:01	-291	Верно
20 Dec 2022 19:45:32	42-37x9	multiplication; subtraction	00:00:25	-290	Не верно
20 Dec 2022 19:45:05	82-12x3	multiplication; subtraction	00:00:11	46	Верно

Рисунок 8 – Страница истории решений ученика

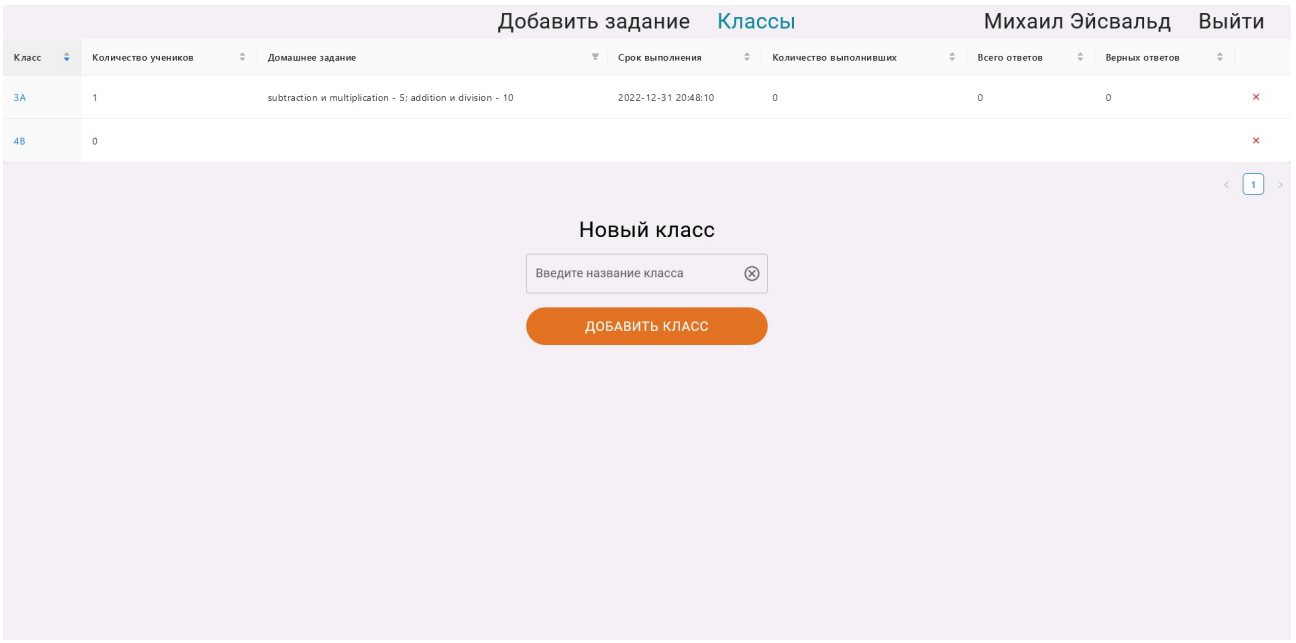


Рисунок 9 – Страница классов учителя

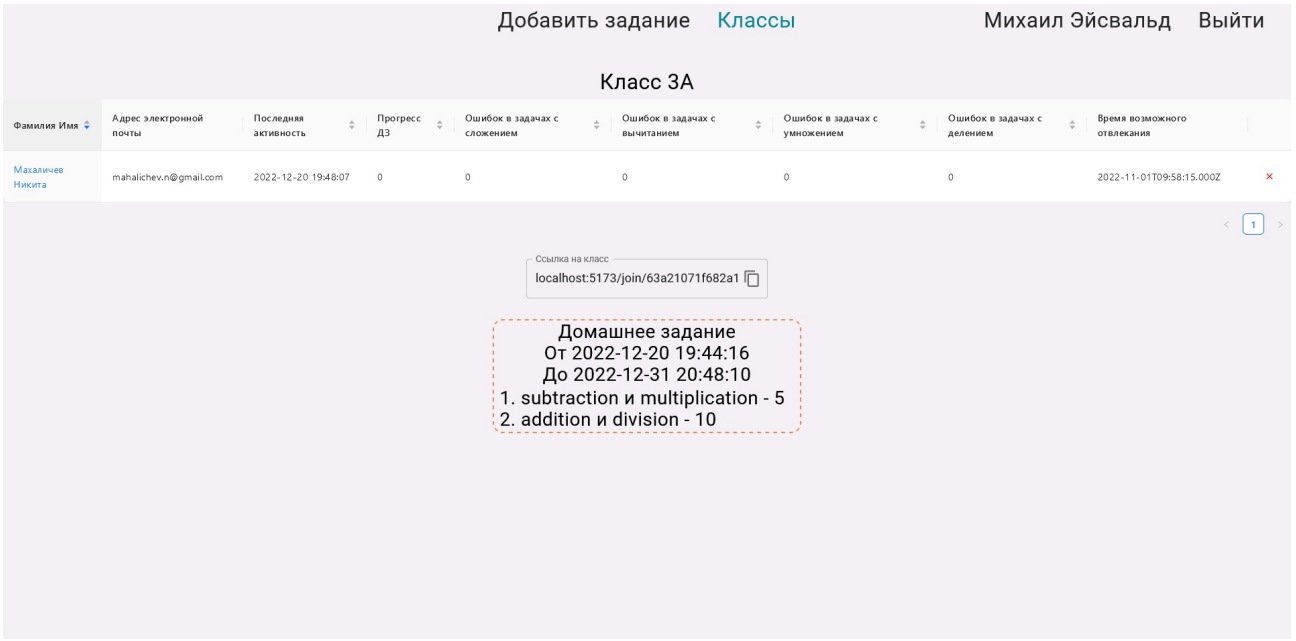


Рисунок 10 – Страница класса

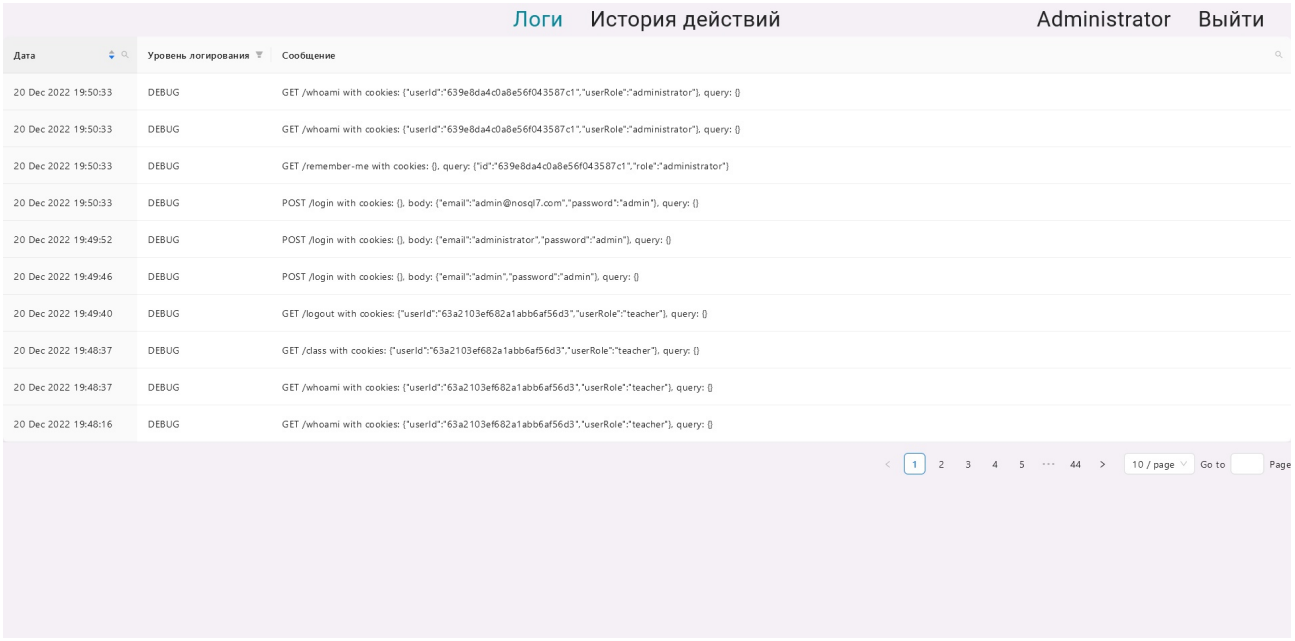


Рисунок 11 – Страница логов

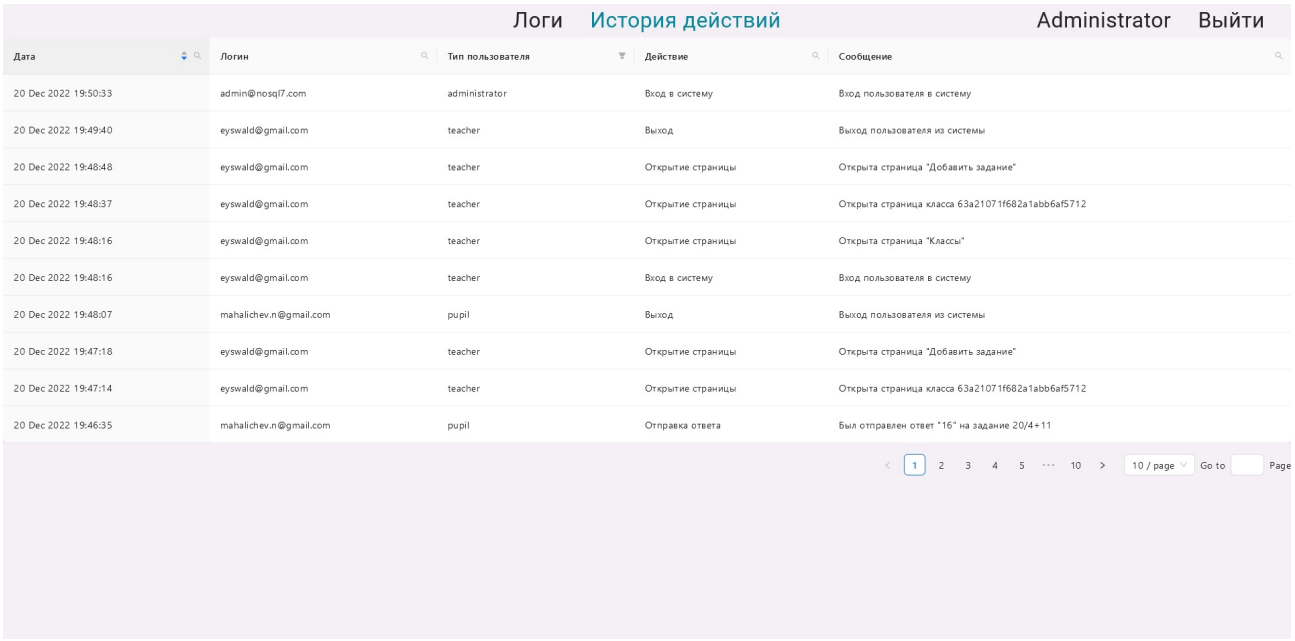


Рисунок 12 – Страница истории действий

ВЫВОД

Достигнутые результаты

В ходе работы было разработано web-приложение «Система автоматической проверки задач по математике», позволяющее пользователям взаимодействовать с базой данных: просмотр содержимого СУБД с помощью таблиц, добавление новых элементов, также была реализована регистрация и авторизация.

Недостатки и пути для улучшения полученного решения

Реализован только базовый функционал – добавление элемента и просмотр данных. Улучшением решения послужит фильтрация и сортировка данных БД для получения исчерпывающей статистики решения задач как для учителей, так и для учеников.

Нет функционала импорта/экспорта данных, из-за чего для выполнения этих действий придется использовать инструмент mongoexport на стороне сервера. Решением данного недостатка может послужить реализация данных функций в виде запросов на сервер с помощью клиентского интерфейса администратора.

Будущее развитие решения

- Доработка приложения до состояния версии с полным функционалом: сортировка, фильтрация, импорт и экспорт данных;
- Увеличение разнообразия категорий задач, которые могут генерироваться;
- Разработка мобильной версии сервиса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. MongoDB: The Developer Data Platform // URL: https://www.mongodb.com/ (дата обращения: 15.12.2022).
2. React JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов // URL: https://ru.reactjs.org/ (дата обращения: 15.12.2022).
3. Vite: Next Generation Frontend Tooling // URL: https://vitejs.dev/ (дата обращения: 15.12.2022).
4. Express.js // URL: https://expressjs.com/ (дата обращения: 15.12.2022).
5. Mongoose // URL: https://mongoosejs.com/ (дата обращения: 15.12.2022).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ИНСТРУКЦИЯ ПО РАЗВЁРТЫВАНИЮ ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Скачать проект из репозитория по ссылке https://github.com/moevm/nosql2h22-math;
2. Запустить сборку командой `docker-compose build --no-cache && docker-compose up;`
3. Открыть приложение в браузере по адресу 127.0.0.1:5173.