

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ ПРОГРАММИСТОВ В ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ванькова В.С.¹, Хабаров Н.Н.¹, Мартынюк Ю.М.¹, Даниленко С.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого», Тула, e-mail: vsvankova@gmail.com

В статье рассматриваются вопросы формирования профессиональных компетенций в области моделирования у студентов, обучающихся по направлениям подготовки 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» и 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Подчеркивается значимость поэтапного формирования необходимых компетенций в области моделирования в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО 3++). Авторами предложены и обоснованы задания, направленные на формирование основных компетенций в области создания, анализа и реализации компьютерных моделей и предлагаемые студентам при изучении дисциплин «Проектирование баз данных», «Интеллектуальные системы», а также при организации работы практико-ориентированных проблемных групп по разработке информационных систем на кафедре информатики и информационных технологий ТГПУ им. Л.Н. Толстого. Особое внимание уделяется анализу этапа, направленного на выделение и моделирование связей между сущностями и множествами сущностей, атрибутами и множествами их значений. Подчеркивается важность обучения процессу поиска алгоритма выделения группы атрибутов, обеспечивающих взаимно-однозначное отображение из множества сущностей в соответствующее множество кортежей значений. В статье делается вывод, что формирование навыков моделирования у студентов указанных направлений подготовки должно осуществляться поэтапно на основе применения практико-ориентированных заданий.

Ключевые слова: предметная область, модель, сущность, атрибут, реляционная алгебра, нормализация, компетенции, проблемная группа.

FORMATION OF PROFESSIONAL MODELING COMPETENCIES OF FUTURE PROGRAMMERS

Vankova V.S.¹, Khabarov N.N.¹, Martynyuk Yu.M.¹, Danilenko S.V.¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University», Tula, e-mail: vsvankova@gmail.com

The article deals with the formation of professional competencies in the field of modeling among students studying in the areas of training 03.02.03 Mathematical support and administration of information systems and 03.02.02 Fundamental informatics and information technologies. The paper emphasizes the importance to gradually form the necessary modeling competencies in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standard of Higher Education (FSES HE 3++). The authors describe and substantiate tasks which are aimed to form competencies in the field of creation, analysis and implementation of computer models and offered to students while studying the disciplines "Designing databases", "Intelligent systems" and while organizing the work of practice-oriented problem groups for the development of information systems at the Department of Informatics and Information Technologies in Lev Tolstoy TSPU. The authors pay particular attention to analyze the stage aimed at identifying and modeling relationships between entities and sets of entities, attributes and sets of their values. The paper emphasizes the importance of teaching the search process for an algorithm to identify a group of attributes, which provides a one-to-one mapping from a set of entities to the corresponding set of tuples of values. The article concludes that the formation of modeling skills among students of the indicated areas of training should be carried out in stages based on the use of practice-oriented tasks.

Keywords: subject area, model, entity, attribute, relational algebra, normalization, competencies, problem group.

В целях подготовки выпускников к решению производственно-технологических задач ФГОС ВО 3++ предусматривает формирование ряда профессиональных компетенций, среди которых обозначается способность применять современные информационные технологии при

проектировании, реализации, оценке качества и анализе эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях [1; 2]. Индикаторами достижения сформированности являются: знание современных технологий проектирования и производства программного продукта; умение использовать подобные технологии при создании программных продуктов и приобретение практического опыта по их применению [3; 4]. В этой связи особое значение приобретают вопросы совершенствования системы подготовки будущих специалистов в области исследования и описания предметной области с использованием методов формализации представления данных и знаний на инфологическом и концептуальном уровнях [5-7]. Моделирование предметной области с целью построения базы данных прикладной направленности, входящей структурным компонентом в информационную систему, находится в поле зрения не только исследователей-теоретиков, но и практических экспертов [8-10].

Цель исследования. В настоящей статье авторы ставят целью теоретически обосновать и описать реализацию методической системы поэтапного формирования у студентов профессиональных компетенций в области моделирования.

Материалы и методы исследования. Материал статьи подготовлен на основании опыта преподавания авторами дисциплин «Проектирование баз данных», «Интеллектуальные системы» и организации работы практико-ориентированных проблемных групп по разработке информационных систем на кафедре информатики и информационных технологий ТГПУ им. Л.Н. Толстого. Изучение данных дисциплин включено в учебные планы подготовки бакалавров по направлениям 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» и 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». На основе опыта работы и анализа методической литературы в статье приводится пример организации поэтапного формирования у студентов указанных направлений подготовки профессиональных компетенций в области моделирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Методическая система формирования профессиональных компетенций бакалавров в области моделирования видится авторами в реализации поэтапного формирования необходимых умений и навыков. На первом этапе много внимания уделяется исследованию предметной области с целью выделения в некоторой части реального мира совокупности сущностей с их характеризующими и характеризующими свойствами, отношений между ними, а также возникающих событий. Выделенные сущности определяют информационные потребности пользователя и формируют навык построения инфологической модели с акцентом на ее формальный строго определенный характер и точно очерченные границы. Казалось бы, данное требование к модели должно быть интуитивно понятно, но, как

показывает практика, в образовательный процесс следует включать конкретные задания по описанию предметной области с целью формирования устойчивых навыков построения подобного рода моделей.

Система заданий по формализации предметной области предусматривает построение различных моделей представления знаний, включая семантические, фреймовые, логические и продукционные [11]. При этом предметная область может принимать совершенно произвольные очертания от сказки и песни до образовательного или сервисного процесса. Приведем примеры заданий, включаемых авторами в методическую систему поэтапного формирования необходимых умений и навыков.

Задание 1. Рассмотрите семантическую модель представления знаний, содержащихся в сказке «Зайкина избушка» (рис. 1).

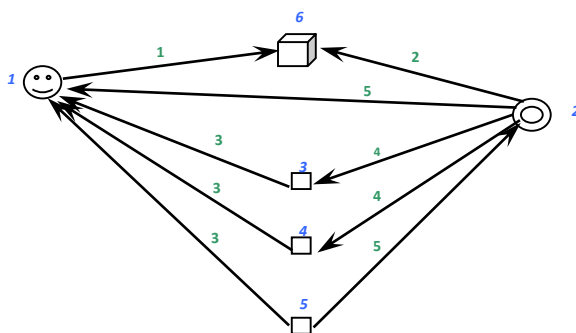


Рис. 1. Семантическая модель представления знаний

Объекты:

1 – Зайчик

Характеризуемые признаки: построил деревянную избушку.

Характеризующие признаки: травоядный, добрый, трусишка.

2 – Лиса

Характеризуемые признаки: выгнала зайчика из избушки.

Характеризующие признаки: хищник, хитрая, с большим хвостом.

3 – Волк

Характеризуемые признаки: не смог выгнать Лису.

Характеризующие признаки: хищник, серый, трусливый.

4 – Медведь

Характеризуемые признаки: не смог выгнать Лису.

Характеризующие признаки: хищник, большой, трусливый.

5 – Петух

Характеризуемые признаки: выгнал Лису.

Характеризующие признаки: птица, смелый.

6 – Зайкина избушка

Характеризуемые признаки: построена Зайчиком, занята Лисой.

Характеризующие признаки: деревянная, уютная.

На основе представленной модели выполните следующие задания:

1. Между выделенными сущностями в модели обозначены связи. Каждая связь определяет некое событие в предметной области. Опишите данные связи, исходя из знаний предметной области. Например, связь **1** может быть описана как «объект X построил объект Y». Обратите внимание на тот факт, что связи **3, 4, 5** присутствуют в модели неоднократно, значит, их описания должны быть обобщенными.

2. Постройте для сущностей данной предметной области фреймовую, логическую и продукционную модели.

3. Опишите, какие элементы или события предметной области не нашли отражение в модели.

4. Докажите, что построенная модель обладает свойствами адекватности, полноты и конечности.

Задание 2. Постройте логическую модель представления знаний, содержащихся в песне «Из вагантов» (Hospita in Gallia (XIII век) в переводе с латинского Л. Гинзбурга).

На основе представленной модели выполните следующие задания:

1. Охарактеризуйте множество предикатов, использованных в модели для описания свойств сущностей.

2. Приведите примеры, подтверждающие способность языка логики предикатов адекватно отображать свойства сущностей и наличие связей между ними.

3. Докажите, что построенная модель обладает свойствами адекватности, полноты и конечности.

4. Опишите, какие элементы или события предметной области не нашли отражение в модели.

Задание 3. Рассмотрите в качестве предметной области традиционную для ТГПУ им. Л.Н. Толстого Международную студенческую научно-практическую конференцию «Проблемы молодежи глазами студентов», которая проводится в стенах университета с 1998 года.

1. Исследуйте предметную область в соответствии со следующим планом:

- ✓ Выделите основные этапы конференции.
- ✓ Составьте перечень работ по подготовке к проведению конференции.
- ✓ Определите категории лиц, участвующих в конференции.
- ✓ Опишите функции организационного и программного комитетов конференции.
- ✓ Опишите алгоритм организации работы секций.

2. Опишите сущности предметной области и связи между ними. Для каждой сущности выделите характеризующие и характеризуемые признаки.

3. Постройте семантическую и продукционную модели предметной области.

В качестве ожидаемых результатов выполнения указанного задания рассмотрим примерный перечень работ по подготовке к проведению конференции:

✓ *Создание организационного и программного комитетов конференции.*

Организационный комитет создается на основании плана научно-исследовательской работы. Программный комитет формируется организационным комитетом. Оба комитета утверждаются приказами по университету.

✓ *Рассылка информационных писем.* Данное письмо готовится членами оргкомитета и отправляется по списку.

✓ *Получение заявок на участие в конференции.* Заявки поступают в адрес оргкомитета в виде электронного документа. Данные участников заносятся в базу данных.

✓ *Экспертная оценка представленных докладов.* Осуществляется членами программного комитета с рекомендациями о статусе доклада (пленарный, секционный).

✓ *Формирование программы конференции.* Осуществляется членами программного комитета в соответствии с регламентами работы конференции.

✓ *Рассылка программы и приглашений.* Осуществляется членами организационного комитета, который поддерживает обратную связь с участниками конференции на протяжении всего времени проведения конференции.

Данный перечень логично продолжить включением работ по размещению и питанию участников, изготовлению печатной продукции в виде блокнотов, значков, сувениров различного назначения, организации свободного времени и досуга участников и т.д. Но именно в этом месте предлагается обозначить границы модели.

В практике работы проблемной группы на протяжении ряда лет проводились исследования различных предметных областей. Например:

✓ Реализация документооборота итоговой государственной аттестации выпускников.

✓ Реализация документооборота отдела аспирантуры университета.

✓ Реализация документооборота ученого совета университета.

✓ Реализация документооборота кафедры по учету и движению рабочих программ.

✓ Поддержка организации досуга студентов вуза.

Целью следующего этапа исследования предметной области является выделение и моделирование связей между сущностями и множествами сущностей, атрибутами и множествами их значений [11]. Здесь формируется осознание того, что в любой предметной области необходимо выделять полный, но не избыточный перечень сущностей и связей между

ними. Особое внимание уделяется исследованию роли, которую каждая сущность выполняет в данной связи, с точки зрения течения информационных процессов.

Теоретической основой исследования выступают механизмы реляционной алгебры и реляционного исчисления. По мере продвижения у студентов возникает осознание прикладной направленности механизма исчисления предикатов первого порядка, исчисления кортежей и исчисления доменов и формируется убежденность в том, что любая модель предметной области должна соответствовать требованиям полноты и непротиворечивости построения произвольных формальных теорий и систем. В связи с этим студентам предлагается ряд заданий.

Задание 4. Рассмотрите произвольную предметную область и опишите для нее набор операций алгебры Кодда. Описание команд приведите средствами произвольной лингвистической области в соответствии с выбранной формальной системой (SQL, C#, Delphi, Access, 1С...).

Задание 5. Рассмотрите предметную область «Реализация документооборота итоговой государственной аттестации выпускников». Опишите сущности, их признаки и роли.

Ожидаемые результаты выполнения.

Среди сущностей предметной области наиболее интересной является *пользователь*.

Выделим признаки данной сущности.

Характеризуемые признаки: идентификационный номер в системе, студенческая академическая группа, должность, ученая степень, ученое звание, подгруппа для прохождения ИГА, уровень доступа в систему.

Характеризующие признаки: логин, пароль, e-mail, ФИО, роль.

В данной предметной области выделим следующие роли сущностей: оператор, студент, преподаватель, администратор. Для каждого пользователя должен быть реализован личный кабинет.

Студент реализует функции выбора/отмены темы выпускной квалификационной работы и имеет возможность получать информацию из личного кабинета.

Преподаватель реализует функции просмотра информации об актуальных темах, которые выполняются под его руководством, и о студентах - исполнителях тем.

Оператор реализует расширенный функционал: распределение тем и студентов; редактирование данных в базе с помощью интерфейса; создание и выгрузка готовых документов с приказами.

Администратор имеет полный функционал роли *оператор* и, кроме того, полный набор функций по управлению базой данных и инсталляции приложения.

Важной особенностью проектирования в данной предметной области сущности *пользователь* является тот факт, что значение атрибута *роль* для конкретного пользователя однозначно определяет кортеж соответствующих данных, выраженных характеризуемыми признаками, с точки зрения «актуальные/неактуальные» и представленный в таблице.

Наличие атрибутов сущности *пользователь* в зависимости от роли

Атрибуты	Роль			
	оператор	студент	преподаватель	администратор
идентификационный номер в системе	+	+	+	+
студенческая академическая группа	-	+	-	-
должность	+	-	+	+
ученая степень	+	-	+	+
ученое звание	+	-	+	+
подгруппа для прохождения ИГА	-	+	-	-
уровень доступа в систему	+	+	+	+

Приведенная выше система заданий позволяет формировать компетенции, связанные с концептуальным моделированием предметной области, отражающим первоначальное восприятие ее объектов и сущностей. Дальнейшее продвижение проблемной группы в сторону разработки прикладных информационных систем связано с исследованием возможности идентификации сущностей в множестве, определением механизма действия атрибутов сущностей, представлением данных о сущностях и связях между ними в табличной форме. Одним из важнейших вопросов на данном этапе является поиск алгоритма выделения группы атрибутов (допускается, что в группе может быть только один элемент), обеспечивающей взаимно-однозначное отображение из множества сущностей в соответствующее множество кортежей значений. Если имеется возможность неоднозначного решения поставленной задачи, принято выбирать семантически значимый ключ и определять его как первичный. Выработка у студентов данного умения является стратегически важным вопросом, поскольку его отсутствие лишает студентов возможности обладать профессиональной компетенцией построения инфологической модели предметной области. В основе данного процесса лежит процесс нормализации совокупности таблиц, являющихся моделями сущностей предметной области.

Задание 6. На основе результатов выполнения задания 3 осуществите приведение к третьей нормальной форме (ЗНФ) таблицы, связанной с описанием сущности УЧАСТНИК.

Ожидаемые результаты выполнения.

Данная таблица имеет следующие атрибуты: УЧАСТНИК (Фамилия, Имя, Отчество, Тема_доклада). Каждый из студентов может принимать участие в нескольких конференциях и даже на одной из них являться автором нескольких докладов. То есть в данной таблице могут

содержаться такие строки УЧАСТНИК (Романов, Михаил, Федорович, *Иерархия власти в управлении государством; Моделирование процессов управления качеством программного обеспечения*) и УЧАСТНИК (Романов, Петр, Алексеевич, *Модель регулярной армии в России 17 века; Формирование алгоритмов для определения соблюдения этических норм в профессиональной среде*).

Следуя за К. Дейтом в вопросах нормализации таблиц, контролируем, что в таблице отсутствует дублирование строк, и каждый атрибут содержит ровно одно значение из соответствующего домена. В этом случае значение атрибута «Тема_доклада» противоречит указанному требованию. Чтобы благоприятным образом изменить ситуацию, для каждой из указанных строк добавим в таблицу еще одну строку, в которой продублируем значения первых трех атрибутов, а значения атрибута «Тема_доклада» распределим по одному в каждую строку. В итоге получим в таблице четыре записи, каждая из которых соответствует обозначенным требованиям. На этом простом примере продемонстрирован процесс приведения таблиц к первой нормальной форме (1НФ).

Приведение таблицы ко второй нормальной форме (2НФ) требует, чтобы каждый неключевой атрибут полностью зависел от первичного ключа. Выполнение данного условия можно обеспечить за счет добавления к нашей таблице атрибутов «ID_участника» и «ID_доклада» и определения составного *первичного ключа* в виде *комбинации этих атрибутов*. Таким образом, таблица УЧАСТНИК (ID_участника, Фамилия, Имя, Отчество, ID_доклада, Тема_доклада) будет содержать строки (1, Романов, Михаил, Федорович, 1, Иерархия власти в управлении государством), (1, Романов, Михаил, Федорович, 2, Моделирование процессов управления качеством программного обеспечения), (2, Романов, Петр, Алексеевич, 3, Модель регулярной армии в России 17 века), (2, Романов, Петр, Алексеевич, 4, Формирование алгоритмов для определения соблюдения этических норм в профессиональной среде).

Чтобы убедиться в том, что таблица находится во 2НФ, необходимо выполнить проверку зависимости всех неключевых атрибутов от первичного ключа. Можно ли определить значение атрибутов «Фамилия», «Имя», «Отчество», «Тема_доклада» участника, зная только «ID_доклада»? Да, можно. Можно ли определить значение атрибутов «Фамилия», «Имя», «Отчество», «Тема_доклада» участника, зная только «ID_участника»? Нет, нельзя. Значит, наш первичный ключ не соответствует требованию второй нормальной формы. Правильным выходом из создавшейся ситуации является осуществление декомпозиции таблицы в виде выделения ее части в самостоятельную таблицу ДОКЛАД. Таким образом, между двумя таблицами (отношениями) ДОКЛАД (ID_доклада, Тема_доклада) и УЧАСТНИК (ID_участника, Фамилия, Имя, Отчество, ID_доклада) будет определена связь типа *один ко*

многим, а неключевые атрибуты будут однозначно зависеть от первичного ключа, что характерно для 2НФ. Результат исчерпывающего анализа предметной области, проведенный при выполнении задания № 3, для наличия полной информации об участниках конференции и об их докладах требует внедрения в указанные таблицы определенного набора атрибутов. В результате получаем следующую модель (рис. 2).

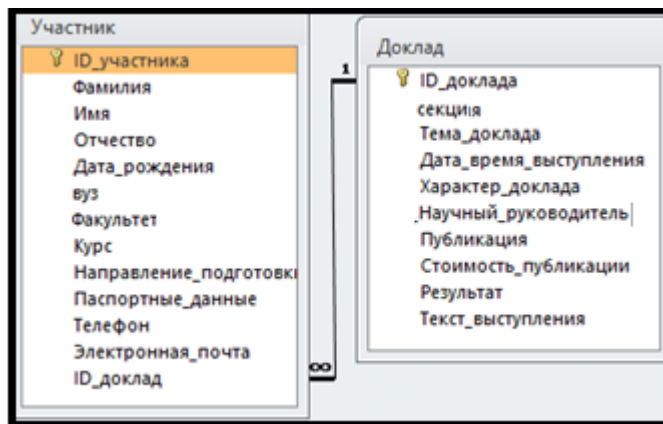


Рис. 2. Расширенные таблицы УЧАСТНИК и ДОКЛАД во 2 НФ

Задача приведения таблиц к третьей нормальной форме (3НФ) требует, чтобы неключевые атрибуты не зависели от значений других неключевых атрибутов. Это требование означает выделение в отдельные таблицы всех неключевых полей, значения которых могут относиться к нескольким записям. В нашем случае таблицы УЧАСТНИК и ДОКЛАД не находятся в 3НФ. К такому выводу мы приходим в результате того, что атрибуты, которые содержат информацию о вузе, факультете, направлении подготовки, руководителе секции и др., не зависят от первичных ключей.

Для приведения таблицы УЧАСТНИК к 3НФ необходимо осуществить ее декомпозицию и выделить еще три таблицы, которые будут иметь собственные первичные ключи и находиться во взаимосвязи с таблицей УЧАСТНИК: ВУЗ; ФАКУЛЬТЕТ; НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ.

В результате получаем следующую модель (рис. 3).

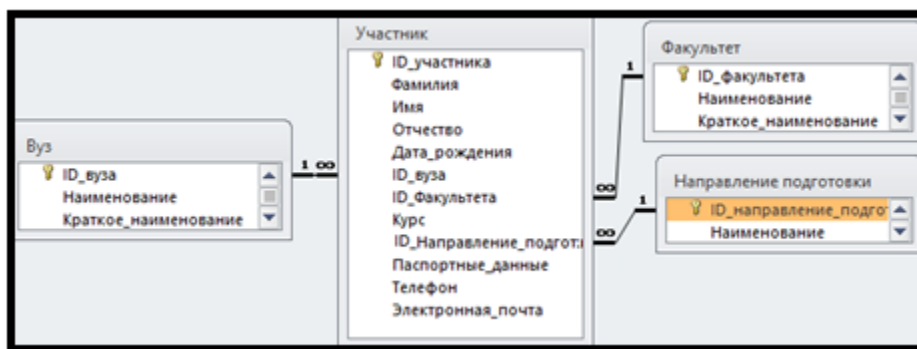


Рис. 3. Таблица УЧАСТНИК в 3НФ

Для приведения таблицы ДОКЛАД к 3НФ необходимо осуществить ее декомпозицию и выделить еще две таблицы, которые будут иметь собственные первичные ключи и находиться во взаимосвязи с таблицей ДОКЛАД: НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ; СЕКЦИИ.

В таблицу НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ введены атрибуты (Вуз, Кафедра, Ученая степень, Ученое звание, Должность, ID_научного_руководителя). Очевидно, что эта таблица не находится в 3НФ, поскольку ее атрибуты не зависят от первичного ключа. Для ее приведения к 3НФ нужно осуществлять дальнейшую поэтапную декомпозицию до тех пор, пока каждая из таблиц не предстанет в 3НФ.

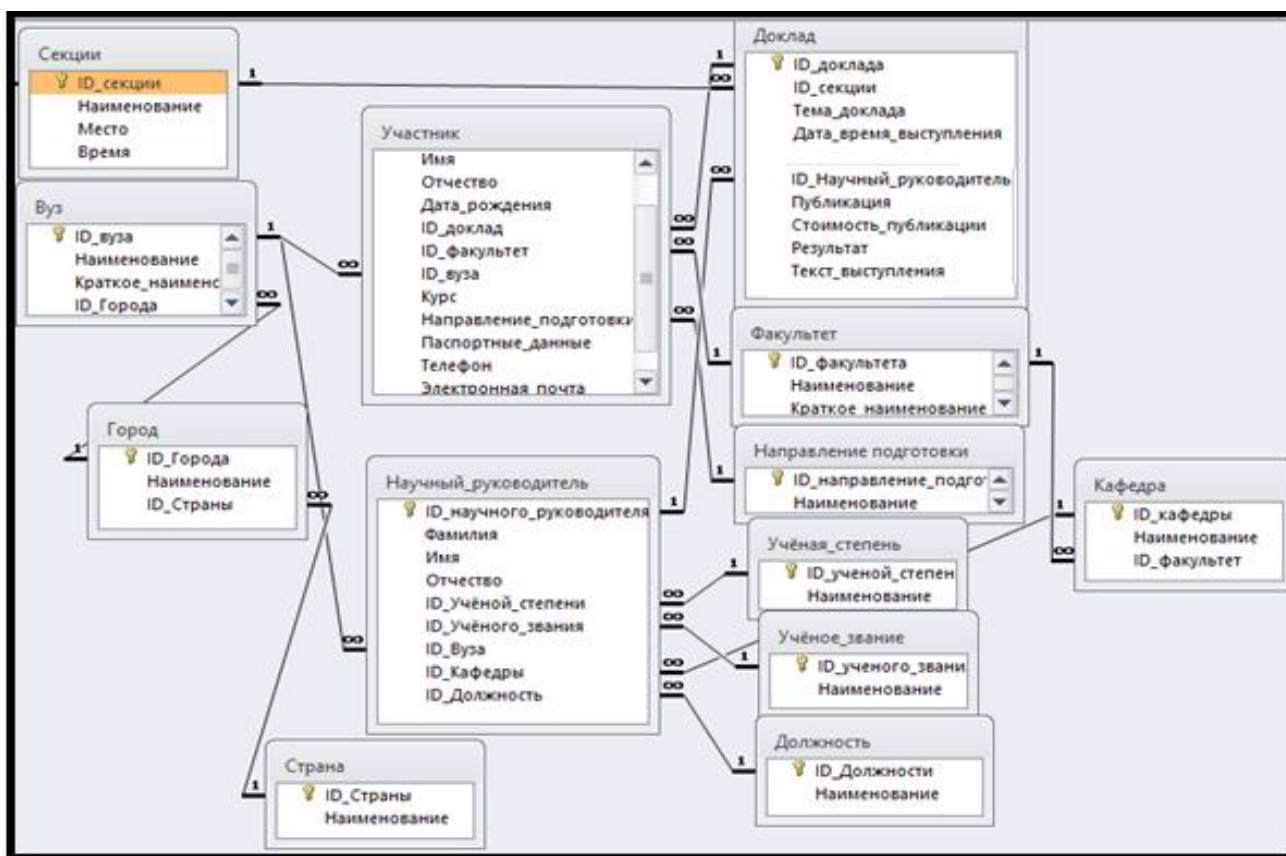


Рис. 4. Совокупность таблиц предметной области в 3НФ

В результате приведения таблицы УЧАСТНИК к 3НФ получаем следующую модель схемы данных (рис. 4), в котором каждая из таблиц в свою очередь также находится в 3НФ.

Среди профессионалов определенным сигналом для старта разработки прикладных информационных систем является нахождение схемы данных в нормальной форме Бойса-Кодда. Это означает, что все таблицы находятся в 3НФ, а части составного первичного ключа не зависят от неключевых атрибутов. Поскольку в представленной модели каждая из таблиц имеет простой первичный ключ, то они автоматически находятся в нормальной форме Бойса-Кодда.

Завершая процесс нормализации модели исследуемой предметной области, заметим, что границы области моделирования определяются совокупностью задач, решаемых в рамках информационной системы, которая будет создана на основе представленной модели.

Заключение

Многолетний опыт авторов по формированию у студентов указанных компетенций в рамках преподавания учебных дисциплин, руководства практиками, курсовыми и выпускными квалификационными работами дает основание утверждать, что включение в систему профессиональной подготовки будущих программистов дисциплин «Проектирование баз данных» и «Интеллектуальные системы» напрямую влияет на качество и эффективность процесса формирования профессионально значимых качеств. Данные выводы подтверждаются также отзывами работодателей. Рассматриваемые дисциплины изучают в том числе вопросы создания, анализа и разработки компьютерных моделей и программ, а их содержание и структура разработаны с учетом предложенной системы поэтапного формирования профессиональных компетенций в области моделирования.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем. М: МИНОБРНАУКИ России, 2017. 21 с. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/020303_B_3_18092017.pdf (дата обращения: 15.04.2021).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальные информатика и информационные технологии М: МИНОБРНАУКИ России, 2017. 22 с. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/020302_B_3_06012018.pdf (дата обращения: 15.04.2021).
3. Мазунова Л.Н. О применении имитационного моделирования в процессе обучения студентов транспортных специальностей // Инновационные технологии в науке и образовании. 2016. № 1-2 (5). С. 79-81.
4. Комарова С.М. Оценивание результатов обучения студентов компьютерному моделированию на основе межпредметных связей информатики и математики // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2015. № 9-10 (104). С. 30-34.

5. Основная образовательная программа по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tsput.ru/sveden/education/> (дата обращения: 15.04.2021).
6. Основная образовательная программа по направлению подготовки 02.03.02 фундаментальная информатика и информационные технологии. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tsput.ru/sveden/education/> (дата обращения: 15.04.2021).
7. Учебные программы дисциплин направления 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (профиль "Информационные системы и базы данных"). Тула: изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2018. Номер государственной регистрации 0321900055.
8. Цибизова Т.Ю., Слепцова К.А. Автоматизированная система учета данных внутрикорпоративной сети управления информацией // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1 (часть 1). [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19593> (дата обращения: 14.04.2021).
9. Баженова И.Ю. Основы проектирования приложений баз данных: учебное пособие. М: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. 324 с.
10. Харитонов Д.И., Тарасов Г.В., Леонтьев Д.В., Парахин Р.В. Моделирование предметной области для формирования электронных коллекций // Технические науки. 2018. № 2. С. 125-136.
11. Туманов В.Е. Основы проектирования реляционных баз данных: учебное пособие М: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. 502 с.