

Р.А. Нагаев, И.С. Полевщиков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ
СИСТЕМА СОГЛАСОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ
НА ПРИМЕРЕ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

Аннотация. Представлены результаты разработки моделей и прототипа автоматизированной информационно-аналитической системы согласования документации образовательного процесса на примере рабочих программ дисциплин. Модели и программные модули автоматизированной информационно-аналитической системы позволяют автоматизировать процесс согласования рабочих программ дисциплин с учетом их версионности и версионности алгоритма согласования, выполнять мониторинг процесса согласования, а также совместимы с информационной системой вуза. Применение автоматизированной информационно-аналитической системы позволяет оперативно получать сотрудникам вуза (преподавателям, заведующим кафедрами и др.) актуальную информацию о работе над рабочими программами для дальнейшего принятия решений, что способствует повышению эффективности создания документации учебного процесса.

Ключевые слова: автоматизированная информационно-аналитическая система, электронный документооборот, рабочая программа дисциплины, визуальное моделирование, диаграмма UML.

R.A. Nagaev, I.S. Polevshchikov

AUTOMATED INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM
FOR THE APPROVAL OF ELECTRONIC DOCUMENTS
ON THE EXAMPLE OF WORK PROGRAMS OF DISCIPLINES

Abstract. The results of the development of models and a prototype of the automated information and analytical system for the coordination of the documentation of the educational process are presented on the example of the work programs of disciplines. Automated information and analytical system models and software modules allow automating the RAP approval process, taking into account the versioning of the work programs of disciplines and the versioning of the approval algorithm, monitoring the approval process, and are also compatible with the information system of the university. The use of Automated information and analytical system allows the university staff (teachers, heads of departments, etc.) to receive up-to-date information on the work on the work programs of disciplines for further decision-making. This helps to increase the efficiency of creating documentation of the educational process.

Keywords: automated information and analytical system, electronic document management, discipline work program, visual modeling, UML diagram.

Введение

В связи с динамичным изменением социально-экономических условий, ситуации на рынке труда, внедрением инфокоммуникационных технологий во все сферы деятельности, изменением образовательных и профессиональных стандартов важной задачей современного вуза является своевременное обновление учебных планов, рабочих программ дисциплин (далее – РПД) и другой документации, влияющей на организацию образовательного процесса.

Разработка и согласование указанных видов документации без применения специализированной автоматизированной информационной системы (далее – АИС) обладают существенными недостатками для всех ответственных сотрудников:

Полевщиков Иван Сергеевич

кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), Москва; доцент кафедры информационных технологий и автоматизированных систем, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, город Пермь. Сфера научных интересов: разработка автоматизированных систем управления учебным процессом в вузе, разработка и применение компьютерных тренажеров в профессиональном обучении. Автор более 50 опубликованных научных работ.

Электронный адрес: i.s.polevshchikov@mail.ru

Нагаев Роман Александрович

выпускник магистратуры кафедры информационных технологий и автоматизированных систем, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, город Пермь. Сфера научных интересов: разработка автоматизированных систем управления учебным процессом в вузе, веб-программирование. Автор пяти опубликованных научных работ.

Электронный адрес: roman_nagaev_1993@mail.ru

- разработка документа производится с применением офисных пакетов (например, Microsoft Office), что повышает трудоемкость поддержки версионности документа, внесения в него изменений;
- процесс согласования документа при передаче между сотрудниками по электронной почте или в бумажной форме организован неэффективно, занимает много времени, не позволяет оперативно отслеживать текущее состояние документа;
- как следствие этих недостатков – данные о процессах разработки и согласования документации не хранятся структурированно и не пригодны для дальнейшего анализа и использования.

В связи с отсутствием программных продуктов, позволяющих в полной мере устранить указанные выше недостатки при работе с документацией образовательного процесса, актуальной является задача разработки моделей, алгоритмов и прототипа АИС, позволяющих повысить эффективность процессов разработки, согласования и анализа данных о процессе согласования подобных видов документации. Результаты решения данной задачи на примере процесса согласования РПД (данные документы создаются и изменяются для каждой преподаваемой в вузе дисциплины, в их подготовке задействовано большое число сотрудников вуза) представлены далее.

*Анализ процесса согласования РПД и программных продуктов
для автоматизации данного процесса*

Выполнен анализ типового процесса согласования РПД, осуществляемого без применения специализированной информационной системы, основанного на бумажном документообороте и использовании офисных программных продуктов (в частности, текстового и табличного процессоров). В ходе проведенного анализа построена диаграмма состояний UML, описывающая жизненный цикл (далее – ЖЦ) РПД вуза [1].

Согласно Рисунку 1 РПД в процессе согласования может находиться в большом числе состояний, что усложняет контроль данного процесса без применения АИС, увеличивает его трудоемкость для всех ответственных сотрудников.

1. Процесс согласования занимает много времени, если передача РПД между сотрудниками производится с применением бумажной РПД или по электронной почте.

2. Сбор и актуализация информации о процессе согласования РПД (в частности, в каком состоянии находится РПД в настоящий момент времени) осуществляется ответственным сотрудником кафедры с использованием простых средств автоматизации (тестовый редактор, электронные таблицы). Для получения данной информации ответственному необходимо обратиться непосредственно к сотрудникам, осуществляющим проверку РПД.

Поэтому оперативное получение актуальной информации о текущем состоянии РПД в структурированной форме (например, заведующим кафедрой об утверждении РПД для своей кафедры, преподавателем-разработчиком об РПД по своей дисциплине) является сложной задачей.

3. Следовательно, мониторинг процесса согласования РПД по каждому направлению и профилю подготовки, составление соответствующих отчетов производится во многом вручную и являются малоэффективными без использования единого подхода к анализу данных и возможности их структурированного хранения.

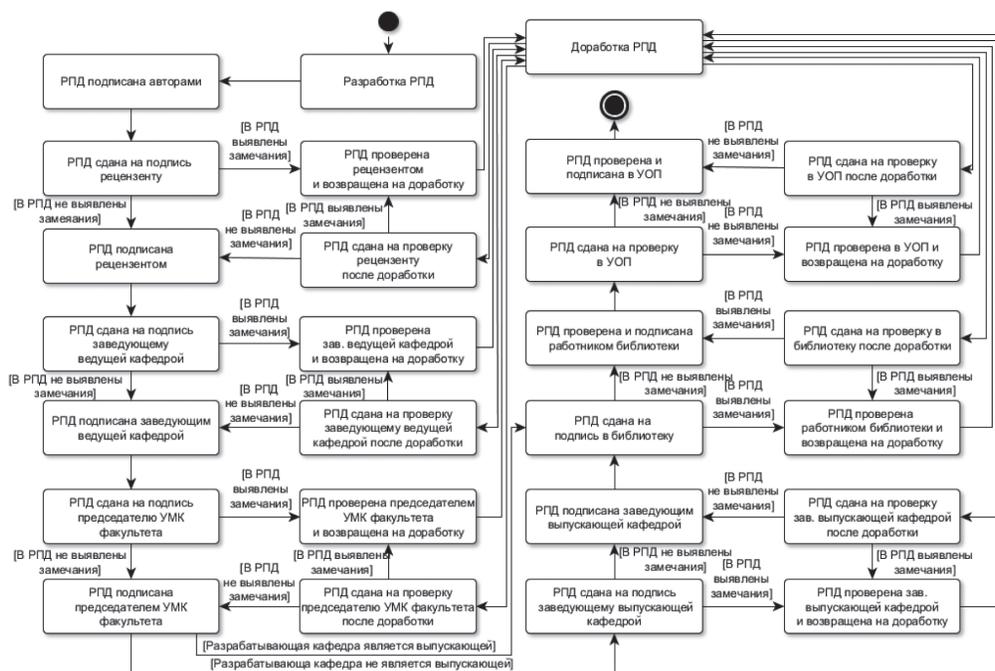


Рисунок 1. ЖЦ РПД вуза (диаграмма состояний UML)

Выполнен анализ научных исследований и программных систем в области автоматизации процесса разработки и согласования РПД.

В работе [2] представлены требования и структура АИС разработки РПД, применение которой позволит минимизировать технические ошибки и сократить время создания РПД.

В статьях [3–5] описаны подходы к автоматизации бизнес-процессов создания РПД на примере Северо-Кавказской государственной академии, Южного федерального универ-

ситета, Югорского государственного университета. В работе [6] формализованно описан процесс разработки РПД до и после внедрения программной системы с применением диаграмм потоков данных DFD. В статье [7] предложена методика оценки качества РПД, представлены результаты проектирования и программной реализации АИС создания РПД.

Примерами существующих программных продуктов для автоматизации процесса создания РПД являются ПО «РПД» от MMIS Lab [8], СЭД Documentum, СЭД «Дело» [9].

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод о фактическом отсутствии программных продуктов с функциями мониторинга согласования РПД и создания отчетов на основе данных о РПД, позволяющих в комплексе снизить трудоемкость всех ответственных сотрудников и повысить качество РПД.

Для устранения выявленных недостатков процесса согласования РПД предложено создать автоматизированную информационно-аналитическую систему (далее – АИАС) согласования и мониторинга РПД в рамках системы электронного документооборота вуза. Применение АИАС позволит оперативно контролировать процесс согласования РПД каждому ответственному сотруднику.

Модель функциональных требований к АИАС согласования и мониторинга РПД

В виде диаграммы Use Case UML построена визуальная модель процесса согласования и мониторинга РПД с применением АИАС (см. Рисунок 2). Диаграмма на Рисунке 2 формализовано определяет функциональные возможности пользователей АИАС согласования и мониторинга РПД.

Каждому пользователю в АИАС доступен личный кабинет (далее – ЛК) – подсистема, предоставляющая требуемый функционал в соответствии с ролью пользователя в процессе согласования РПД [10; 11].

По завершении преподавателем разработки РПД начинается процесс ее согласования (заведующим кафедрой, специалистом управления образовательных программ (далее – УОП) и другими ответственными сотрудниками): пользователи с данными ролями осуществляют проверку РПД, по результатам которой или формируют перечень замечаний и отправляют РПД на доработку, или отправляют РПД на проверку далее по маршруту.

Преподаватель редактирует РПД при наличии замечаний у других пользователей. После того как РПД полностью согласована, специалист общего отдела осуществляет тиражирование РПД.

Следует отметить, что на Рисунке 2 отображен процесс согласования РПД по умолчанию. Допустима гибкая настройка РПД с применением АИАС, в частности добавление, удаление, изменение ролей сотрудников, принимающих участие в согласовании, настройка маршрута согласования, то есть порядка передачи РПД между ответственными сотрудниками.

АИАС позволяет отслеживать, в каком состоянии находится РПД в настоящий момент времени, и отображать для пользователей это состояние в виде пиктограмм соответствующего цвета, например: зеленый цвет – РПД успешно прошла данный этап согласования; желтый – находится на рассмотрении; красный – РПД возвращена на доработку с замечаниями; белый – РПД еще не прошла данный этап согласования.

Мониторинг РПД по кафедре осуществляется с применением многомерного представления для анализа данных о процессе согласования. При выполнении анализа пользователю требуется открыть соответствующий подраздел личного кабинета, выбрать атрибуты, по которым выполняется разрез данных, агрегирующую функцию, применимую к данным, способ отображения данных.

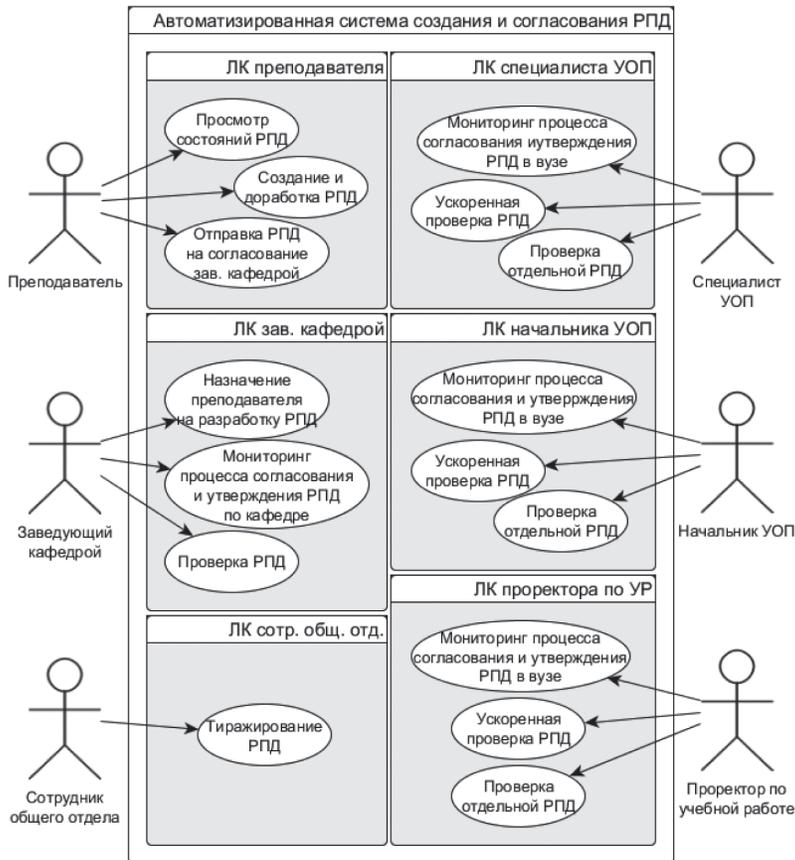


Рисунок 2. Диаграмма Use Case UML процесса согласования РПД в АИАС

Многомерная модель предоставляет широкие возможности для составления отчетов, однако требует большого числа действий для их создания. Поэтому набор часто используемых отчетов оформлен в виде готовых шаблонов. Не требуется производить манипуляции с данными для открытия такого отчета – достаточно выбрать его из списка.

Выбор средств программной реализации АИАС

Выбранный стек веб-технологий для программной реализации АИАС:

- СУБД PostgreSQL обладает наилучшим сочетанием требуемых свойств: бесплатность, резервное копирование, документация, кроссплатформенность, простота настройки;
- язык программирования JavaScript для реализации серверной части веб-приложения (бесплатный, хорошо документирован, может работать на различных платформах, достаточно производительный, обладает большим количеством доступных библиотек, поддерживает объектно ориентированное программирование);
- JavaScript фреймворк Express.js для реализации серверной части веб-приложения (бесплатный, наличие классов для веб-приложений, наличие классов для работы с базой данных, быстрое действие);

- JavaScript – фреймворк ReactJS для реализации клиентской части веб-приложения (распространенность, наличие подробной документации, малый объем файлов – легковесность);
- CSS – фреймворк Bootstrap для реализации клиентской части веб-приложения (поддержка адаптивной верстки, подробная документация, большой набор элементов, небольшой размер);
- PivotT able.js – JavaScript реализация компонента сводных таблиц с открытым исходным кодом, включающим функционал drag'n'drop [12]; для реализации многомерного представления (на клиентской части приложения), поддерживает разрез гиперкуба, поворот гиперкуба, агрегирующие функции.

Модели данных и архитектуры АИАС

Общая архитектура АИАС включает четыре основные составляющие (см. Рисунок 3): сервер базы данных; сервер базы данных ИАС вуза (внешняя система); сервер приложений; клиентский ПК.

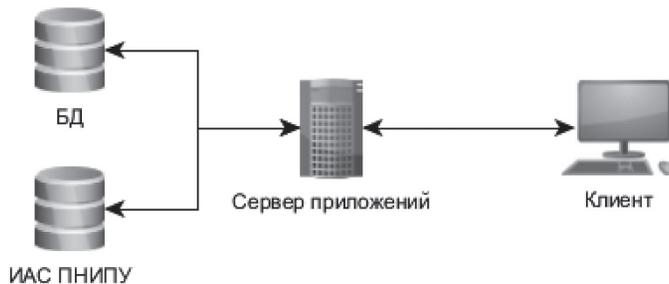


Рисунок 3. Общая архитектура АИАС

Данные о процессе согласования хранятся в базе данных (далее – БД) на сервере БД. Для работы данные извлекаются серверной частью приложения посредством запросов к БД, преобразуя данные сначала к POJO, затем к JSON для отправки на клиентскую часть приложения. Клиентская часть приложения выполняет отрисовку интерфейса приложения, реализацию несложных операций и отправку запросов к серверной части. Также серверная часть осуществляет взаимодействие с ИАС вуза, получает оттуда требуемые данные и сохраняет их копию в собственной БД АИАС.

Для анализа данные извлекаются из БД и преобразуются к перечню пройденных этапов согласования на сервере БД. Каждому этапу согласования соответствуют: выполняющий согласование РПД пользователь, дисциплина, состояние РПД, даты начала и конца процесса согласования. Далее данные преобразуются к JSON и передаются на «клиент», где агрегируются и представляются в удобном для чтения виде.

Структура БД АИАС представлена логической моделью (см. Рисунок 4). Сущности БД связаны между собой через РПД. Процесс согласования происходит изолированно от процесса разработки и связывается с экземпляром РПД по ее идентификатору. Для модуля анализа данных не предусмотрено создание отдельных сущностей в БД. Все данные извлекаются из уже существующих сущностей и агрегируются средствами SQL.

Разработан комплекс моделей, описывающий архитектуру разрабатываемой АИАС. Детальная архитектура серверной части приложения представлена диаграммой компонентов UML (см. Рисунок 5).

Основная конфигурация определена в компоненте server. В архитектуре системы можно выделить три основные группы компонентов:

- 1) компоненты – обработчики HTTP-запросов (компоненты маршрутизации), реализуют обработку запросов к серверной части приложения и бизнес-логику, которая не относится к БД;
- 2) компоненты для доступа к данным из БД, инкапсулируют операции над данными и осуществляют маппинг данных из БД в объекты JavaScript; все SQL-запросы и их параметры реализованы в этих компонентах;
- 3) компоненты-контроллеры db.connection и db.config, реализуют подключения к БД.

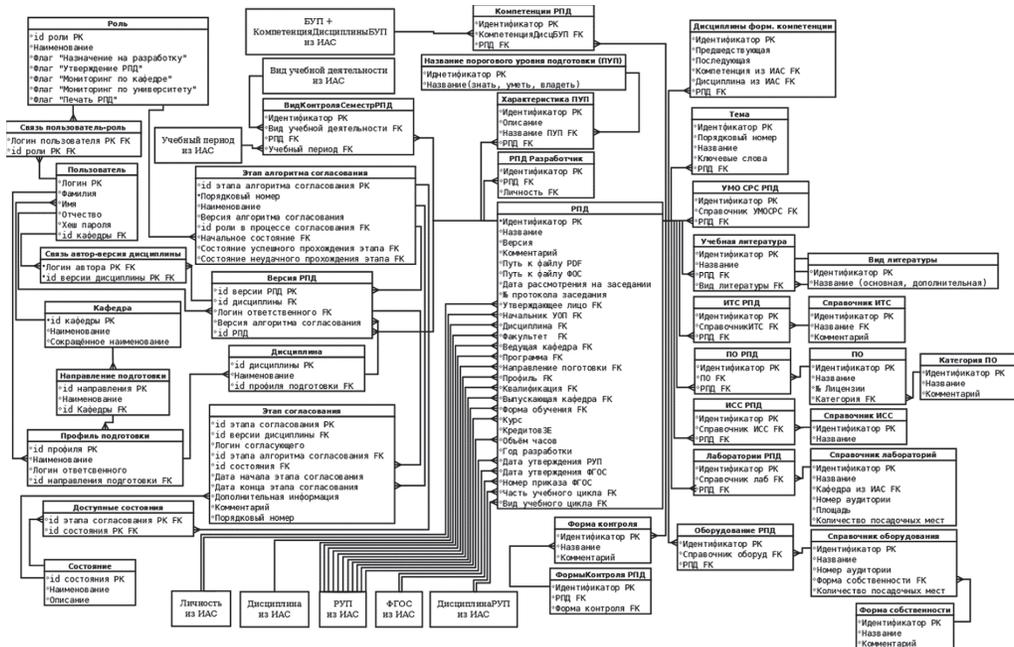


Рисунок 4. Логическая модель БД АИАС

Клиентская часть приложения реализована на React.js + Redux и представляет одно-страничное веб-приложение. На диаграмме компонентов UML (см. Рисунок 6) представлена структура компонентов маршрутизации АИАС.

Основным компонентом раздела мониторинга процесса согласования является Rpd Monitoring By Chair, внутри данного компонента представлены разделы просмотра перечня РПД (Rpd Monitoring By Chair Table), многомерное представление по этапам согласования (Rpd Approving Stages Multidimensional View) и многомерное представление по РПД (Rpd Rpd Versions Multidimensional View).

За визуализацию данных отвечает компонент Pivot Table UI. Взаимодействие компонентов между собой осуществляется через React + Redux: Router – компонент, реализующий переходы по страницам, Store – организующий централизованное хранилище данных, Action Creators – реализующий набор действий, возможный в приложении, Combine Reducers – реализующий обработку действий.

Автоматизированная информационно-аналитическая система согласования ...

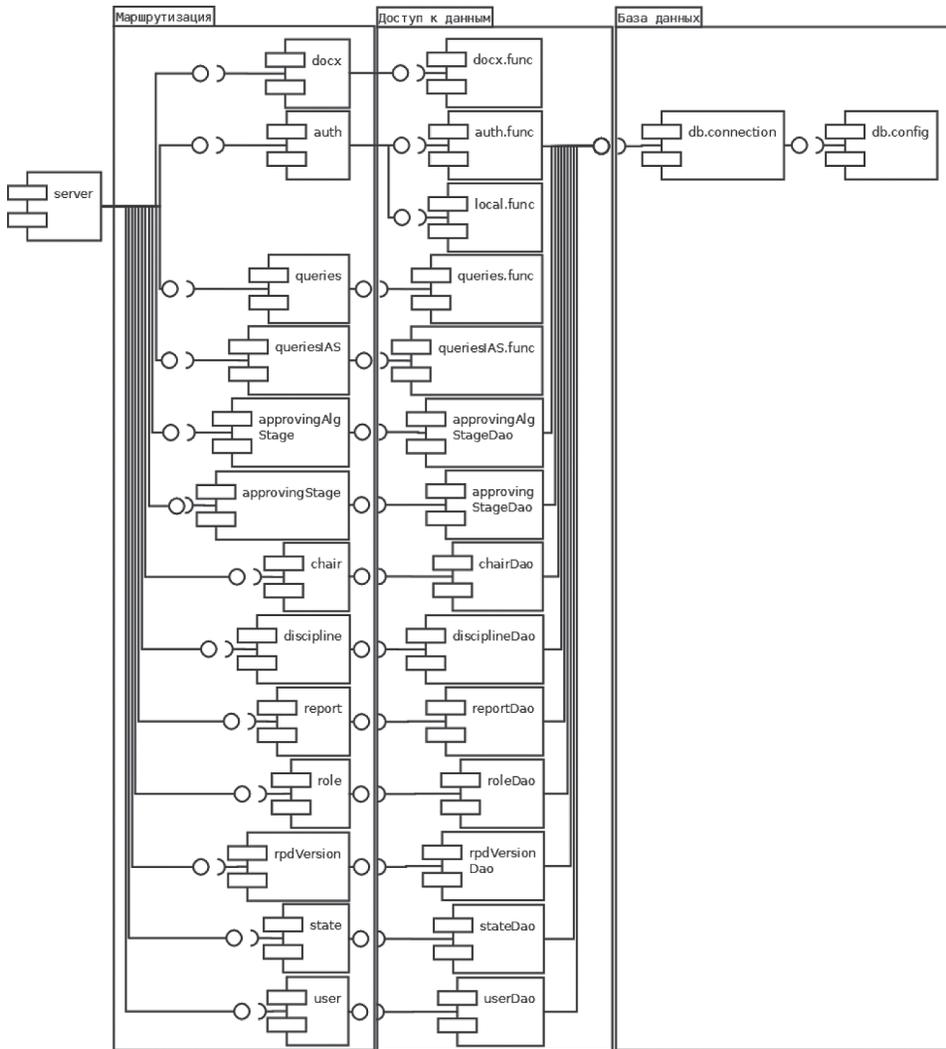


Рисунок 5. Диаграмма компонентов серверной части приложения

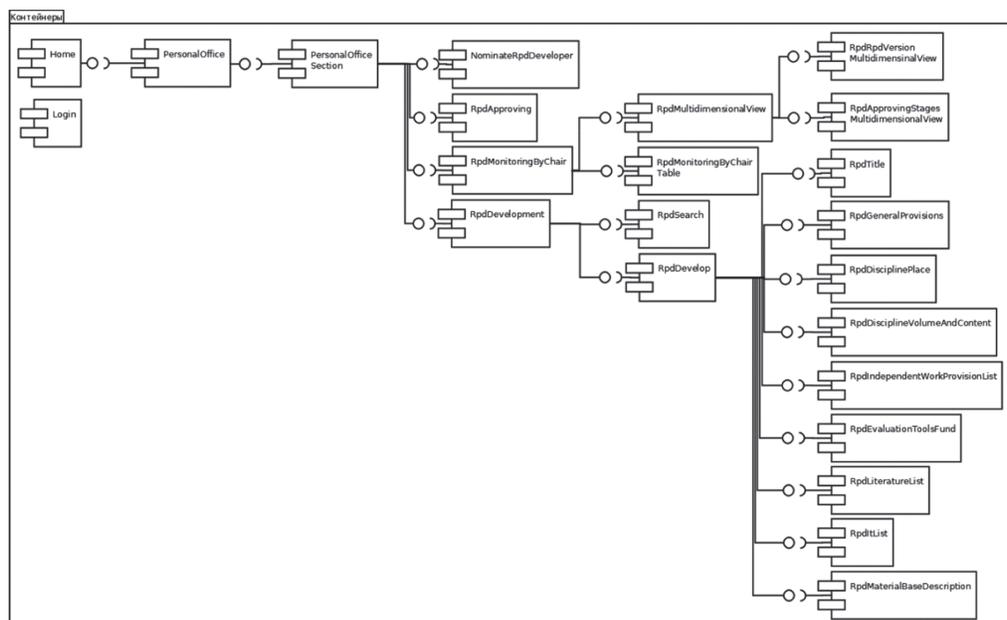


Рисунок 6. Диаграмма компонентов клиентской части приложения

Программная реализация прототипа АИАС

Приведем ключевые функциональные возможности прототипа АИАС, программная реализация которого выполнена с применением описанных выше средств разработки.

На Рисунке 7 представлен пользовательский интерфейс личного кабинета сотрудников вуза, участвующих в процессе согласования и утверждения РПД. Для проверки РПД необходимо выбрать ее из списка, определить новое состояние РПД, выбрать из списка пользователей тех, кто сможет осуществлять проверку на следующем этапе согласования.

На Рисунке 8 представлен веб-интерфейс системы для визуализации маршрута РПД, что позволяет сотрудникам осуществлять мониторинг процесса согласования. В столбцах таблицы перечислены этапы согласования РПД, в строках располагается условная шкала времени (этапы согласования, которые были пройдены позже, отображаются ниже). На пересечении отображается факт прохождения РПД соответствующего этапа согласования. При наведении курсора появляется всплывающая подсказка с дополнительной информацией.

Для возможности агрегации данных о процессе согласования и получения их пользователем АИАС в удобном для чтения виде данные представляются в виде многомерной модели. Пользователь может выполнять разрезы данных и повороты многомерного куба. Данные представляются в виде сводной таблицы. Доступ к измерениям осуществляется с помощью перемещения элементов атрибутов в оси таблицы. Данные в рамках атрибута, по которому выполняется разрез, агрегируются с помощью выбранной функции.

При выборе пользователем одного из подразделов «Многомерное представление» или одного из аналитических отчетов отображается интерфейс для взаимодействия с многомерной моделью (см. Рисунок 9). Данные разделы отличаются совокупностью атрибутов. Интерфейс состоит из следующих элементов: выпадающий список визуализаторов; выпадающий список агрегирующих функций для обработки данных; область

Личный кабинет

Роли пользователя

Назначение на разработку РПД Утверждение РПД Мониторинг по кафедре Разработка РПД

Мониторинг

Список РПД Многомерное представление (по РПД) Многомерное представление (по этапам согласования) Аналитические отчёты

Таблица Сумма I ↔

Алгоритм согласования Состояние РПД

Версия РПД

Направление подготовки

Начало согласования

Окончание согласования

Ответственный

Профиль подготовки

Дисциплина

Состояние РПД	Всего
Не утверждена	13
Утверждена	1
Всего	14

Рисунок 9. Интерфейс взаимодействия с многомерной моделью

Пользователь имеет возможность выполнять анализ данных о процессе согласования РПД – просмотреть состояния этапов согласования по сотрудникам и выявить РПД, которые еще не разработаны или не до конца утверждены, и сотрудников, ответственных за данные этапы (см. Рисунок 10).

Личный кабинет

Роли пользователя

Назначение на разработку РПД Утверждение РПД Мониторинг по кафедре Разработка РПД

Мониторинг

Список РПД Многомерное представление (по РПД) Многомерное представление (по этапам согласования) Аналитические отчёты

Таблица Сумма I ↔ Утверждающий

Версия РПД

Дисциплина

Направление подготовки

Начало этапа

Окончание этапа

Порядковый номер этапа

Профиль подготовки

Этап согласования

Состояние	Утверждающий							Всего	
	Админе	Админист	Админист	Админист	Админист	Админист	Админист		
В разработке							4	1	5
Возвращена на доработку		2				2	3		7
Не проверена	4					1	2		7
Разработка завершена			2	2	6		2	2	16
Утверждена	5	5	2			2	7		21
Всего	13	7	2	2	6	5	18	3	56

Рисунок 10. Применение многомерного представления для анализа процесса согласования РПД

Для получения отчета на Рисунке 10 требуется по горизонтали выбрать атрибут «Утверждающий», а по вертикали – «Состояние».

Пользователь может просмотреть количество РПД, находящихся на разработке у определенного преподавателя (см. Рисунок 11).

Для получения данного отчета требуется по горизонтали выбрать атрибут «Утверждающий», по вертикали – «Этап согласования», установить фильтрацию в атрибуте «Этап согласования» по значению «Разработка РПД». Данный интерфейс позволяет проанализировать вовлеченность преподавателей в разработку РПД.

Автоматизированная информационно-аналитическая система согласования ...

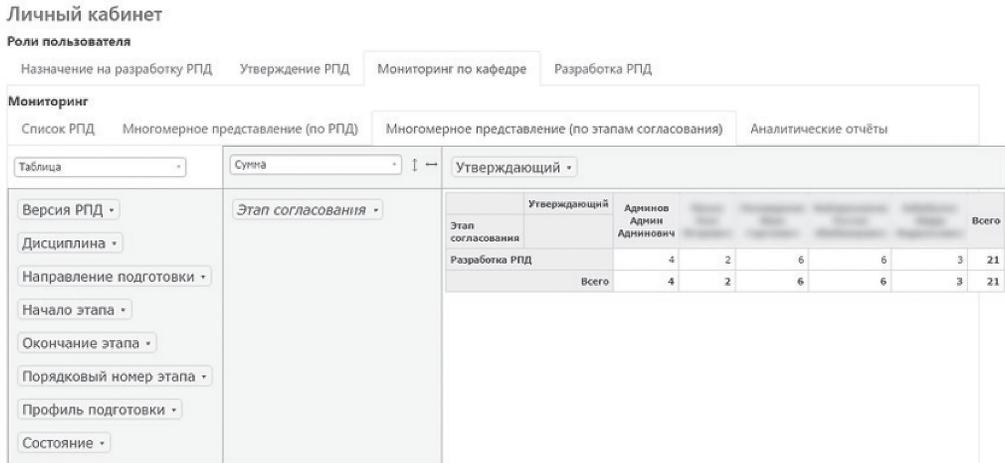


Рисунок 11. Количество РПД, которые находятся на разработке

Заключение

Результатом исследования является разработка моделей и прототипа АИАС согласования документации образовательного процесса на примере РПД.

Научная новизна исследования заключается в разработке моделей (с применением современных графических нотаций) и программных модулей АИАС, которые в отличие от существующих позволяют автоматизировать процесс согласования РПД с учетом версии РПД и версии алгоритма согласования, выполнять мониторинг процесса согласования, а также совместимы с информационной системой вуза.

Практическая значимость исследования заключается в разработке прототипа АИАС, позволяющей оперативно получать сотрудниками вуза (преподавателям, заведующим кафедрами и др.) актуальную информацию о работе над РПД для дальнейшего принятия решений, что способствует повышению эффективности создания документации учебного процесса.

Перспективами исследования являются: развитие АИАС с применением методов интеллектуального анализа данных, разработка новых подсистем АИАС для улучшения других подобных бизнес-процессов согласования электронных документов в вузе (например, приказы, отчеты).

Литература

1. Нагаев Р.А., Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Автоматизация процесса согласования и утверждения рабочих программ дисциплин в вузе // Science Time. 2016. № 5 (29). С. 469–472.
2. Евтушенко Д.В., Шевчук Е.В. Перспективы автоматизации формирования рабочих программ дисциплин // Актуальные вопросы образования. 2022. № 1. С. 175–179.
3. Тамбиева Д.А., Эркенова М.У., Гемсакурова З.И., Казиева Д.А. Концептуальная модель автоматизации процесса разработки рабочих программ учебных дисциплин в вузе // Финансовая экономика. 2020. № 12. С. 186–189.
4. Майер С.Ф., Муратова Г.В. Анализ систем автоматизации формирования рабочих программ учебных дисциплин // Инженерный вестник Дона. 2021. № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/7291 (дата обращения: 03.04.2023).

5. Сафонов Е.И., Чернавский А.Ю. Автоматизация составления рабочих программ учебных дисциплин // Вестник Югорского государственного университета. 2019. № 2 (53). С. 33–40.
6. Могильникова Н.С. Автоматизация процесса создания рабочих программ дисциплин в Пермском ГАТУ // Моя профессиональная карьера. 2019. Т. 3, № 5. С. 99–104.
7. Кряжев С.А., Левковский Д.И. Информационная система поддержки рабочей программы дисциплины // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2019. Т. 19, № 3. С. 135–146.
8. Программные продукты для вузов. URL: mmis.ru/Default.aspx?tabid=151 (дата обращения: 12.04.2023).
9. Рынок ПО: Обзор систем электронного документооборота. URL: cnews.ru/articles/gynok_po_obzor_sistem_elektronogo (дата обращения: 12.04.2023).
10. Нагаев Р.А., Полевщиков И.С. Автоматизированная система создания и согласования рабочих программ дисциплин // Молодежная наука в развитии регионов: материалы всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов и молодых ученых (Березники, 26 апреля 2017 г.). Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2017. Т. 1. С. 133–136.
11. Нагаев Р.А., Полевщиков И.С. Разработка автоматизированной системы создания и согласования рабочих программ дисциплин // Материалы всероссийской научно-технической конференции «Автоматизированные системы управления и информационные технологии» (Пермь, 23 мая 2017 г.). Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017. Т. 1. С. 91–97.
12. PivotTable.js Examples. URL: pivottable.js.org/examples/ (дата обращения: 14.04.2023).

Literature

1. Nagaev R.A., Fayzrakhmanov R.A., Polevshchikov I.S. (2016) [Automation of the process of coordination and approval of work programs of disciplines in the university]. *Science Time*, 2016, No. 5, Pp. 469–472 (in Russian).
2. Evtushenko D.V., Shevchuk E.V. (2022) [Prospects for automating the formation of work programs for disciplines]. *Aktual'nye voprosy obrazovaniya*, 2022, No. 1, Pp. 175–179 (in Russian).
3. Tambieva D.A., Erkenova M.U., Gemsakurova Z.I., Kazieva D.A. (2020) [A conceptual model for automating the process of developing work programs for academic disciplines at a university]. *Finansovaya ekonomika*, 2020, No. 12, Pp. 186–189 (in Russian).
4. Mayer S.F., Muratova G.V. (2021) [Analysis of automation systems for the formation of work programs for academic disciplines]. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2021, No. 11. Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/7291 (accessed: 14.04.2023).
5. Safonov E.I., Chernavskiy A.Yu. (2019) [Automation of the preparation of work programs for academic disciplines]. *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2019, No. 2, Pp. 33–40 (in Russian).
6. Mogil'nikova N.S. (2019) [Automation of the process of creating work programs for disciplines in the Perm AgroTechnoUniver]. *Moya professional'naya kar'era*, 2019, No. 5, Pp. 99–104 (in Russian).
7. Kryazhev S.A., Levkovskiy D.I. (2019) [Information system for supporting the work program of the discipline]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika*, 2019, No. 3, Pp. 135–146 (in Russian).
8. Programmye produkty dlya vuzov [Software products for universities]. Available at: mmis.ru/Default.aspx?tabid=151 (accessed: 12.04.2023).

9. Rynok PO: Obzor system elektronnoho dokumentooborota [Software market: Overview of electronic document management systems]. Available at: cnews.ru/articles/rynok_po_obzor_sistem_elektronnoho (accessed: 12.04.2023).
10. Nagaev R.A., Polevshchikov I.S. (2017) *Avtomatizirovannaja sistema sozdanija i soglasovanija rabochih programm disciplin* [Automated system for creating and coordinating work programs for disciplines]. *Molodezhnaja nauka v razvitii regionov: materialy vsrossijskoj (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-praktičeskoj konferencii studento* (Berezniki, 26 April 2017). Perm: Publishing House of Perm National Research Polytechnic University, 2017, Vol. 1, Pp. 133–136 (in Russian).
11. Nagaev R.A., Polevshchikov I.S. (2017) *Razrabotka avtomatizirovannoy sistemy sozdaniya i soglasovaniya rabochikh program distsiplin* [Development of an automated system for creating and coordinating work programs for disciplines]. *Materialy vsrossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Avtomatizirovannye sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii"* (Perm', 23 May 2017). Perm': PNIPU Publishing, 2017, Vol. 1, Pp. 91–97 (in Russian).
12. PivotTable.js Examples. Available at: pivottable.js.org/examples/ (accessed: 14.04.2023).