

УДК 519.6

АБСТРАКЦИИ БАЗ ДАННЫХ В КОНЦЕПТУАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ ВУЗА

¹Клеванский Н.Н., ²Глазков В.П., ³Воронкова И.В., ⁴Мавзовин В.С.

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова», Саратов, e-mail: nklevansky@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет
имени Ю.А. Гагарина», Саратов;

³ФГБОУ ВО «Саратовская государственная юридическая академия», Саратов;

⁴ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет», Москва

В статье исследуется возможность использования абстракций баз данных, прежде всего агрегаций, в концептуальном моделировании информационных систем. В предметной области управления учебным процессом вуза выявлены пять ключевых агрегаций, имеющих реальный физический смысл и поэтому названные «Рабочий учебный план», «Учебная нагрузка», «Индивидуальная нагрузка», «Учебное поручение» и «Занятие расписания». Ключевые агрегации образуют иерархическую древовидную структуру наследования с одним корнем, которым является агрегация «Рабочий учебный план», что подчеркивает первичность учебных планов в организации и управлении учебным процессом вуза. Формирование каждой ключевой агрегации может стать задачей отдельного модуля интегрированной системы, а переходы между уровнями наследования определяют последовательность выполнения соответствующих процедур. Для формирования ключевых агрегаций необходимо включение в них дополнительных агрегаций «Поток, группа, подгруппа», «"Сетка" расписания» и «ППС кафедры». Для организации работы интегрированной системы предложены две вспомогательные агрегации «Структура вуза» и «Дисциплина-поток». В первую включены идентификаторы всех учебных планов специальностей и направлений всех форм обучения вуза. Во вторую включены первичные ключи дисциплины учебного плана и потока академических групп, обучающихся по соответствующей образовательной программе. Представленные десять агрегаций образуют концептуальную модель предметной области проекта интегрированной системы управления учебным процессом вуза. Преобразование этой модели в схему базы данных и модули системы определяются ментальными способностями разработчиков. Приведены макеты некоторых решений.

Ключевые слова: управление учебным процессом вуза, интегрированная система, концептуальная модель, концептуальное моделирование, абстракции баз данных, агрегация

DATABASE ABSTRACTIONS IN CONCEPTUAL MODELING OF INTEGRATED EDUCATIONAL PROCESS MANAGEMENT SYSTEM

¹Klevanskiy N.N., ²Glazkov V.P., ³Voronkova I.V., ⁴Mavzovin V.S.

¹Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: nklevansky@yandex.ru;

²Saratov State Technical University named after Yu.A. Gagarin, Saratov;

³Saratov State Legal Academy, Saratov;

⁴National Research Moscow State Construction University, Moscow

The article explores the possibility of using abstractions of databases, primarily aggregations in conceptual modeling of information systems. In the subject area of managing the educational process of the university, five key aggregations have been identified that have a real physical meaning and are therefore called the «Work Schedule», «Number of courses», «Individual number of courses», «Course Order», and «Course of timetable». Key aggregations form a hierarchical tree-like inheritance structure with one root, which is the aggregation «Work Schedule», which emphasizes the primacy of curricula in the organization and management of the educational process of the university. Forming each key aggregation can be the task of a separate module of the integrated system, and transitions between inheritance levels determine the sequence of the corresponding procedures. To form key aggregations, it is necessary to include additional aggregations «Union of grapes, group, subgroup», «"Grid" of the timetable» and «Lecturer of the department». To organize the work of the integrated system, two auxiliary aggregations «University structure» and «Discipline- union of grapes» are proposed. The first includes identifiers of all curricula of specialties of all forms of university education. The second includes the primary keys of the curriculum discipline and the union of grapes studying according to the corresponding educational program. The presented ten aggregations form a conceptual model of the subject area of the project of the integrated educational process management system of the university. The transformation of this model into a database schema and system modules is determined by the mental abilities of the developers. Some solution layouts are listed.

Keywords: management of the educational process, integrated system, conceptual model, conceptual modeling, database abstractions, aggregation

Необходимость общего решения проблем информатизации управления учебным процессом вуза признана многими исследователями [1–3]. Частные решения проблемы представлены в [4, 5]. Отмечена необходимость комплексного, инте-

рированного подхода для решения указанных проблем на основе единой базы данных [6], центральное место в которой должны занимать учебные планы [2]. Один из вариантов интегрированного решения с возможностями автоматической или интерактивной работы в централизованном или децентрализованном режимах представлен в [7].

Предварительные этапы проектирования базы данных информационной системы должны включать формирование и анализ требований с последующим концептуальным моделированием, определяющим структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования [8]. Один из ведущих в мире специалистов в области концептуального моделирования полагает, что информационная система может быть задана на шести уровнях абстракции: стратегическом уровне, уровне обработки требований, бизнес-уровне, концептуальном уровне, уровнях реализации и использования [9]. «Концептуальный уровень ориентирован на интегрирование концептуальных спецификаций структуры, функциональности, распределения и интерактивности. Результатами проектирования на концептуальном уровне являются схема базы данных, последовательность выполняемых действий...» [9]. В одной из последних публикаций [10] им же акцентировано внимание на ментальной составляющей концептуальной модели.

Концептуальное моделирование связано с определением относительной структуры объектов проектируемой базы данных. Для решения этой проблемы предложено использование двух абстракций = обобщения и агрегации [11]. Наиболее важной абстракцией является агрегация, представляющая отношение между объектами предметной области, что соответствует декартовому произведению первичных ключей объектов, а в базе данных представляет связь «многие-ко-многим» между объектами. Агрегация часто имеет реальный физический смысл в виде объекта. Определение и анализ абстракций базы данных проектируемой информационной системы зависят от ментальных способностей разработчика. Данная статья может служить иллюстрацией использования агрегаций в концептуальном моделировании.

Цель исследования: концептуальная модель интегрированной системы управления учебным процессом вуза на основе абстракций баз данных.

Материалы и методы исследования

Опыт разработки программных средств, поддерживающих управление учебным процессом [12, 13], позволил определить пять ключевых агрегаций [14] проекта интегрированной информационной системы управления учебным процессом вуза (рис. 1).

Агрегации на рис. 1 представлены в нотации UML для диаграмм классов. Агрегации образуют иерархическую древовидную структуру наследования с одним корнем (рис. 1), которым является агрегация «Рабочий учебный план», что согласуется с точкой зрения о первичности учебных планов в организации и управлении учебным процессом вуза [2]. Общение с опытными разработчиками информационных систем подтвердило наличие древовидных структур наследования агрегаций. На диаграмме (рис. 1, б) названия компонент, включаемых в структуру наследников или изменяемых в процессе наследования, выделены более светлым цветом.

В концептуальном моделировании очень важно точное и однозначное определение смысла используемых концепций, понятий и терминов [10]. Содержание имен агрегаций и их отдельных компонент (рис. 1) состоит в следующем:

Агрегация «**Рабочий учебный план**». В контексте интегрированной системы – это информационная структура, в которую включены все учебные планы специальностей и направлений всех форм обучения вуза для конкретного *учебного года*. Объединение информации учебных планов необходимо для последующей централизованной обработки.

Компоненты агрегации:

– *название* – название нагрузки учебного плана (название дисциплины, вид практики, курсовое или дипломное проектирование);

– *учебный год* – учебный год, для которого осуществляется планирование учебного процесса. Данная компонента позволяет формировать централизованную базу данных вуза, в которой скапливается вся информация за годы эксплуатации системы;

– *семестр* – порядковый номер семестра учебного плана, семестр выполнения *нагрузки*. Для расписаний занятий и экзаменов семестр может иметь двузначное толкование – осень/весна или зима/лето;

– *вид нагрузки* – вид аудиторной нагрузки (лекция, семинар, практическое или лабораторное занятие, зачет, экзамен) или вид внеаудиторной нагрузки (руководство практикой, курсовым или дипломным проектом, консультация);

– *кафедра* – кафедра, ответственная за выполнение *нагрузки* учебного плана;

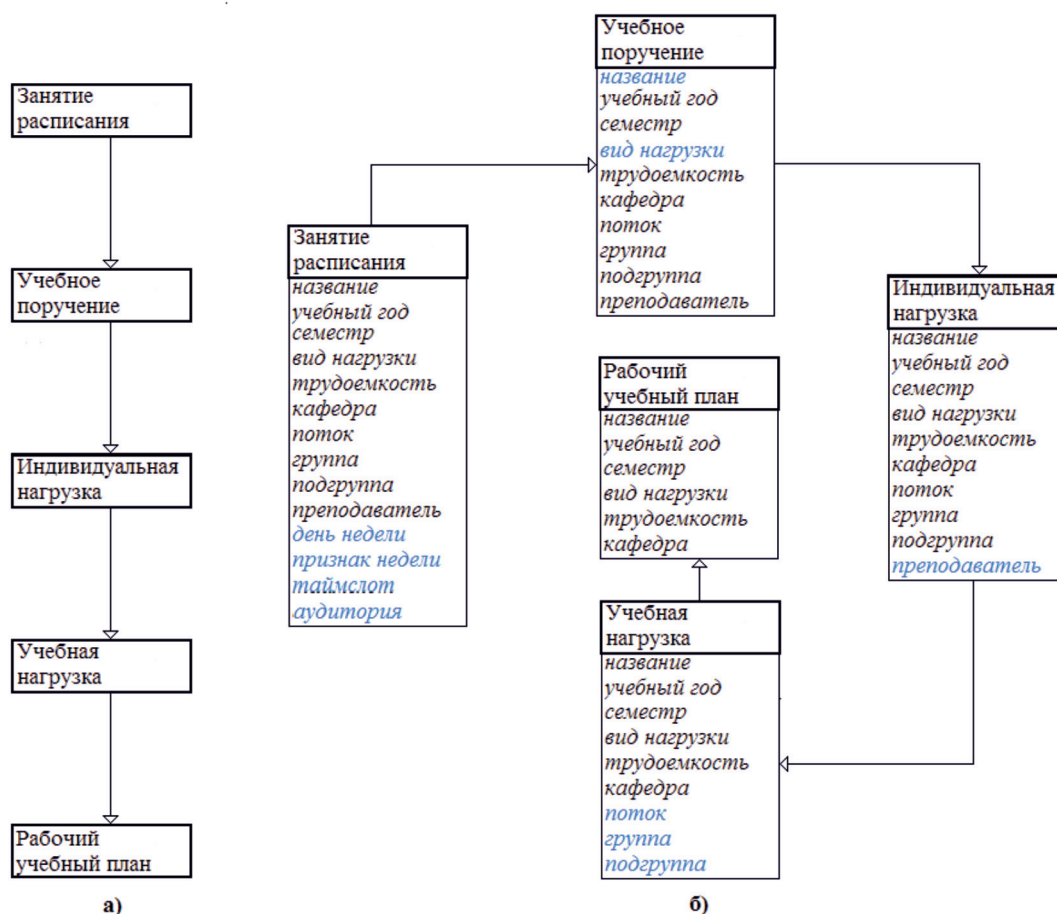


Рис. 1. Ключевые агрегации проекта: а) структура наследования; б) диаграмма агрегаций

Агрегация «**Учебная нагрузка**» – рассчитанный объем учебной нагрузки кафедр вуза для учебного года и определенного контингента студентов;

Компоненты агрегации:

– *поток* – объединение нескольких групп для реализации некоторых видов нагрузки;

– *группа* – академическая группа;

– *подгруппа* – объединение нескольких студентов *группы* для реализации некоторых видов нагрузки, например занятий по иностранному языку или по информатике;

– Агрегация «**Индивидуальная нагрузка**»:

– *преподаватель* – преподаватель кафедры, которому запланировано выполнение нагрузки в данном учебном году.

– Агрегация «**Учебное поручение**» – информационная структура, формируемая на основе индивидуальной нагрузки преподавателя;

– Компоненты агрегации:

– *название* – для данной агрегации название дисциплины;

– *вид нагрузки* – для данной агрегации лекция, семинар, практическое или лабораторное занятие, зачет, экзамен;

– Агрегация «**Занятие расписания**».

Компоненты агрегации:

– *день недели* – день проведения занятия;

– *признак недели* – признак одной из двух недель расписания занятий вуза;

– *таймслот* – «пара» проведения занятия;

– *аудитория* – аудитория проведения занятия.

Возможно рассмотрение агрегации «**Экзамен расписания**», во многом повторяющей агрегацию «**Занятие расписания**».

После установления смысла агрегаций и их компонент диаграмма ключевых агрегаций (рис. 1) может рассматриваться как предварительная концептуальная модель предметной области управления учебным процессом вуза. Анализ этой модели позволяет сделать следующие предварительные выводы:

– имена агрегаций и их компонент могут стать именами объектов базы данных;

– формирование каждой ключевой агрегации может стать задачей отдельного модуля интегрированной системы;

– переходы между уровнями наследования ключевых агрегаций определяют последовательность выполнения модулей системы.

Формирование ключевых агрегаций связано с включением в них дополнительных агрегаций (рис. 2, а).

Для расчета учебной нагрузки кафедр вуза необходимо предварительное формирование дополнительной агрегации «**Поток, группа, подгруппа**», содержание компонент которой уже определено ранее. Распределение индивидуальной нагрузки возможно только после расчета штатного расписания профессорско-преподавательского состава (ППС) и формирования дополнительной агрегации «**ППС кафедры**». То есть модуль расчета штатного расписания должен быть включен в состав интегрированной системы. Используемая в таком модуле методология может

быть как традиционной с фиксированными объемами нагрузки для каждой единицы ППС, так и с использованием других подходов [4]. Для разработки расписаний занятий и экзаменов необходимо формирование дополнительной агрегации «**"Сетка" расписания**». Все три дополнительные агрегации формируются для конкретного учебного года. Роль дополнительных агрегаций заключается в последовательном перенесении их информации в ключевые агрегации.

Для организации работы интегрированной системы предлагаются две вспомогательные агрегации «**Структура вуза**» и «**Дисциплина-поток**» (рис. 2, б). Первая необходима для организации ввода исходных данных, в нее включены идентификаторы всех учебных планов специальностей и направлений всех форм обучения вуза для конкретного учебного года. Объединение информации об учебных планах необходимо для организации последующей централизованной обработки.

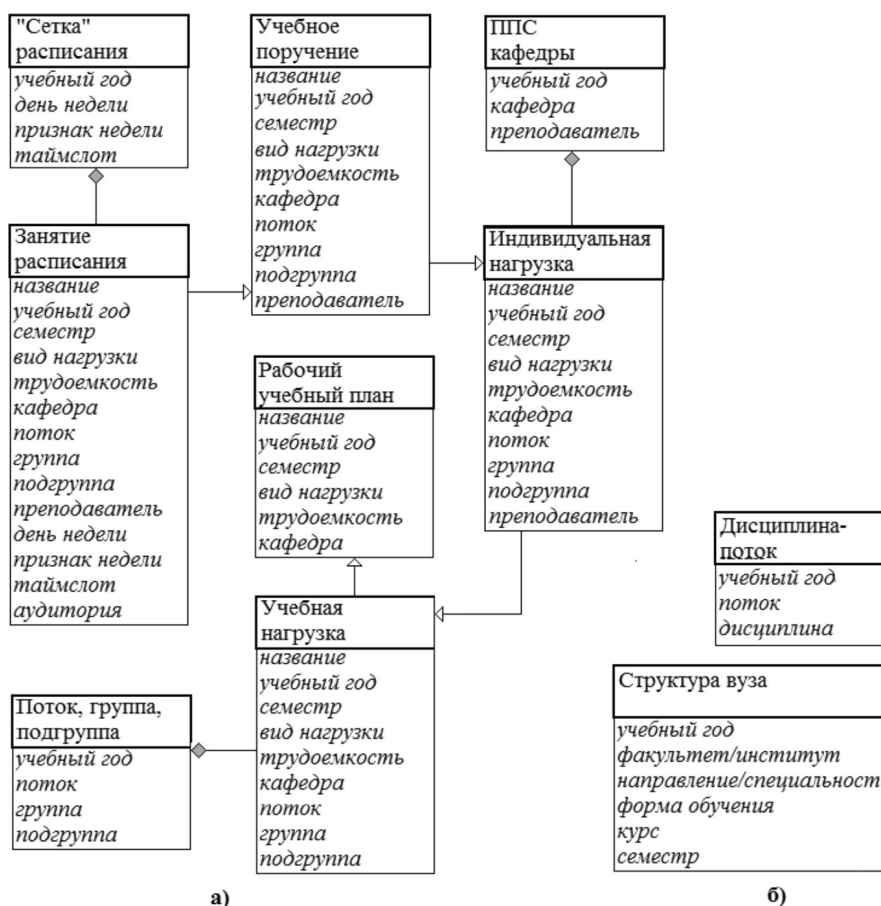


Рис. 2. Концептуальная модель проекта: а) диаграмма ключевых и дополнительных агрегаций; б) вспомогательные агрегации

Агрегация «Структура вуза».

Компоненты агрегации:

- *факультет/институт* – структурные подразделения, осуществляющие образовательную деятельность вуза;
- *направление/специальность* – основные образовательные программы вуза в учебном году;
- *форма обучения* – бюджетная/компенсационная (внебюджетная), смешенная – для академических групп, в которых обучаются студенты разных форм обучения;
- *курс* – курс образовательной программы направления/специальности вуза;
- *семестр* – семестр курса.

Агрегация «Структура вуза» в интегрированной системе играет двойную роль. Во-первых, агрегации «Структура вуза» и «"Сетка" расписания» являются объектами концептуального планирования, а их формирование перед началом учебного года является прерогативой руководства вуза и определяет многие аспекты организации учебного процесса [6]. Во-вторых, использование агрегации «Структура вуза» в качестве источника строк для форм пользовательского интерфейса обеспечивает процедуру ввода исходных данных.

Унификация процедур расчета учебной нагрузки на планируемый учебный год обеспечивается введением вспомогательной

агрегации «Дисциплина-поток» (рис. 2, б), объединяющей первичные ключи дисциплины учебного плана и потока академических групп, обучающихся по соответствующей образовательной программе.

Представленные десять агрегаций образуют окончательную концептуальную модель проекта интегрированной системы управления учебным процессом вуза (рис. 2).

Агрегации модели и их компоненты определяют схему базы данных проекта интегрированной системы. На рис. 3 представлен фрагмент схемы базы данных существующей информационно-управляющей системы (ИУС) Саратовской государственной юридической академии, отдельные решения которой будут иллюстрировать дальнейший материал статьи в качестве макетов.

На рис. 4 представлен бланк запроса, формирующего агрегацию «Структура вуза», которая использована в качестве источника строк формы ввода исходной информации (рис. 5). Форма (рис. 5) обеспечивает создание агрегаций «Рабочий учебный план», «Поток, группа, подгруппа», «Дисциплина-поток» с помощью подчиненных форм соответствующих вкладок.

Примеры применения агрегации «Дисциплина-поток» для расчета учебной нагрузки кафедр приведены в [14].

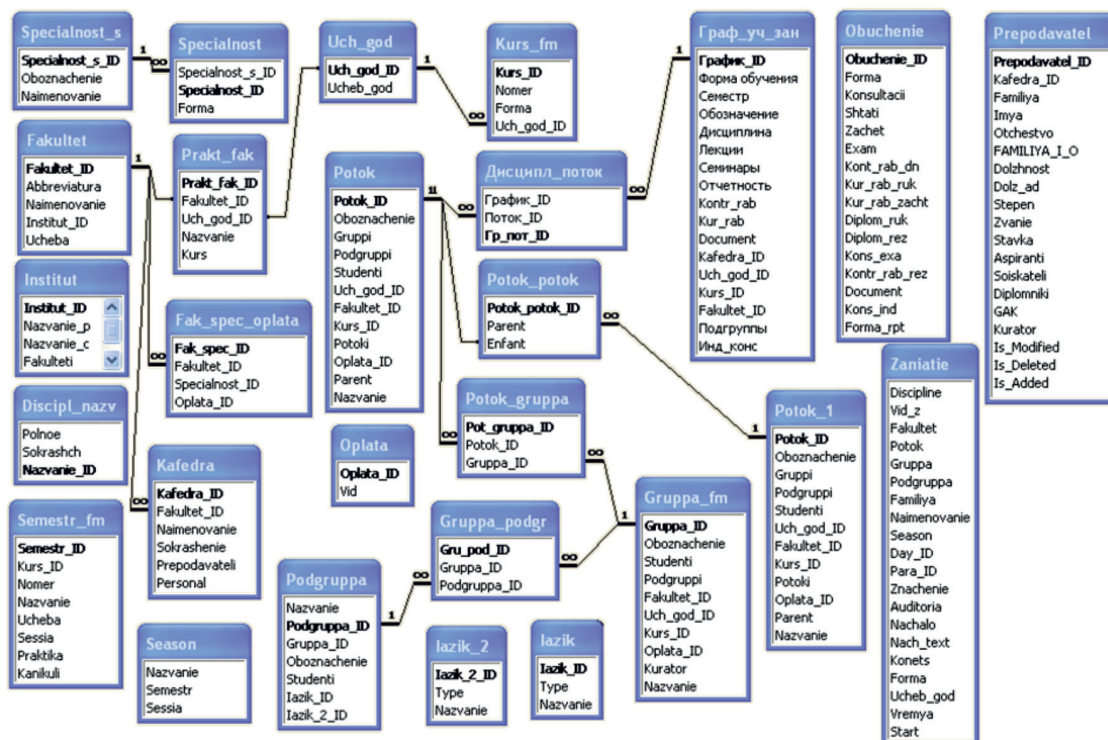


Рис. 3. Фрагмент схемы базы данных ИУС [14]

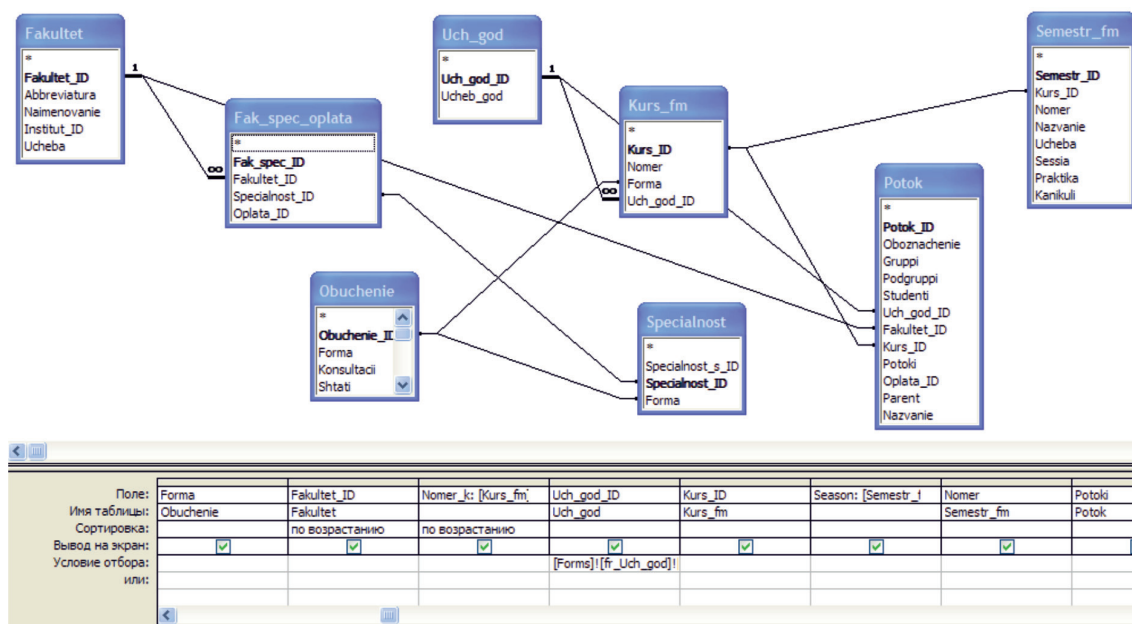


Рис. 4. Бланк запроса, формирующего агрегацию «Структура вуза»

Рис. 5. Форма ввода исходной информации для расчета учебной нагрузки кафедр

Заключение

Представлены десять агрегаций, формирующих концептуальную модель предметной области управления учебным процессом вуза. Модель позволяет интегрировать задачи управления учебным процессом вуза.

Список литературы

1. Ананьев П.И., Кайгородова М.А. Развитие единого информационного пространства как стратегическое направление в управлении образовательной организацией // Южно-Сибирский научный вестник. 2020. № 1 (29). С. 29–33.

2. Зафиевский А.В. Автоматизация управления учебным процессом в вузе // Успехи современного естествознания. 2010. № 1. С. 115–117.

3. Зыкина А.В., Канева О.Н., Крейдунова В.В. Оптимизация системы управления учебным процессом в вузе // Информация и образование: границы коммуникаций. 2016. Т. 12. № 3–2. С. 23–31.

4. Корольков С.А., Лосев А.Г., Тараканов В.В. Управление образовательными программами через внедрение учебно-финансовых планов // Университетское управление: практика и анализ. 2016. № 4 (104). С. 49–55.

5. Максимьяк И.Н., Шкаберин В.А., Потапов М.Л. Анализ основных бизнес-процессов образовательной деятельности высшего учебного заведения для повышения эффективности управления // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 9. С. 69–80.

6. Дочкин С.А. Автоматизированная система планирования учебного процесса вуза: существенные проблемы внедрения. Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 5 (111). С. 148–154.
7. Клеванский Н.Н., Глазков В.П., Сапаров Е.К., Воронкова И.В. Интеграция задач управления учебным процессом вуза // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 8. С. 44–50.
8. Smith Joahn Miles, Smith Diane C.P. Principles of Database Conceptual Design, Lecture Notes in Computer Sciences, 132, 1982, 114–146. by Springer Verlag, 1982. (Дж. Смит, Д. Смит. Принципы концептуального проектирования баз данных. В сб. Требования и спецификации в разработке программ. С. 165–198. Пер. с англ. М., 1984. 344 с.
9. Тальхайм Б. О концептуальном моделировании // Интеллектуальные системы. 2006. Т. 10. № 1–4. С. 303–342.
10. Maug H.C., Thalheim B. The triptych of conceptual modeling. *Softw Syst Model* 20, 7–24 (2021). DOI: 10.1007/s10270-020-00836-z.
11. Smith J.M., Smith D.C.P. Database Abstractions: Aggregation and Generalization. *ACM Transactions on Database Systems*, Vol. 2. No. 2, June 1977, P. 405–413.
12. Клеванский Н.Н., Бердникова Е.В. Программа расчета учебной нагрузки высшего учебного заведения // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019613632, 20.03.2019. Заявка № 2018664913 от 21.12.2018.
13. Клеванский Н.Н., Бердникова Е.В., Слепцова Л.А. Программа интерактивного формирования расписаний занятий и экзаменов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019617812, 20.06.2019. Заявка № 2019616720 от 04.06.2019.
14. Ткачев С.И., Клеванский Н.Н., Глазков В.П., Воронкова И.В. Интегрированная система управления учебным процессом вуза: анализ агрегаций проекта. В сборнике: Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК: материалы V Международной научно-практической конференции. Под ред. С.И. Ткачева. Саратов, 2021. С. 267–276.