

Е.Н. ЦАРЕВА, М.Н. РЫЖКОВА

Система оптимизации учебного процесса

УДК 004.9, 37.04

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

Статья рассматривает основные этапы разработки системы оптимизации учебного процесса: математическое моделирование работы системы и моделирование информационных процессов и компонентов системы, разработку базы данных системы и программную реализацию. Система позволяет в соответствии со знаниями, умениями и навыками учащегося, а также с его личными предпочтениями и выявленными особенностями, формировать индивидуальную траекторию обучения за счет определения уровня обучения по предмету, количества часов и программы работы с обучающим материалом.

Введение

В современной образовательной системе России наблюдаются серьезные изменения. Увеличение количества информации, способов предоставления этой информации, способов взаимодействия между участниками процесса обучения требуют качественного изменения и в самом процессе обучения. На первый план выходит предоставление обучаемому информации в соответствии с его реальными потребностями.

Концепция открытого образования все больше распространяется в учебной среде. В основе такого образовательного процесса лежат в первую очередь потребности учащегося, реализовать которые он может в первую очередь через самообразование. Однако открытое образование не исключает и

еще одного субъекта классического образовательного процесса – преподавателя. При этом основная функция преподавателя здесь – как можно правильнее и доступнее донести информацию, задать вектор обучения и развития учащегося.

Прежде чем заняться обучением учащегося, необходимо разработать такую модель обучения, которая эффективно бы позволила оптимизировать процесс обучения, то есть за минимальный промежуток времени освоить максимальное количество информации, и дать наилучший результат. Моделирование должно в данном случае проводиться на этапе оценивания текущих знаний и предпочтений обучаемого и формирования идеального учебного курса.

Поскольку речь идет о модели, которая могла бы оптимизировать процесс обучения, то можно сформулировать следующее определение модели: модель – это характеристика обучаемого, включающая его знания, умения, навыки, а также индивидуальные личностные характеристики, которая позволяет рассматривать учащегося изолированно от внешней среды, исключая те факторы, которые могут незначительно повлиять на его обучение.

Моделирование образовательного процесса – вопрос далеко не новый. Моделированию образовательных систем, отдельных их частей, процессов, происходящих в таких системах посвящено множество научных работ (Аванесов В.С., Брусиловский П., Гапанюк Ю.Е., Хейнц Н., Петрик Ю.С., Кудрявцев В.Б., Алисейчик П.А., Строгалов А.С. и др.). При этом как нет единой модели образовательной системы, так нет и единого подхода к моделированию. Именно поэтому все информационные системы, используемые в учебном процессе несут отпечаток личности и педагогического опыта их разработчика.

В данной статье предлагается один из возможных подходов к моделированию и построению моделей информационной системы оптимизации учебного процесса, а так же разработка системы на основе предложенных моделей. Основная задача системы: на основе входных данных о знаниях, умениях, навыках учащегося, а также личностных характеристик и предпочтений, сформировать

индивидуальные рекомендации каждому учащемуся, то есть индивидуальную траекторию обучения.

1. Этапы разработки системы оптимизации учебного процесса

Разработка информационной системы – процесс достаточно сложный и требует временных и ресурсных затрат. Для упрощения данной процедуры весь процесс разработки информационной системы разбивается на несколько последовательных этапов:

1. построение математической модели работы системы,
2. моделирование компонентов системы и процессов, происходящих в системе,
3. проектирование базы данных для системы,
4. программная реализация системы.

Математическая модель системы работы системы позволяет систематизировать требования к системе, а также описать процессы, происходящие в системе. Моделирование компонентов системы позволяет рассмотреть работу системы с точки зрения происходящих в ней информационных процессов, последовательности этапов обработки информации, взаимосвязей компонентов системы, пользователей и их функций и т.п. Следующий этап проектирования системы заключается в разработке базы данных, в которых будет храниться информация о пользователях системы, результаты работы системы, а также данные, необходимые для работы самой системы. Последний этап разработки заключается в написании программного кода и реализации самой системы.

Рассмотрим все этапы, выполняемые при разработке системы оптимизации учебного процесса, последовательно.

2. Математическая модель системы оптимизации учебного процесса

Прежде чем начать разрабатывать систему оптимизации учебного процесса, необходимо разработать математическую модель работы системы, которая в дальнейшем позволит сформировать нагрузку учащегося, то есть определить, на каком уровне обучения находится учащийся, дать определенные рекомендации по изучению какой-либо дисциплины: как лучше

заниматься (больше с преподавателем или самостоятельно), какое количество часов необходимо заниматься для достижения наилучшего результата, на что больше обратить внимание – на лекции, на решение задач или на выполнение практических работ.

Представим математическую модель работы системы в виде набора данных:

1. входные данные – текущие знания, умения и навыки, личностные особенности учащегося, а также его предпочтения, учитываемые в процессе обучения, определяемые входным тестированием:

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_{12}] \quad (1)$$

здесь: x_1 - уровень знаний по предмету $x_1 = [1,2,3,4]$,

x_2 - оценка черт характера, определяемая тестированием по Айзенку, $x_2 = [1,2,3,4]$,

x_3 - оценка свободного времени, $x_3 = [1,2,3,4]$,

x_4 - оценка состояния здоровья, $x_4 = [1,2,3]$,

x_5 - оценка факультативной деятельности, $x_5 = [1,2,3]$,

x_6 - оценка общения с другими студентами и преподавателями, $x_6 = [1,2,3]$,

x_7 - оценка поддержки со стороны окружающих, родителей, $x_7 = [1,2,3]$,

x_8 - оценка наличия других каких-либо интересов, не связанных с учебной деятельностью, $x_8 = [1,2,3]$,

x_9 - оценка желания учиться, $x_9 = [1,2]$,

x_{10} - оценка самоорганизации (способности к самостоятельным занятиям), определяемый тестированием по Р.Б. Кеттелла,

$x_{10} = [0,05; 0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55; 0,65; 0,75; 0,85; 0,95; 1,05; 1,15; 1,25; 1,35; 1,45; 1,55]$,

x_{11} - оценка материального положения, $x_{11} = [1,2,3]$,

x_{12} - личные предпочтения учащегося по уровню обучения, $x_{12} = [1,2,3,4]$.

2. выходные данные – индивидуальная траектория обучения [5]:

$$Y = [y_1, y_2, y_3] \quad (2)$$

здесь: y_1 - рекомендуемый уровень обучения по предмету, $y_1 = [1,2,3,4]$,

y_2 - количество часов рекомендуемых для самостоятельного обучения, $y_2 = [1,2,3,4]$,

y_3 - количество часов рекомендуемых для занятий с педагогом, $y_3 = [1,2,3,4]$.

3. параметры системы – данные, которые хранятся в системе – весовые коэффициенты факторов, влияющих на обучение.

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_{10}] \quad (3)$$

Значения весовых коэффициентов определялись методом экспертных оценок, результаты сведены в таблицу 1 [2].

Таблица 1

Весовые коэффициенты факторов

Название фактора	Весовой коэффициент w
Черты характера/особенности памяти, поведение	0,171314
Недостаток свободного времени	0,1643886
Состояние здоровья	0,1350465
Факультативная деятельность	0,1219245
Общение с другими студентами и преподавателями	0,1146346
Поддержка/отсутствие поддержки со стороны окружающих, родителей	0,0920357
Наличие других каких-либо интересов, несвязанных с учебной деятельностью	0,0708948
Желание/нежелание учиться	0,0550392
Самоорганизация (способность к самостоятельным занятиям)	0,0386368
Материальное положение	0,0360853

4. способы преобразования входных данных в выходные [2].
 Вся нагрузка определяется множеством нормированных весовых коэффициентов для каждого фактора с учетом его личных предпочтений:

Вся нагрузка определяется множеством нормированных весовых коэффициентов для каждого фактора [3]:

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_{10}), \quad (4)$$

где

$$A_i = \frac{W_i}{W_{i\max}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где W_i – влияние i -го фактора и его параметров на процесс обучения; $W_{i\max}$ – максимальное влияние факторов и их параметров на процесс обучения; A_i – нормированный весовой коэффициент нагрузки для обучающегося.

В зависимости от полученного весового коэффициента распределяется нагрузка учащегося по данной дисциплине, а также формируются рекомендации к самостоятельной работе с учебным материалом.

3. Моделирование работы системы с помощью UML-диаграмм

Проектирование и создание системы оптимизации учебного процесса – это один из важнейших шагов при формировании непосредственно курса обучения для студента.

Для моделирования компонентов системы и процессов, происходящих в системе были использованы средства UML. UML – это язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения. В UML программы представляются диаграммами. В UML диаграммах выражается общая архитектура программы или какие-то её особенности, например, модель будущей программы. Язык UML является довольно высоким уровнем абстракции, поэтому программы, написанные с помощью этого языка, впоследствии можно реализовать на любом языке, в котором есть достаточно возможностей объектно-ориентированного программирования.

Для моделирования системы предлагается использовать ряд UML-диаграмм: диаграмма деятельности; диаграмма последовательности; диаграмма коммуникаций; диаграмма компонентов; диаграмма прецедентов.

3.1 Диаграмма деятельности

Диаграммы деятельности – это один из видов диаграмм, применяемых в UML для моделирования динамических аспектов поведения системы. Ее также можно назвать блок-схемой, которая показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой [1].

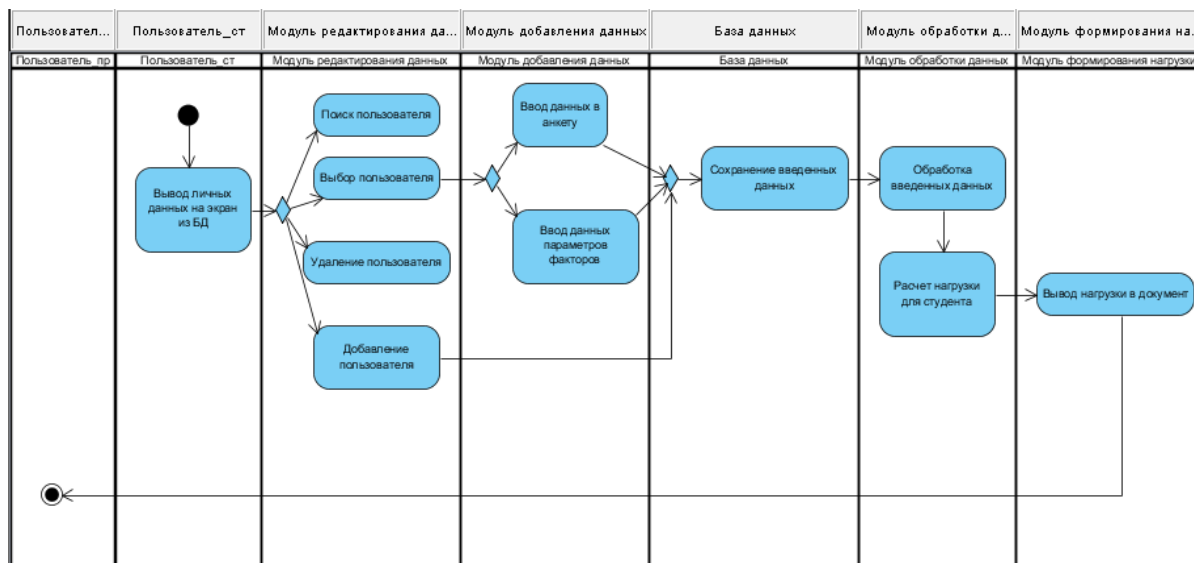


Рис.1. Диаграмма деятельности системы

3.2 Диаграмма последовательности

Диаграммой последовательностей называется диаграмма взаимодействий, акцентирующая внимание на временной упорядоченности сообщений. Графически такая диаграмма представляет собой таблицу, объекты в которой располагаются вдоль оси X, а сообщения в порядке возрастания времени – вдоль оси Y [1]. На диаграммах последовательностей внимание акцентируется, прежде всего, на временной упорядоченности сообщений.

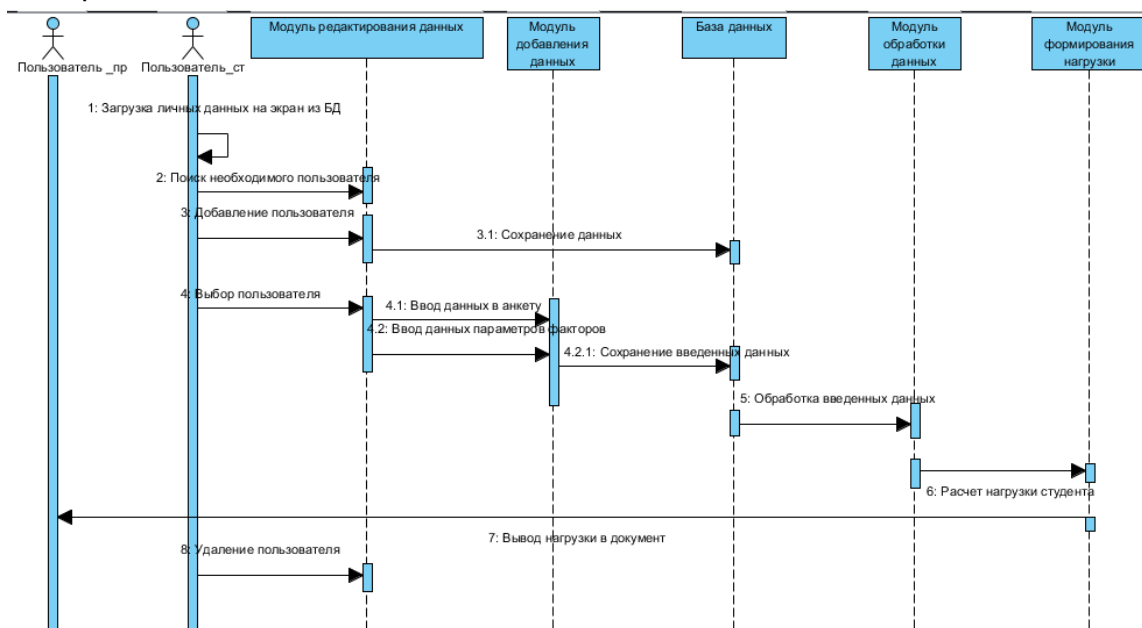


Рис. 2. Диаграмма последовательности для системы оптимизации учебного процесса

3.3 Диаграмма коммуникаций

Диаграммой коммуникаций называется диаграмма взаимодействий, основное внимание в которой уделяется структурной организации объектов, принимающих и отправляющих сообщения. Графически такая диаграмма представляет собой граф из вершин и ребер [1]. Для создания диаграммы кооперации нужно расположить участвующие во взаимодействии объекты в виде вершин графа. Затем связи, соединяющие эти объекты, изображаются в вид дуг этого графа. Наконец, связи дополняются сообщениями, которые объекты принимают и посылают. Это дает пользователю ясное визуальное представление о потоке управления в контексте структурной организации кооперирующихся объектов [6].

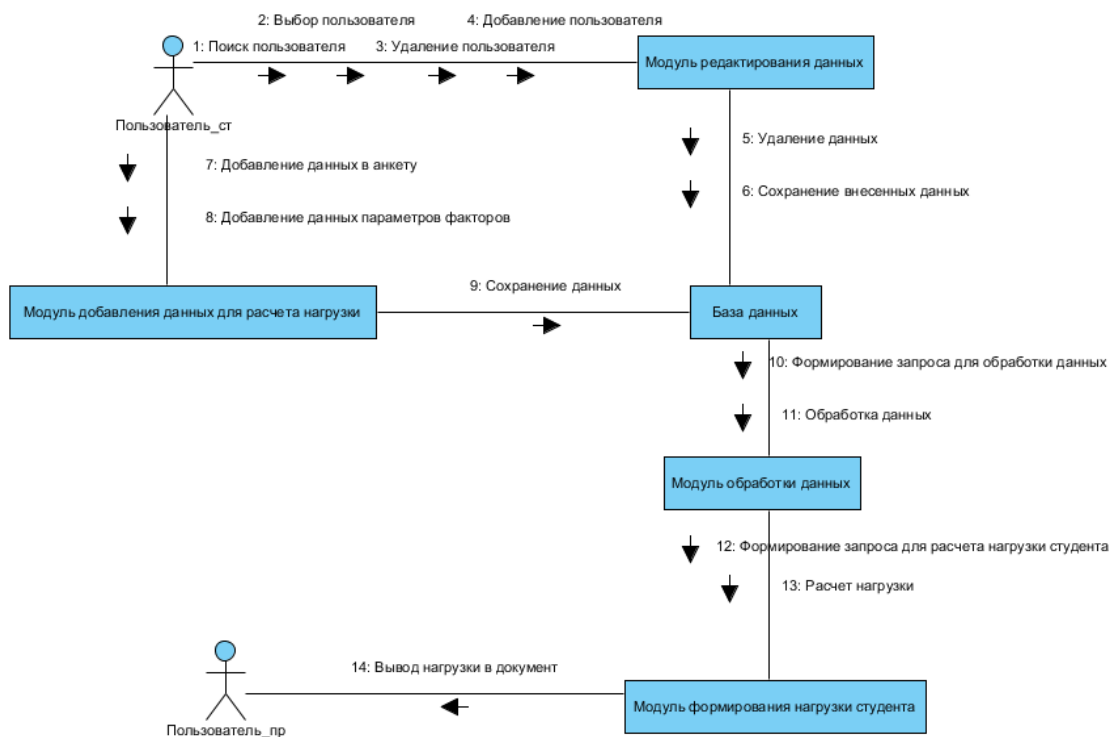


Рис. 3. Диаграмма коммуникаций системы

3.4 Диаграмма компонентов

Диаграмма компонентов показывает набор компонентов и отношения между ними. Графически диаграмма компонентов представляется в виде графа с ребрами и вершинами [1]. Диаграммы компонентов используются для моделирования статического вида системы с точки зрения реализации.

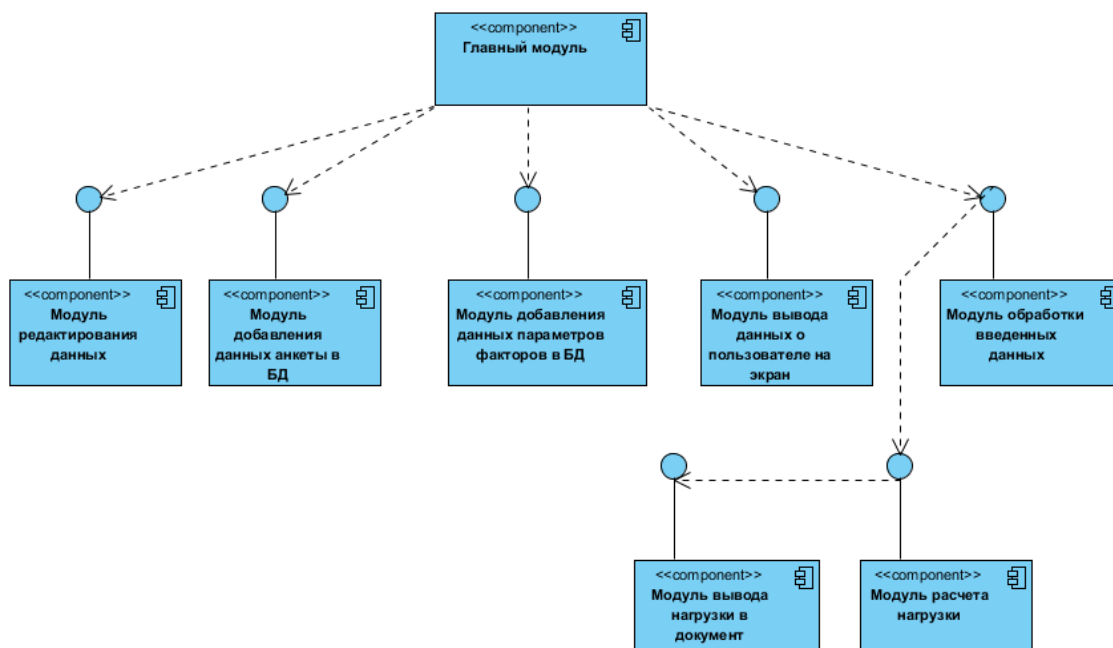


Рис.4. Диаграмма компонентов системы

3.5 Диаграмма вариантов взаимодействия (прецедентов)

Диаграмма вариантов взаимодействия (прецедентов) – диаграмма, на которой представлено множество прецедентов и актеров, а также отношения между ними. Диаграммы прецедентов относятся к статическому виду системы [1]. Для того чтобы спроектировать систему с помощью диаграммы вариантов взаимодействия, необходимо выделить из данной системы основных действующих лиц (актеров) данной системы. Затем нужно определить, какие действия (варианты взаимодействия) выполняет каждый представленный актер, и соотнести актеров с вариантами взаимодействия. Создание связей происходит тогда, когда соотнесены актеры и варианты взаимодействия.

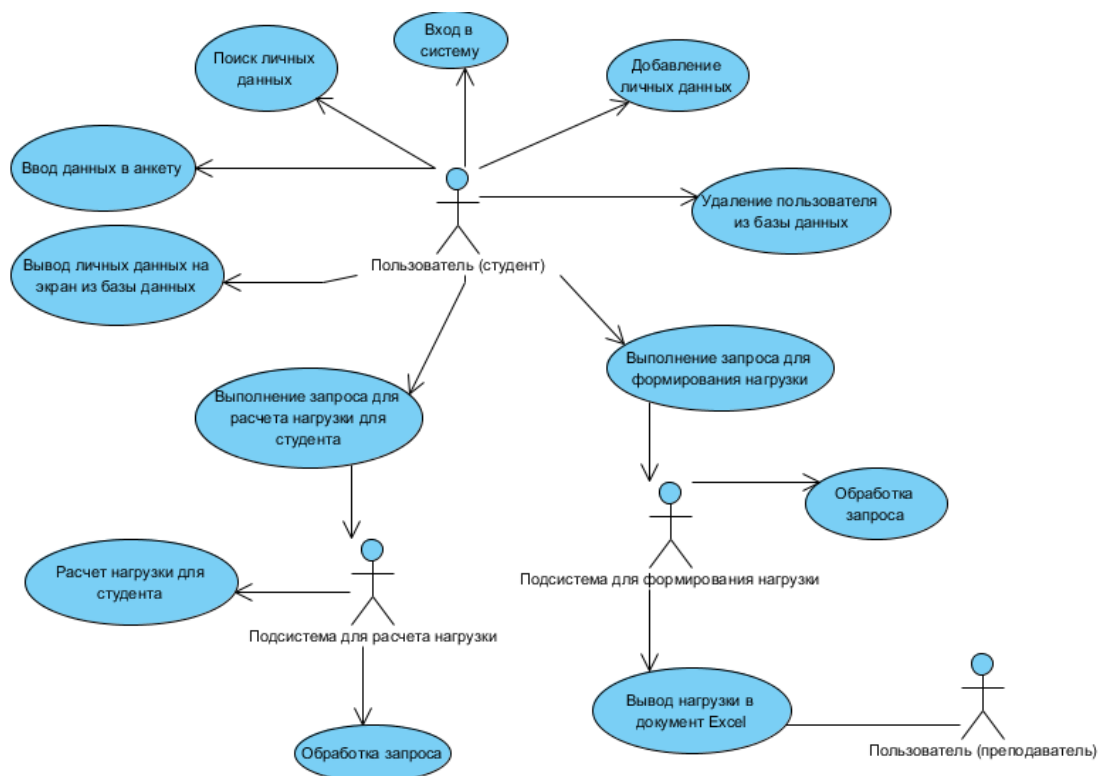


Рис. 5. Диаграмма вариантов взаимодействия

4. Проектирование базы данных системы

База данных – один из важнейших компонентов системы оптимизации учебного процесса, так как она хранит информацию о пользователях системы, результатах ее работы, а также данные, необходимые для работы системы – весовые коэффициенты, используемые при расчетах траектории, входные и выходные данные.

Для проектирования базы данных необходимо определить ее структуру: количество таблиц и их связь между собой.

Структура базы данных представлена в виде ER-диаграммы. ER-диаграммы используются для разработки данных и представляют собой стандартный способ определения данных и отношений между ними. Таким образом, осуществляется детализация хранилищ данных. ER-диаграмма содержит информацию о сущностях системы и способах их взаимодействия, включает идентификацию объектов, важных для предметной области, свойств этих объектов и их отношений с другими

объектами. Во многих случаях информационная модель очень сложна и содержит множество объектов [2].

Для корректной работы базы данных и системы в целом, необходимо все данные поместить в несколько взаимосвязанных таблиц:

1. Таблица DATA_STUD «Студенты» хранит личные данные студентов.
2. Таблица GROUPS «Группы» содержит наименования групп.
3. Таблица PARAMS «Параметры» хранит значения предпочтений студентов по дополнительным факторам, влияющим на процесс обучения.
4. Таблица FACTORS «Факторы» хранит значения предпочтений студентов по учебным факторам, влияющим на процесс обучения.
5. Таблица DEPART «Факультеты» содержит наименование факультетов.
6. Таблица WES_FACT «Весы факторов» хранит в себе значения весов факторов, влияющих на процесс обучения.

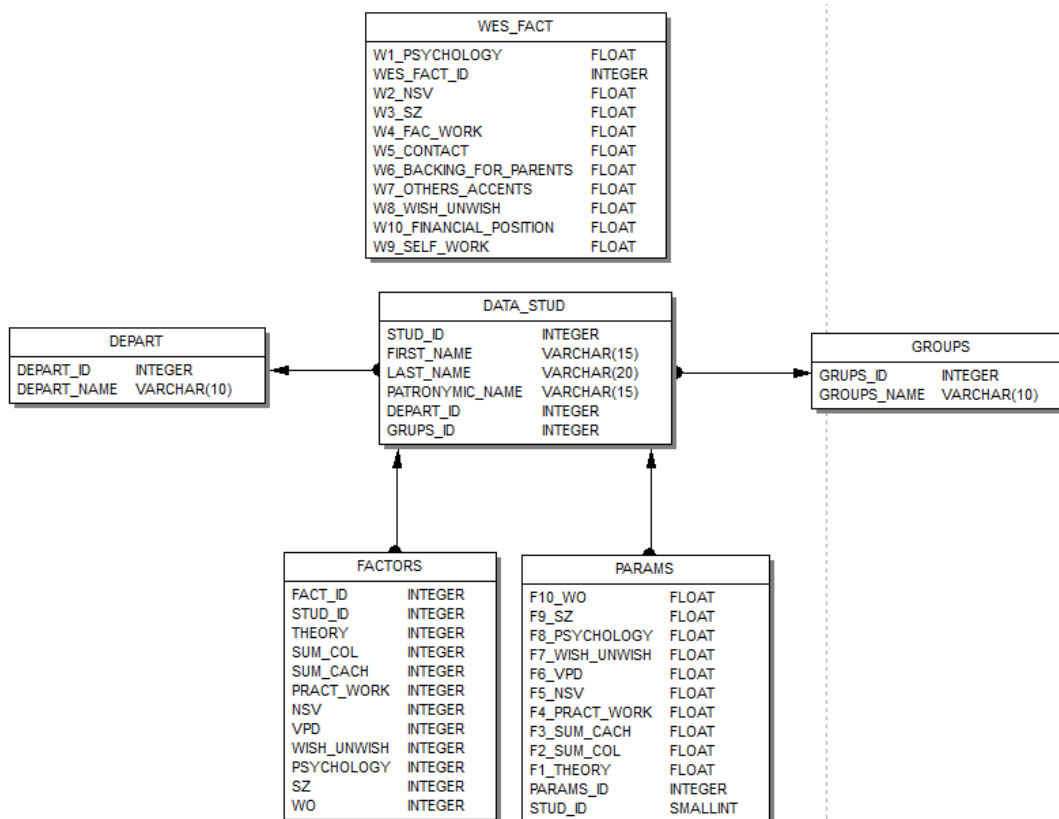


Рис. 6. Структура базы данных

Для создания и управления базой данных используется СУБД Firebird. На рис. 7 приведен пример таблицы «Студенты» в базе данных системы.

#	PK	FK	UNQ	Field Name	Field Type	Domain	Size	Scale	Subtype	Array	Not Null	Charset	Collate
1	1			STUD_ID	INTEGER						<input checked="" type="checkbox"/>		
2				FIRST_NAME	VARCHAR		15				<input type="checkbox"/>	UNICODE_FSS	UNICODE_FSS
3				LAST_NAME	VARCHAR		20				<input type="checkbox"/>	UNICODE_FSS	UNICODE_FSS
4				PATRONYMIC_NAME	VARCHAR		15				<input type="checkbox"/>	UNICODE_FSS	UNICODE_FSS
5		1		DEPART_ID	INTEGER						<input type="checkbox"/>		
6		1		GRUPS_ID	INTEGER						<input type="checkbox"/>		

Рис. 7. Таблица, хранящая данные о студентах

Данные, которые содержатся в базе данных и загружаются в приложение, также можно редактировать, то есть добавлять новые записи и удалять их. Из системы нельзя выйти, если не все поля или таблицы заполнены, что помогает корректно внести данные без каких-либо потерь.

5. Программная реализация системы оптимизации учебного процесса

После создания моделей работы системы и ее блоков, а также создания базы данных необходимо разработать приложение, которое бы позволило реализовать работу системы и обеспечить связь с базой данных, а также определять траекторию обучения студента.

Для создания приложения был использован язык программирования Object Pascal.

Object Pascal – один из наиболее известных языков программирования общего назначения; является базой для ряда других языков. Особенности языка являются строгая типизация и наличие средств процедурного (структурного) программирования. Язык Pascal свободно работает с таким распространенным компилятором, как Free Pascal Compiler. Среда программирования, где применяется язык Object Pascal, называется Lazarus – среда с графическим интерфейсом для быстрой разработки программ [4].

Для реализации данной информационной системы было использовано четыре формы: главная форма приложения, где

отображаются введенные данные в БД, осуществляется поиск записей, удаление (рис.8); вторая форма, которая используется для добавления данных в БД (рис.9); третья форма для сохранения предпочтений студентов по учебным факторам в БД (рис 10); четвертая форма для формирования нагрузки для студента (рис. 11), а именно: для вывода ФИО, группы, факультета, коэффициента уровня обучения, уровень обучения с определенными рекомендациями и количество часов для изучения той или иной дисциплины в неделю.

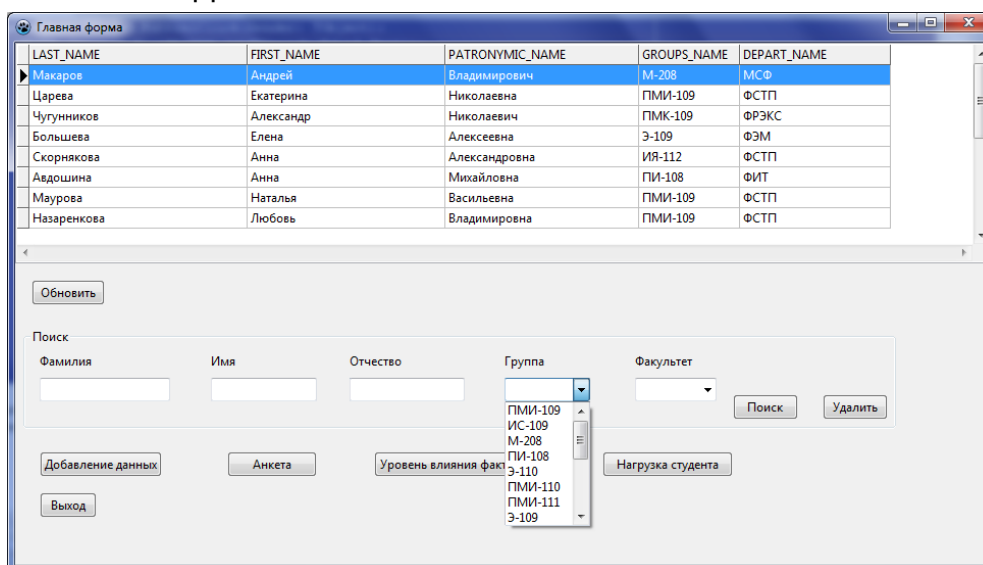


Рис. 8. Интерфейс главной формы

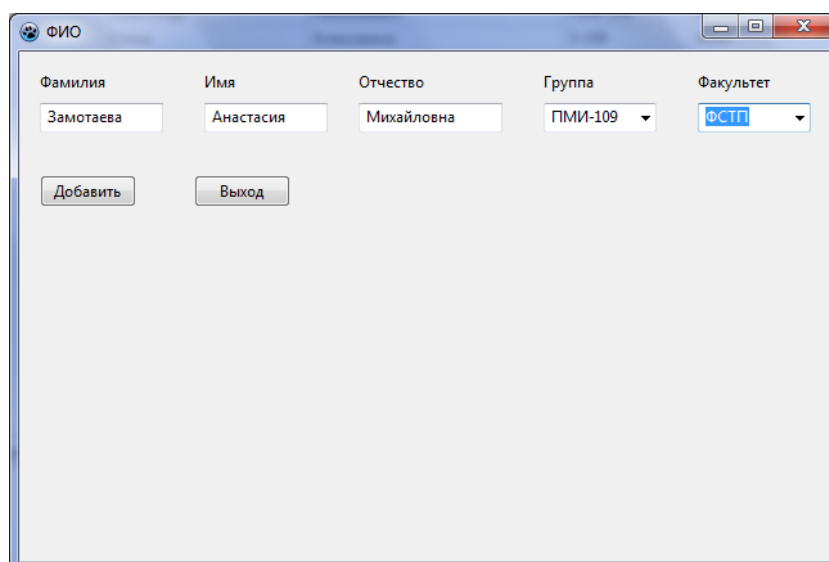


Рис. 9. Интерфейс формы «Добавление данных»

Параметры влияния учебных и дополнительных факторов на процесс обучения

Уровень знания теории	0,5
Уровень умения решать количественные задачи	0,4
Уровень умения решать качественные задачи	0,9
Уровень выполнения практических работ	0,1
Уровень свободного времени	0,7
Уровень влияния преподавательской деятельности	0,4
Уровень развития сознания	0,4
Уровень психологической подготовленности учащегося	0,7
Уровень состояния здоровья	0,1
Уровень влияния окружающих	0,3

Сохранить

Рис. 10. Интерфейс формы «Параметры влияния учебных и дополнительных факторов на процесс обучения»

Нагрузка для студента

Фамилия	Имя	Отчество	Группа	Факультет
Назаренкова	Любовь	Владимировна	ПМИ-109	ФСТП

Значение уровня обучения
0,37

Уровень обучения
2 уровень обучения (3, 4 уровни обучения осваиваются по желанию), обратите внимание на изучение теории, решение качественных и количественных

Общее количество часов для занятий
30 часов

Вывод нагрузки в документ Выход

Рис. 11. Интерфейс формы «Нагрузка студента»

Нагрузка для дальнейшего обучения студента формируется и выводится в Microsoft Office Excel, что приведет к более удобной работе пользователя с полученными результатами и сохранить полученные данные для дальнейшей работы с индивидуальной траекторией учащегося.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a table containing student information. The table has columns for 'Фамилия', 'Имя', 'Отчество', 'Группа', and 'Факультет'. The data for the first student is: Назаренкова, Любовь, Владимировна, ПМИ-109, ФСТП. Below the table, there are rows for 'Значение уровня обучения' (0,37) and 'Уровень обучения' (2). A note in row 6 explains that levels 3 and 4 are optional and that attention should be paid to theory and problem-solving.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	<i>Фамилия</i>	<i>Имя</i>	<i>Отчество</i>	<i>Группа</i>	<i>Факультет</i>									
2	Назаренкова	Любовь	Владимировна	ПМИ-109	ФСТП									
3	<i>Значение уровня обучения</i>													
4	0,37													
5	<i>Уровень обучения</i>													
6	2 уровень обучения (3, 4 уровни обучения осваиваются по желанию), обратите внимание на изучение теории, решение качественных и количественных задач													
7	<i>Количество часов</i>													
8	30 часов													
9														
10														
11														

Рис. 12. Вывод полученной нагрузки в документ Excel.

Заключение

В системе открытого образования очень большое значение имеет самостоятельная работа учащегося. Однако, как показывает практика, сам учащийся не может корректно организовать учебный процесс по выбранной дисциплине. Это может сделать только преподаватель. При этом необходимо не только учитывать текущие знания и умения учащегося, но и его личностные характеристики и предпочтения.

Все это делает ручной процесс создания индивидуальной траектории обучения учащегося очень трудоемкой работой. Исправить ситуацию возможно с использованием информационных технологий в образовании.

В статье приведен процесс разработки и создания системы оптимизации учебного процесс за счет создания индивидуальной траектории обучения. Рассмотрены все этапы разработки системы: математическая модель формирования траектории обучения, моделирование блоков системы и вариантов работы системы, проектирование и разработка базы данных системы, разработка и программирование интерфейса.

Входными данными для системы являются знания, умения и навыки учащегося по данной дисциплине, его личностные характеристики и предпочтения, а выходными – рекомендации по изучению дисциплины. Эти данные позволят наиболее правильно сформировать индивидуальную траекторию обучения для каждого учащегося, что в дальнейшем позволит выявить «пробелы» в

знаниях и помочь учащемуся заполнить эти пробелы, то есть оптимизировать весь процесс обучения.

Литература

1. Царева Е.Н. Применение экспертных методов в процессе оптимизации обучения. // Молодежный научно-технический вестник ФС77-51038, №1 (январь), 2014. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/685989.html>.

2. Царева Е.Н., Рыжкова М.Н. Построение математической модели обучаемого для оптимизации учебного процесса // Открытое и дистанционное образование. №2, 2014

3. Бешелев, С. Д., Гурвич, Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – Издательство: Статистика, 1980.

4. Алексеев, Е. Р., Чеснокова, О. В., Кучер, Т. В. Free Pascal и Lazarus: Учебник по программированию. — М.: Альт Линукс, ДМК Пресс, 2010. — 440 с.

5. Рыжкова М.Н. Царева Е.Н. Модель обучаемого как основа для индивидуализации учебного процесса. Методы и устройства передачи и обработки информации. Научно-технический журнал. № 14, 2012. С. 119-121.

6. Царева Е.Н. Моделирование системы оптимизации учебного процесса. Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. 30 сентября 2013 г.: Часть 28. Тамбов, 2013. Режим доступа: http://www.ucom.ru/doc/conf/2013_09_30_28.pdf (дата обращения: 01.11.2013).

7. Андрианов Д.Е. Математическая модель определения эмоционального состояния / Андрианов Д.Е., Ширабакина Т.А., Жолобов С. А. // Известия юго-западного государственного университета. 2012. №2 Часть 3. С.75-78

Е.Н. ЦАРЕВА

TSAREVA.YEKATERINA2014@YANDEX.RU

М.Н. РЫЖКОВА

MASMASH@MAIL.RU