ISSN 0234-0453 • ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ • 2022 • Том 37 № 4

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-46-53

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА

Е. Г. Литвак[1] ✉

[1] ***Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики, г. Донецк, Донецкая Народная Республика***

✉ *alttt@yandex.ru*

Аннотация

В статье на основе анализа литературы выявлены трудности преподавания курса реляционных баз данных в высших учебных заведениях, которые связаны в основном с отсутствием простых и одновременно с этим формализованных методик обучения основам проектирования реляционных баз данных. Показана важность правильного выбора модели педагогического дизайна при разработке учебного курса. Проведен сравнительный анализ существующих моделей педагогического дизайна через призму применения их для разработки курса баз данных. Раскрыты преимущества выбора четырехкомпонентной модели педагогического дизайна (4C/ID). На основе такой модели разработана методика преподавания проектирования баз данных, которая позволяет, с одной стороны, избежать глубокого погружения в математические основы дисциплины, а с другой стороны, является строго формализованной и полностью согласованной с этими основами. Формализация достигнута за счет четко выраженных на естественном языке когнитивной стратегии и когнитивных правил. Когнитивная стратегия и когнитивные правила универсальны для проектирования баз данных в любой предметной области. Эффективность предложенной методики доказывается тем, что обучающиеся быстро переходят к решению реальных практических задач профессиональной деятельности.

Ключевые слова: база данных, реляционная модель данных, педагогический дизайн, четырехкомпонентная модель педагогического дизайна (4C/ID).

Для цитирования:

Литвак Е. Г. Методика преподавания проектирования баз данных на основе четырехкомпонентной модели педагогического дизайна. *Информатика и образование*. 2022;37(4):46–53. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-46-53

A METHODOLOGY FOR TEACHING DATABASE DESIGN BASED ON A FOUR-COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN MODEL

E. G. Litvak[1] ✉

[1] ***The Donetsk Academy of Management and Public Administration under the Head of Donetsk People's Republic, Donetsk, The Donetsk People's Republic***

✉ *alttt@yandex.ru*

Abstract

Based on the analysis of relevant literature, the article highlights the difficulties of teaching a relational database course in higher educational institutions. Such problems are mainly associated with the lack of simple and at the same time formalized methods to teach the basics of this academic discipline. The research illustrates the importance of the correct choice of the instructional design model while developing the course. The article also provides a comparative analysis of the existing instructional design models performed with regard to their application to the development of a database course. The study has revealed the advantages of choosing a four-component model of instructional design (4C/ID). Such a model served as the basis for developing a methodology for teaching database design. On the one hand, this methodology makes it possible to avoid deep immersion in the mathematical foundations of the discipline. On the other hand, it is strictly formalized and fully consistent with these foundations. Formalization has been achieved through a cognitive strategy and cognitive rules that are clearly expressed in natural language. The cognitive strategy and rules are universal for database design in any subject area. The fact that students quickly go on to solve real practical problems in professional activity proves the effectiveness of the proposed methodology.

Keywords: database, relational data model, instructional design, four-component instructional design model (4C/ID).

For citation:

Litvak E. G. A methodology for teaching database design based on a four-component instructional design model. *Informatics and Education*. 2022;37(4):46–53. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-46-53

© Литвак Е. Г., 2022

ISSN 0234-0453 • INFORMATICS AND EDUCATION • 2022 • Volume 37 No 4

1. Введение

Дисциплина «Базы данных» является одной из фундаментальных на направлениях бакалавриата, связанных с информационными технологиями и программированием. Профессиональная деятельность обучающихся на этих направлениях будет касаться баз данных в той или иной степени. Поэтому качественное усвоение материала курса является важнейшим этапом в их становлении как профессионалов.

Однако преподаватели часто сталкиваются с трудностями восприятия обучающимися тем, посвященных вопросам проектирования реляционных баз данных [1–4]. Эти вопросы являются ключевыми в понимании всего курса, поэтому их недостаточное понимание ставит под угрозу дальнейшее освоение дисциплины в целом.

В работе [4] приведен обширный обзор методик преподавания проектирования баз данных и сделан справедливый вывод о том, что «в настоящее время практически отсутствуют формальные методики обучения студентов для выполнения этапа анализа и концептуального проектирования» [4, с. 76].

В работе [3] показано, что все методики преподавания баз данных могут быть разделены на две группы. К первой группе относятся методики, которые построены на теоретических основах реляционной модели данных: реляционной алгебре и реляционном исчислении. Такая подача материала присутствует, например, в классической книге Г. Гарсиа-Молины, Дж. Ульмана, Дж. Уидома «Системы баз данных. Полный курс» [5], а также в работах [6, 7]. Восприятие этой теории требует от студента достаточно глубокой математической подготовки и способности понимать абстракции. Так как дисциплина «Базы данных» преподается обычно на младших курсах, то очень небольшая часть обучающихся способна к этому времени овладеть математическими основами проектирования на должном уровне. У остальных наблюдается снижение учебной мотивации и самооценки из-за непонимания основополагающих принципов всей дисциплины.

Ко второй группе относятся методики, которые концентрируются на практических аспектах работы в определенной реляционной системе управления базами данных. При этом теоретические основы проектирования преподаются без изучения формальных правил, с использованием интуиции и готовых примеров. Такая стратегия тоже не позволяет обучающимся овладеть навыками грамотного проектирования баз данных для любой предметной области.

Целью данной статьи является разработка такой методики обучения проектированию баз данных, которая, с одной стороны, не будет перегружать обучающегося излишними математическими абстракциями, а с другой стороны, даст ему достаточно формальный универсальный аппарат проектирования, позволяющий в дальнейшем грамотно создавать базы данных для разных предметных областей.

2. Методы исследования

В ходе исследования применялись такие общенаучные методы, как анализ, синтез и формализация.

Для разработки любого учебного курса основополагающим вопросом является выбор модели педагогического дизайна [8, 9]. В литературе чаще всего встречаются четыре различные модели. Три из них достаточно полно описаны в работе Дж. С. Ричардса [10]. Автор называет их «прямым», «центральным» и «обратным дизайном». И хотя в работе перечисленные модели рассматриваются на примере курса иностранного языка, выводы можно считать справедливыми для любой дисциплины.

«Прямой дизайн» — это модель педагогического дизайна, которая ставит в основу курса конкретный контент. Чаще всего берется какой-либо фундаментальный учебник или несколько учебников и на основе их содержания строится курс. Именно так создается большинство курсов в образовательных учреждениях высшего профессионального образования, в том числе и курсы баз данных, включающие изучение реляционной алгебры и реляционного исчисления. На первый взгляд данный подход кажется совершенно естественным, но, как показано в [1–4], он далеко не всегда приводит к требуемому результату.

«Центральный дизайн» — это модель, которая позволяет выстроить курс на основе способов взаимодействия преподавателя и обучающегося. Для изучения технических дисциплин такой подход редко бывает актуальным. Он более приемлем, например, для изучения иностранных языков.

«Обратный дизайн» — это модель, которая ставит на первое место цели изучения курса. Исходя из целей, выбираются критерии их достижения, а на основе критериев определяются контент и конкретные учебные активности [10, 11].

Четвертая модель, предложенная в работах [12–15], называется четырехкомпонентной моделью педагогического дизайна (4C/ID).

Основным отличием модели 4C/ID является то, что в качестве целей обучения рассматривается получение навыков решения аутентичных задач профессиональной деятельности. При этом сама модель предполагает руководство обучением на основе разработки очень четких и подробных инструкций. Принципы создания этих инструкций полно описаны авторами модели в научной литературе и ряде методических рекомендаций [12–15].

Именно такой подход в наибольшей степени целесообразен при обучении информационным технологиям, его целью является получение навыков решения реальных задач профессиональной деятельности. В то же время при обучении информационным технологиям наиболее эффективны те методики, которые делают упор на руководство процессом обучения [16, с. 75].

В работах [17, 18] представлены опыт и положительные результаты применения модели 4C/ID при

ISSN 0234-0453 • ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ • 2022 • Том 37 № 4

разработке курсов, обучающих информационным технологиям.

Поэтому в данной статье в качестве методической основы разработки курса проектирования баз данных выбрана модель 4C/ID.

3. Результаты и обсуждение

Четырехкомпонентная модель состоит из следующих основных компонентов: аутентичная задача, вспомогательная информация, своевременная информация, частичная практика [13]. Смысл и содержание перечисленных четырех компонентов раскрыты в таблице 1.

Для курса проектирования баз данных перечисленные в таблице 1 шаги приобретут следующее конкретное содержание.

Шаг 1. Основная аутентичная задача.

Постановка задачи: дано словесное описание предметной области и всех происходящих в ней процессов.

Цель: спроектировать базу данных, соответствующую этому описанию, и представить ее в виде ER-модели в нотации Crow's foot [19].

Решение: пройти все шаги формального алгоритма проектирования и показать результат каждого шага.

Таблица 1 / Table 1

Содержание четырехкомпонентной модели педагогического дизайна

Content of the four-component instructional design model

Основные четыре компонента модели	10 шагов четырехкомпонентной модели	Расширенное пояснение шага
Аутентичные задачи	1. Спроектировать учебную задачу (или несколько задач)	Определить задачу, которую в реальной профессиональной деятельности должен будет решать студент. Выделить в задаче три компонента: • условие; • цель (как должно выглядеть готовое решение); • шаги решения
	2. Разделить задачи на классы	Если в этом есть необходимость, выделить упрощенные варианты основной задачи и сгруппировать из них классы на основе критерия упрощения. Например, в отдельный класс можно выделить задачи, которые направлены на отработку какого-то одного навыка
	3. Спроектировать оценку	Составить дерево составных навыков — процесс решения задачи, в котором каждый шаг детализирован до уровня отдельных действий. Определить навыки, которые требуют автоматизации. Сформулировать образовательные результаты, т. е. результаты, которые говорят о приобретении того или иного навыка студентом
Вспомогательная информация	4. Разработать вспомогательную информацию	Определить, какие теоретические темы нужно знать и понимать, чтобы справиться с задачей
	5. Проанализировать когнитивные стратегии	Определить алгоритм решения задачи
	6. Проанализировать ментальные модели	Определить все понятия изучаемой предметной области и связи между ними
Своевременная информация	7. Спроектировать «процедурную» информацию	Определить, какие подсказки, чек-листы, шаблоны нужно предоставить студенту непосредственно перед решением задачи
	8. Установить когнитивные правила	Определить правила выполнения конкретных действий, которые студент должен выполнять при решении задачи
	9. Определить предварительные знания	Определить информацию, которую студент должен знать до того, как начнет выполнять то или иное когнитивное правило
Частичная практика	10. Спроектировать частичную практику	Вернуться к дереву составных навыков (шаг 3) и понять, какие из них требуют автоматизации. Придумать серию упражнений, которые благодаря частым повторениям помогут довести их выполнение до автоматизма

ISSN 0234-0453 • INFORMATICS AND EDUCATION • 2022 • Volume 37 No 4

Шаг 2. Выделение классов задач.

Следует выделить два класса задач. К первому классу необходимо отнести задачи, описание которых позволяет назвать не более трех сущностей, имеющих одиночные первичные ключи. Таких задач должно быть рассмотрено несколько (4–5).

Во второй класс следует включить задачу, которая максимально приближена к реальным условиям, т. е. содержит не менее десяти сущностей и составные первичные ключи.

Шаг 3. Проектирование оценки (табл. 2).

Шаг 4. Вспомогательная информация.

К вспомогательной информации относятся теоретические блоки, которые обучающийся должен освоить до начала решения задачи. В данном случае важно знать четкие определения основных понятий, таких как сущность, атрибут сущности, поле, запись, значение поля, первичный ключ. Необходимо также ознакомиться с определениями первой,

Таблица 2 / Table 2

Дерево составных навыков

Composite skills tree

Навык и результат его приобретения	Детализация навыка	Требуется ли автоматизация навыка
Уметь строить концептуальную модель предметной области. *Результат:* построена концептуальная модель из сущностей и связей без атрибутов	Уметь выделять основные сущности предметной области	
	Уметь выделять атрибуты сущностей	
	Уметь выявлять, связаны ли данные две сущности	Да
	Уметь определять вид связи между двумя сущностями	Да
Уметь выделять первичные ключи сущностей. *Результат:* в концептуальную модель добавлены первичные ключи		Да
Уметь осуществлять переход от концептуальной модели к логической. *Результат:* построена логическая модель «на ключах», где уже отсутствуют связи вида «много ко многим»	Уметь строить связь вида «один ко многим»	Да
	Уметь строить связь вида «много ко многим»	Да
	Уметь строить связь вида «один к одному»	Да
	Уметь выявлять дополнительные сущности	
Уметь расширять логическую модель дополнительными описательными атрибутами. *Результат:* построена логическая модель с полным набором атрибутов, которая соответствует первой нормальной форме	Уметь выделять дополнительные атрибуты	
	Уметь проверять таблицы на соответствие первой нормальной форме	
Уметь проверять таблицы на соответствие второй нормальной форме и проводить нормализацию, если это требуется. *Результат:* • построена логическая модель, которая соответствует второй нормальной форме; • написано обоснование, которое доказывает соответствие модели второй нормальной форме	Уметь находить нарушение второй нормальной формы при отсутствии составного первичного ключа	Да
	Уметь находить нарушение второй нормальной формы при наличии составного первичного ключа	Да
	Уметь проводить нормализацию до второй нормальной формы, если было найдено нарушение	Да
Уметь проверять таблицы на соответствие третьей нормальной форме и проводить нормализацию, если это требуется. *Результат:* • построена логическая модель, которая соответствует третьей нормальной форме; • написано обоснование, которое доказывает соответствие модели третьей нормальной форме	Уметь находить нарушение третьей нормальной формы	Да
	Уметь проводить нормализацию до третьей нормальной формы, если было найдено нарушение	Да

ISSN 0234-0453 • ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ • 2022 • Том 37 № 4

второй и третьей нормальных форм реляционной теории.

Шаг 5. Когнитивные стратегии.

Основной когнитивной стратегией является алгоритм проектирования базы данных, который состоит из следующих этапов.

Этап 1. Выявить сущности предметной области и примерный список из атрибутов.

Этап 2. Определить виды связей в тех случаях, где они есть. Разработать концептуальную модель.

Этап 3. Перейти от сущностей к таблицам и выделить первичные ключи.

Этап 4. Построить каждую связь в соответствии с ее видом.

Этап 5. Выявить дополнительные (ассоциирующие) сущности, если они есть.

Этап 6. Включить в модель полный набор описательных атрибутов. Составить логическую модель.

Этап 7. Проверить выполнение трех нормальных форм.

Этап 8. Осуществить нормализацию, если она необходима. Получить нормализованную логическую модель.

Шаг 6. Ментальные модели.

В качестве ментальной модели может быть использована небольшая онтология, созданная в редакторе Protégé (или в любом другом) и содержащая все основные понятия изучаемой темы. Пример такой онтологии показан на рисунке 1.

Рис. 1. Ментальная модель проектирования баз данных

Fig. 1. Database design mental model

Шаг 7. Процедурная информация.

Процедурной информацией в 4C/ID называется та вспомогательная информация, которой должен быть обеспечен обучающийся перед началом решения задачи. В рассматриваемой теме эта информация представляет собой определенные инструкции для выполнения наиболее трудных этапов проектирования базы данных.

Обычно наиболее сложными для понимания обучающимися являются следующие действия:

- выделение сущностей предметной области;
- выявление наличия связи между сущностями;
- определение вида связи;
- понимание различия между определением вида связи и построением связи;
- определение второй и третьей нормальной форм, а также выявление их нарушения.

Поэтому обучающийся перед началом решения задачи должен иметь следующие вспомогательные материалы: чек-лист для выявления сущностей, правило выявления наличия связи между сущностями, алгоритм определения вида связи, чек-лист для выявления первичного ключа, правила построения связей в соответствии с их видами, правила проверки на выполнение второй и третьей нормальных форм.

Шаг 8. Когнитивные правила.

Когнитивные правила задают строгие формальные инструкции для выполнения действий на предыдущем шаге 7. Большинство преподавателей считают их очевидными или интуитивно понятными, но для обучающихся они представляют трудности.

Когнитивное правило 1. «Чек-лист для выявления сущности»

Классическое определение сущности звучит весьма неясно.

Сущностью называется абстрактное понятие, которое объединяет много объектов предметной области, имеющих одинаковые свойства.

Обучающиеся часто с самого начала неверно интерпретируют понятие «сущность» и не понимают смысла этого определения. Поэтому перед решением задачи на выделение сущностей целесообразно дать обучающимся чек-лист в виде карточки, который позволит проверить, можно ли считать объект сущностью (рис. 2).

Чек-лист для выявления сущностей

Для того чтобы определить, является ли объект предметной области сущностью, необходимо проверить истинность двух утверждений:

1. Таких объектов в предметной области много.
2. Все эти объекты можно назвать одним обобщающим словом.

Рис. 2. Чек-лист для выявления сущностей

Fig. 2. Entity detection checklist

Пример 1. Необходимо определить, является ли сущностью предметной области «Отдел кадров» объект «Сотрудник».

ISSN 0234-0453 • INFORMATICS AND EDUCATION • 2022 • Volume 37 No 4

Вопрос 1. Сотрудник один или их много? Сотрудников много, первое утверждение истинно.

Вопрос 2. Можно ли назвать всех конкретных сотрудников одним обобщающим словом? Можно, фактически это уже сделано. Это слово «сотрудник» или «персона».

Следовательно, «сотрудник» — это сущность.

Пример 2. Является ли сущностью предметной области «Поликлиника» объект «Регистратура»?

Ответ на эту задачу студентам часто кажется неочевидным, и они утверждают, что «Регистратура» является сущностью.

Вопрос. Регистратура в поликлинике одна или их много? Регистратура всегда одна. Ответ на первый вопрос отрицательный.

Следовательно, объект «Регистратура» не может быть сущностью.

Когнитивное правило 2. «Правило выявления связи»

Ответ на вопрос: «Есть ли связь между двумя сущностями?» — также неочевиден для студентов. Поэтому следует акцентировать внимание на выполнении следующего формального правила: если можно подобрать глагол, которым описывается отношение между двумя сущностями через предложение со структурой, включающей подлежащее, сказуемое, дополнение, то связь между сущностями есть. Если такой глагол подобрать невозможно, то связи нет.

Вопрос. Есть ли связь между сущностями «Врач» и «Пациент» в предметной области «Поликлиника»?

Предложение можно построить так, как показано на рисунке 3.

Пациент посещает врача

Рис. 3. Проверка наличия связи
Fig. 3. Connectivity checking

Очевидно, что в данном случае можно использовать глагол «посещает» и предложение звучит естественно. Следовательно, связь есть.

Когнитивное правило 3. «Алгоритм определения типа связи»

Для обучающихся именно этот шаг является самым неочевидным, потому что он не формализован в традиционных курсах баз данных. В данной статье предлагается следующий алгоритм.

- Напишите два предложения, которые описывают связь между сущностями согласно шаблону, показанному на рисунке 3. Первое предложение должно описывать связь с позиции первой сущности, второе — с позиции второй сущности. Подлежащие обоих предложений должны начинаться только со слова «один» («одна», «одно», «в одном»). Дополнение может начинаться либо со слова «один», либо со слова «много».
- Выделите числительные, с которых начинается дополнение, рамкой, как показано на рисунке 4.

Один (1-я сущность) ..... один/много (2-я сущность)
Один (2-я сущность) ..... один/много (1-я сущность)

Рис. 4. Шаблон описания взаимодействия сущностей
Fig. 4. Entity detection checklist

Выделенная часть и будет названием вида связи.

Пример 1. Какой вид связи между сущностями «Врач» и «Пациент»?

На рисунке 5 показано применение шаблона, из которого сразу определяется вид связи «много ко многим».

Один пациент посещает многих врачей.
Один врач принимает многих пациентов.

Рис. 5. Применение шаблона на примере
Fig. 5. Template application example

Данное когнитивное правило особенно ценно своей простотой и безошибочным результатом.

Когнитивное правило 4. «Чек-лист для выявления первичного ключа»

В конечном счете каждая сущность превратится в таблицу базы данных, а атрибуты сущности станут полями этой таблицы. Для определения, может ли быть поле (или комбинация полей) первичным ключом, обучающимся предлагается карточка с чек-листом (рис. 6).

Чек-лист для выявления первичного ключа

Поле (или комбинация полей) может быть выбрано в качестве первичного ключа, если оно удовлетворяет одновременно двум условиям:

1. Его значение непусто для всех записей.
2. Не может быть двух записей с одинаковым значением этого поля.

Рис. 6. Чек-лист для выявления первичного ключа
Fig. 6. Checklist for primary key identification

Например, может ли быть комбинация полей «Серия паспорта» и «Номер паспорта» первичным ключом? Если в базе данных присутствуют дети до 14 лет, то очевидно, что первое условие чек-листа не выполняется, так как у детей оба поля будут пустыми. Второе условие для взрослых людей будет выполняться, так как комбинация серии и номера паспорта уникальна. Поэтому данная комбинация не может быть первичным ключом.

Когнитивное правило 5. «Три правила построения связей»

Обучающиеся должны понять разницу между выявлением типа связи и непосредственным построением связи в соответствии с типом. Часто на первых этапах обучения разница между этими понятиями неочевидна.

Строить связь можно только после того, как уже был выявлен ее тип при помощи алгоритма на втором этапе проектирования.

Для этого предлагаются следующие три правила.

Правило построения связи типа «один ко многим». Для построения связи типа «один ко многим» первичный ключ таблицы с ограничением «один» переносится в таблицу с ограничением «много». Но здесь он уже не будет играть роль первичного ключа, а станет обычным полем (или полями, если он составной) и будет называться *внешним ключом*.

Правило построения связи типа «много ко многим». Для построения связи типа «много ко многим» создается дополнительная ассоциирующая таблица, а первичные ключи двух исходных таблиц переносятся в нее в качестве внешних ключей.

Правило построения связи типа «один к одному». Для построения связи типа «один к одному» первичный ключ одной таблицы переносится в другую также в качестве первичного ключа.

Например, если на втором этапе проектирования уже было определено, что между сущностями «Врач» и «Пациент» имеется связь типа «много ко многим», то теперь можно применить правило именно для этого вида связи и создать ассоциирующую таблицу «Посещение врача».

Когнитивное правило 6. «Нормальные формы»

Это когнитивное правило на самом деле подразумевает три когнитивных правила для проверки таблиц на соответствие первой, второй и третьей нормальным формам реляционной теории [20].

Первая нормальная форма. Значения всех полей должны быть атомарными, т. е. не содержащими списков и перечислений.

Обычно с определением первой нормальной формы у обучающихся не возникает проблем, и уже при выполнении первых тренировочных заданий они корректно выделяют атрибуты сущностей с учетом атомарности.

Но определения второй и третьей нормальных форм в их математической формулировке воспринимаются с затруднениями. Поэтому вводить их целесообразно поэтапно.

Вторая нормальная форма. Таблица находится во второй нормальной форме, если все ее неключевые поля зависят от целого первичного ключа, а не от его части.

На первых этапах обучающиеся еще не умеют работать с составным первичным ключом и не понимают смысл этого определения. Поэтому необходимо давать также упрощенное определение второй нормальной формы в следующей формулировке.

Вторая нормальная форма (*упрощенная формулировка*). Если таблица имеет одиночный первичный ключ, то для выполнения второй нормальной формы достаточно, чтобы все остальные неключевые поля соответствовали атрибутам именно этой сущности. Тогда они автоматически будут зависеть от целого первичного ключа (ввиду отсутствия у него частей).

Таким образом, для того чтобы в таблице с одиночным первичным ключом выполнялась вторая нормальная форма, необходимо просто на первом этапе проектирования корректно выделить сущность и ее атрибуты.

И только после отработки в рамках частичной практики упражнений на проверку соответствия второй нормальной форме в упрощенной формулировке следует переходить к задачам с использованием составного первичного ключа.

Третья нормальная форма. Таблица не должна содержать неключевые поля, которые зависят от других неключевых полей.

Здесь также требуется отработка навыка нахождения нарушений третьей нормальной формы. Кроме того, следует обратить внимание, что если в таблице была нарушена вторая нормальная форма и был составной первичный ключ, то замена составного первичного ключа искусственным одиночным не решит проблему, а приведет к нарушению уже не второй, а третьей нормальной формы.

Когнитивное правило 7. «Нормализация»

Нарушение любой из нормальных форм означает, что при проектировании была пропущена сущность. Атрибутами этой сущности являются именно те атрибуты, которые вызвали нарушение нормальной формы. Поэтому для нормализации необходимо выделить пропущенную сущность и установить ее связи с уже выделенными сущностями.

Шаг 9. Предварительные знания.

На этом шаге определяется информация, которую обучающийся должен знать до того, как начнет выполнять то или иное когнитивное правило.

Так как проектирование баз данных чаще всего требуется для решения учетных задач в хозяйственной деятельности предприятий и организаций, желательно, чтобы у обучающихся было общее представление о документах, которые используются при проведении хозяйственных операций, и о внешнем виде бланков этих документов.

Шаг 10. Частичная практика.

Согласно дереву составных навыков (табл. 2) часть навыков требует отработки до автоматизма. Для этого необходимо разработать ряд тренировочных упражнений, направленных на отработку следующих навыков:

- выявление сущностей и определение видов связей между ними;
- построение связи согласно выявленному типу;
- проверка на выполнение второй нормальной формы в упрощенной и обычной формулировках;
- нормализация до второй нормальной формы;
- проверка на выполнение третьей нормальной формы;
- нормализация до третьей нормальной формы.

ISSN 0234-0453 • INFORMATICS AND EDUCATION • 2022 • Volume 37 No 4

4. Выводы

Использование 4C/ID позволило разработать практикоориентированную методику преподавания проектирования баз данных. Ее применение показало достаточно высокую скорость освоения обучающимися всех требуемых навыков без глубокого погружения в математические основы теории реляционных баз данных. В то же время методика обучает действовать в соответствии с очень четкими формальными правилами, которые полностью согласованы с математической основой. Такой подход, с одной стороны, делает сам процесс проектирования баз данных строго формализованным и универсальным, а с другой — создает условия для быстрого освоения требуемых навыков.

Список источников / References

1. *Hamzah M. L., Rukun K., Rizal F., Purwati A.A.* A review of increasing teaching and learning database subjects in computer science. *Espacios*. 2019;(40(26)). Available at: http://www.revistaespacios.com/a19v40n26/19402606.html

2. *Mitrovic A., Suraweera P.* Teaching database design with constraint-based tutors. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2015;26(1):448–456. DOI: 10.1007/s40593-015-0084-6

3. *Светлов А. В.* Особенности методики преподавания курса «Базы данных» для направления подготовки бакалавриата «Прикладная информатика». *Вестник ВолГУ. Серия 6: Университетское образование*. 2012;(13):74–79.

[*Svetlov A. V.* Essentials of the teaching the database for undergraduate students in applied informatics. *Vestnik VolGU. Seriya 6. University Education*. 2012;(13):74–79. (In Russian.)]

4. *Титовская Н. В., Титовский С. Н.* Методика обучения будущих IT-специалистов проектированию и разработке баз данных на основе интерактивного подхода. *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева*. 2019;(4(50)):75–87.

[*Titovskaya N. V., Titovsky S. N.* Technique of teaching design and development of databases to future information technology experts. *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev*. 2019;(4(50)):75–87. (In Russian.). DOI: 10.25146/1995-0861-2019-50-4-164]

5. *Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж. Д., Уидом Дж.* Системы баз данных. Полный курс. М.: Вильямс; 2017. 1088 с.

[*Garcia-Molina H., Ullman J. D., Widom J.* Database systems: The complete book. Moscow: Williams; 2017. 1088 p. (In Russian.)]

6. *Карпова И. П.* Базы данных СПб.: Питер; 2013. 240 с.

[*Karpova I. P.* Databases. St. Petersburg, Piter; 2013. 240 p. (In Russian)]

7. *Храмов В. Ю.* Алгоритм синтеза схемы реляционной базы данных на основе функциональных зависимостей. *Информация и космос*. 2009;(1):93–101.

[*Khramov V. Yu.* Algorithm for synthesizing a relational database schema based on functional dependencies. *Information and Space*. 2009;(1):93–101. (In Russian.)]

8. *Brown A. H., Green T. D.* The Essentials of instructional design: Connecting fundamental principles with process and practice. 3rd ed. New York, Routledge; 2016. 232 p.

9. *Francom G. M.* Principles for task-centered instruction. In C. M. Reigeluth, B. J. Beatty, & R. D. Myers (Eds.). Instructional design theories and models: The learner-centered paradigm of education. New York, Routledge; 2017;(4):65–91. DOI: 10.4324/9781315795478

10. *Richards J. C.* Curriculum approaches in language teaching: Forward, central, and backward design. *RELC Journal*. 2013;44(1):5–33. DOI: 10.1177/0033688212473293

11. *Wiggins G., McTighe J.* The understanding by design guide to creating high-quality units. Alexandria, Virginia USA, ASCD; 2011.

12. *Frerejean J., Van Merriënboer J. J. G., Kirshner P. A., Roex A.* Designing instruction for complex learning: 4C/ID in higher education. *European Journal of Education*. 2019;54(4):513–524. DOI: 10.1111/ejed.12363

13. *van Merriënboer J. J. G., Kirschner P. A.* Ten steps to complex learning. a systematic approach to four component instructional design. 2nd ed. London, Routledge; 2012. DOI: 10.4324/9780203096864

14. *van Merriënboer J. J. G, Kester L., Paas F.* Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied Cognitive Psychology*. 2006;(20):343–352. DOI: 10.1002/acp.1250

15. *van Merriënboer J. J. G., Gros B., Niegemann H.* Instructional design in Europe: Trends and issues. In R. C. Reiser, J. V. Dempsey (Eds.). *Trends and Issues in Instructional Design and Technology*. 4th ed. 2018:192–198.

16. *Kirchner P. A., Sweller J., Clark R. E.* Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*. 2006;41(2):75–86. DOI: 10.1207/s15326985ep4102_1

17. *Marcellis M., Barendsen E., van Merriënboer J. J. G.* Designing a blended course in android app development using 4C/ID. *The 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*; 2018:1–5. DOI: 10.1145/3279720.3279739

18. *Pontes T., Miranda G., Celani G.* Algorithm-aided design with Python: Analysis of technological competence of subjects. *Education Sciences*. 2018;8(4). DOI: 10.3390/educsci8040200

19. *Chen P.* The entity-relationship model — toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*. 1976;1(1):9–36. DOI: 10.1145/320434.320440

20. *Codd E. F.* Extending the database relational model to capture more meaning. *ACM Transactions on Database Systems*. 1979;(4):397–434. DOI: 10.1145/320107.320109

Информация об авторе

Литвак Елена Геннадиевна, канд. экон. наук, доцент кафедры информационных технологий, Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики, г. Донецк, Донецкая Народная Республика; *ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-9123-5053; *e-mail:* alttt@yandex.ru

Information about the author

Elena G. Litvak, Candidate of Science (Economy). Assistant Professor at the Department of Information Technologies, Donetsk Academy of Management and Public Administration under the Head of Donetsk People's Republic, Donetsk, The Donetsk People's Republic; *ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-9123-5053; *e-mail:* altt@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 02.06.2022.
Поступила после рецензирования / Revised: 11.07.2022.
Принята к печати / Accepted: 02.08.2022.