

# Проблемы образования и подготовки специалистов в области радиотехнических и телекоммуникационных систем

DOI 10.24412/2221-2574-2023-2-46-55

УДК 004.414.2

## РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-ТРЕНАЖЕРА ПО ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

**Платонова Алла Сергеевна**

кандидат технических наук, доцент кафедры физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых».

E-mail: [allaplatonova@inbox.ru](mailto:allaplatonova@inbox.ru)

Адрес: 602264, Российская Федерация, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23.

*Аннотация:* Проблема дистанционного и онлайн образования, несмотря на окончание пандемии коронавируса, остается актуальной, пути её решения нацелены на долгосрочную перспективу. В данной статье рассмотрен процесс проектирования и реализации онлайн-тренажера для обучения студентов-бакалавров, чья будущая работа будет связана с информационными технологиями. Онлайн-тренажер предназначен для дистанционной поддержки дисциплины «Теория информации», главным образом для научения решать практические задачи по данной дисциплине. В основу проектирования онлайн-тренажера легла методология структурного анализа и проектирования информационных систем SADT. Программная реализация выполнена в виде веб-приложения. Разработанный программный комплекс дает возможность просматривать теоретический материал, проходить входное тестирование, знакомиться с образцами поэтапного решения разного типа задач, многократно самостоятельно тренироваться в решении задач и просматривать результаты.

*Ключевые слова:* пандемия, дистанционное образование, онлайн-тренажер, теория информации, информационная система, функциональная модель, модель структуры данных, программное обеспечение.

### Актуальность работы

В 2020 году из-за эпидемиологической ситуации миллионы российских студентов впервые в истории были переведены на дистанционное обучение. Переход от традиционного образования к дистанционному стал необходимостью, что повлекло за собой создание эффективных технологий дистанционного образования, активный рост объема инвестиций в онлайн-образование, поиск правильных комбинаций оффлайн и онлайн форматов для получения наилучшего результата [1].

В период пандемии университетами в «удаленном формате» было реализовано более миллиона курсов (дисциплин), включая лекции, семинарские и практические занятия. Аб-

солютное большинство курсов были проведены в срок и не перенесены на другие семестры. Но проблем очень много: только 11% вузов имеют цифровую инфраструктуру, достаточную для полноценной организации обучения в онлайн и размещения контента на собственных мощностях; у преподавателей отсутствует возможность выбора цифровых инструментов и подходов к проведению занятий в дистанционной форме и т.п. Поэтому министерство науки и высшего образования ставит задачу развития цифровых инструментов и цифрового контента, нужных для организации и проведения в онлайн-формате практических занятий, виртуальных лабораторий, использования симуляторов, виртуальной и дополненной реальности [2].

За рубежом, например, в США, в начальный период пандемии высшее онлайн-обучение было скорее бессистемным, и около 60% всех преподавателей не поставили оценку «отлично» за удовлетворенность своих образовательных потребностей онлайн-курсами. Но в течение года ситуация менялась, онлайн-образование проходило в разных форматах — от профессоров, читающих лекции через Zoom, до сложных мультимедийных курсов, разработанных профессиональными дизайнерами учебных пособий. Уже в 2021 году, ситуация стабилизировалась, и, например, 82% преподавателей Гарвардского университета были бы не против добавлять цифровые инструменты на повседневных очных занятиях [3].

В данной статье предлагается рассмотреть процесс создания курса по дисциплине «Теория информации» с помощью современных информационных технологий, как дополнительного средства обучения студентов-бакалавров в «удаленном формате». Теория информации представляет собой математическую теорию, посвященную измерению количества информации, преобразованию информации, передаче информации по линиям связи, изучению методов построения различных кодов [4]. Как учебная дисциплина, Теория информации входит в учебные планы многих «IT-специальностей», например, Прикладной математики и информатики, Информационной безопасности и других. Изучается, как правило, на 2 курсе студентами МГУ им. М.В. Ломоносова, ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, ННГУ им. Лобачевского, МГТУ им. Баумана и других вузов.

Цель работы: создание онлайн-тренажера по дисциплине «Теория информации». Онлайн-тренажер должен обеспечивать генерацию теоретического минимума, вопросов для входного тестирования, образцов решений заданий, задач для самостоятельной тренировки и предусматривать средства для выполнения этих заданий.

### **Аналоги и требования к разработке**

Рынок онлайн-образования очень разнообразен — это массовые открытые онлайн-курсы (такие как Coursera, EdX, Udacity, Udemu), образовательные платформы широкого профиля, b2b-решения (в первую очередь, различные LMS), обучающие мобильные приложения и компьютерные игры, инструменты для видеоконференций, виртуальные уроки с преподавателями и многое другое [1]. В ходе исследования предметной области найдены следующие информационные системы — аналоги: «Яндекс. Практикум», «Stepik» «Codecademy», «Data Camp», «Coursera», «Проект тренажер», «Skillbox», «Khan academy». В большинстве из них содержится теоретический материал для изучения учебных дисциплин и общеобразовательных предметов, есть возможность протестировать знания, присутствует быстрая обработка результатов, предлагаются образцы решения, есть модули статистики.

Также аналоги были проанализированы с точки зрения возможности поэтапного решения учебных задач. Примеры и задачи, решаемые в рамках Дисциплины «Теория информации», являются достаточно сложными и трудоёмкими. Сложность задач увеличивается по мере изучения разделов, начиная с измерения информации и заканчивая кодированием. Поэтому использование одного лишь тестирования с вводом ответа или выбором варианта ответа для проверки умений решать задачи не является достаточным для усвоения учебного материала. Кроме этого, хотелось бы, чтобы обучающемуся, который неправильно выполнил задание, выдавалась бы подсказка, на что обратить внимание, чтобы в следующий раз решить верно. Аналоги, перечисленные выше, не в полной мере подходят для изучения курса по дисциплине «Теория информации».

### **Структура курса**

Для разработки структуры курса дисциплины «Теория информации» были проанализированы учебные и учебно-методические пособия:

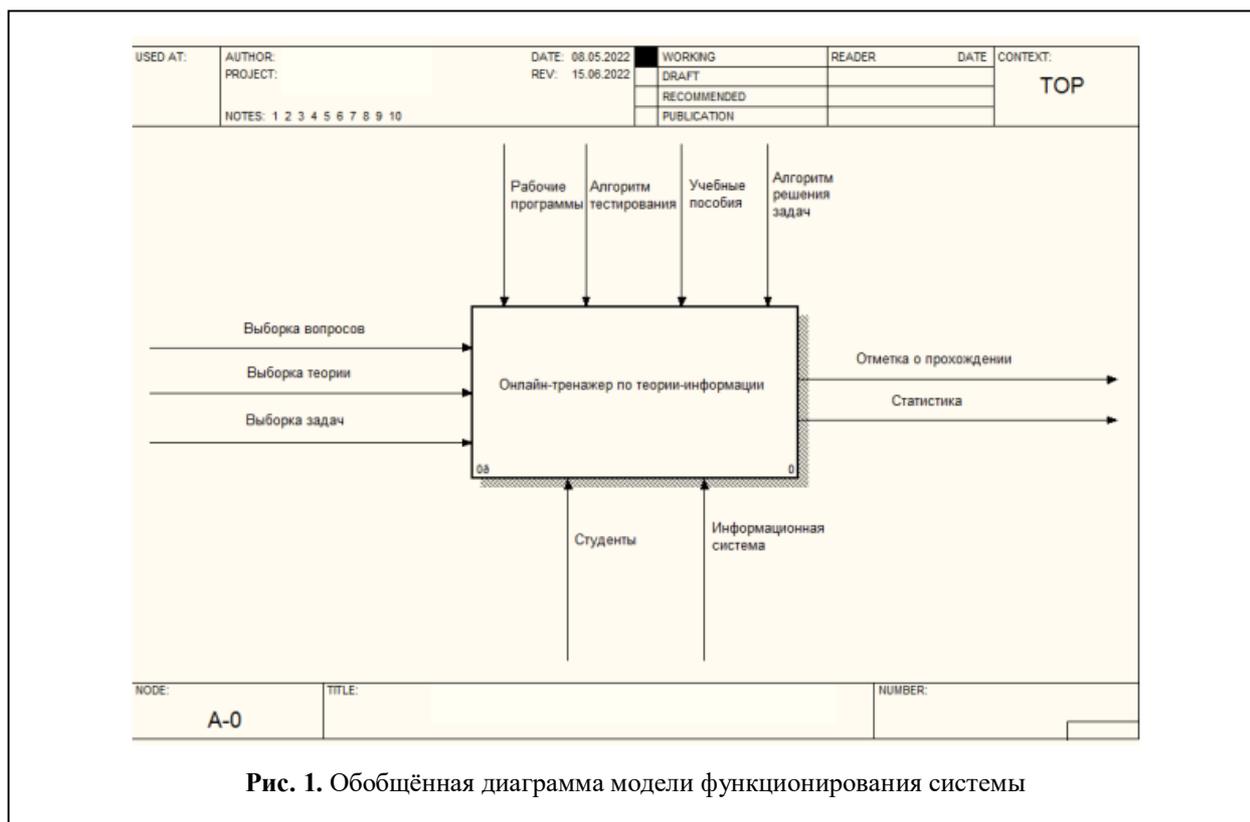


Рис. 1. Обобщённая диаграмма модели функционирования системы

«Основы теории информации» О.В. Мотовиловой, «Теория информации и кодирования» Д.Е. Чикрина, «Теория информации и кодирования» Е.В. Гошина, «Теория информации» В.В. Лидовского, «Теория информации» И.В. Блиновой, В.В. Котенко. Курс дисциплины «Теория информации» состоит из следующих основных разделов: понятие информации; измерение информации; информационная энтропия; избыточность источника; условная энтропия объединённого источника; эффективное кодирование информации; помехоустойчивое кодирование информации; циклическое коды.

По каждому из разделов на лекционных занятиях изучается теоретический материал, на практических — решаются задачи. Например, раздел «Эффективное кодирование информации» включает изучение методов кодирования информации по Шеннону — Фано, Хаффману и арифметическое кодирование, а затем решение трёх типовых задач по написанию кодов в соответствии с каждым из изученных алгоритмов. В указанных выше учебных пособиях по

теории информации были подобраны типовые задачи по всем разделам, текстовые описания хода решения, составлена последовательность поэтапного решения каждой из задач.

### Функциональная модель информационной системы

Одной из методологий проектирования информационных систем, а в основе разрабатываемого онлайн-тренажера будет лежать информационная система, является методология структурного анализа и проектирования SADT. Методология представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной модели объекта какой-либо предметной области. Функциональная модель SADT отображает функциональную структуру объекта, т.е. производимые им действия и связи между этими действиями [5].

Нотация IDEF0 — это часть методологии SADT, нотация графического моделирования, используемая для создания функциональной модели, отражающей структурированное изоб-

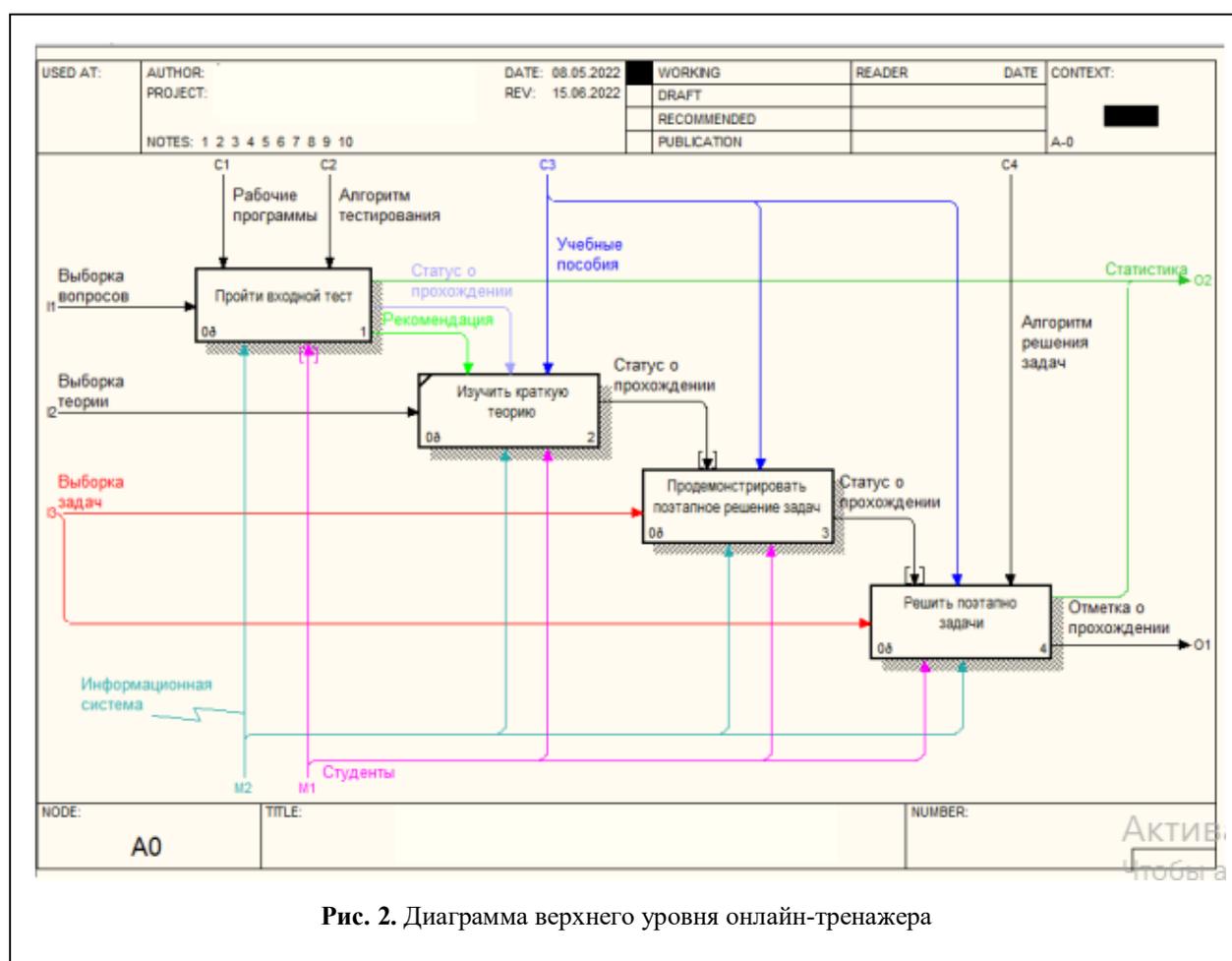


Рис. 2. Диаграмма верхнего уровня онлайн-тренажера

ражение функций производственной системы или среды, а также информации и объектов, связывающих эти функции [6]. С помощью методологии IDEF0 любая система представляется в виде набора взаимодействующих между собой функциональных блоков. Блоки отображают процессы, операции, действия, которые происходят в исследуемой системе.

В процессе проектирования онлайн-тренажера была создана контекстная диаграмма системы. Контекстная диаграмма позволяет определить входные, выходные данные, информацию, управляющую действиями работы, и ресурсы, выполняющие её (рис. 1).

Входными данными для обработки результатов являются выборки вопросов, задач и теоретического материала. Управляющие потоки несут информацию, состоящую из условий, выполнение которых приведёт к правильному выходу из блока. В нашем случае таковыми

являются рабочие программы, алгоритмы тестирования, учебные пособия, алгоритмы решения задач. Механизмами, то есть ресурсами, выполняющими работу, являются обучающиеся и информационная система. После анализа и обработки ответов обучающихся, система сохраняет их в базу данных и формирует статистику успеваемости по каждому этапу решения задачи. Диаграмма верхнего уровня, детализируется на подчинённой диаграмме (рис. 2).

На диаграмме видно, что обучающийся выполняет небольшое входное тестирование. После обработки результатов тестирования информационная система выдает рекомендацию по достижению наилучших результатов в дальнейшей тренировке решения задач. Затем обучающийся может ознакомиться с краткими теоретическими сведениями, изучить образцы решения заданий и приступить к самостоятельной тренировке по решению задач.

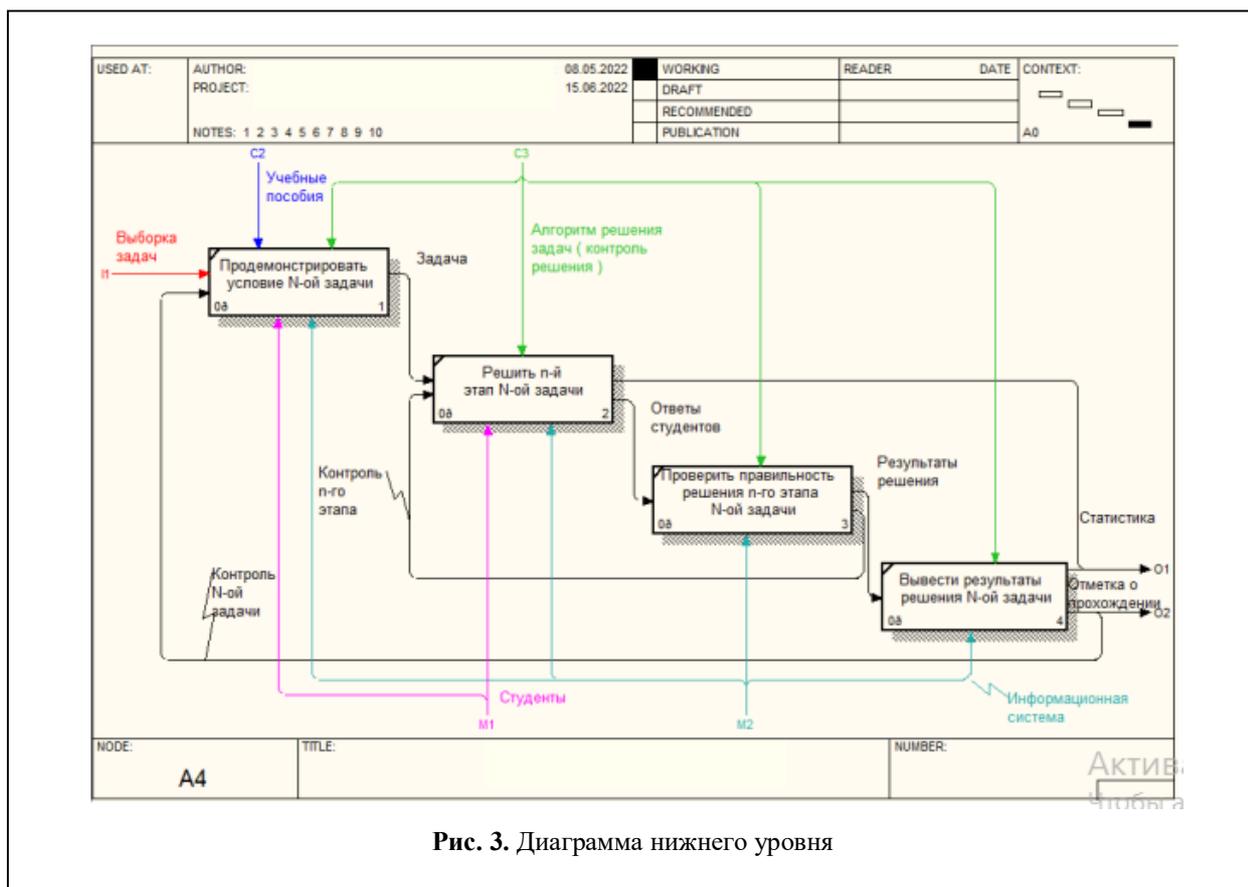


Рис. 3. Диаграмма нижнего уровня

Подробнее разберём модуль поэтапного решения задач. Это самая важная часть системы, так как главная цель работы — это тренировка навыков решения задач, запоминание формул и последовательности действий (рис. 3). Программа по запросу студента выводит условие задачи, активируется первый этап решения, программа анализирует правильность ответа. Если ответ верный, то открывается следующий этап решения, если нет — останавливаемся, пока решение не будет верным. Число попыток настраивается преподавателем, что позволяет обучающемуся вырабатывать внимательность, анализировать текущую ситуацию, не допускать ошибок в конечном ответе. Результаты решений будут сохраняться в базе данных, обучающийся и преподаватель смогут с ними ознакомиться.

### Модель структуры данных

Распространённой нотацией моделирования сущностей и связей является нотация IDEF1X.

Модель структуры данных, построенная с помощью IDEF1X, максимально полно отображает реальное состояние моделируемого объекта [7]. Наиболее удобно представлять данные с помощью двумерных таблиц. Это очень удобно ещё и с той точки зрения, что использование метода IDEF1X наиболее целесообразно для построения логической структуры реляционной базы данных [8]. В базе данных системы должны храниться учебные материалы (теоретические сведения, образцы решений задач), банк задач (условия, этапы решения, варианты ответов), банк вопросов входного тестирования (вопросы, варианты ответов), накапливаемая статистика решений тестов и задач, служебные данные, необходимые для функционирования системы. Информация в базе данных должна быть организована так, чтобы обеспечить минимальную долю её избыточности.

На рис. 4 показан фрагмент логической модели данных, описывающий понятия предмет-

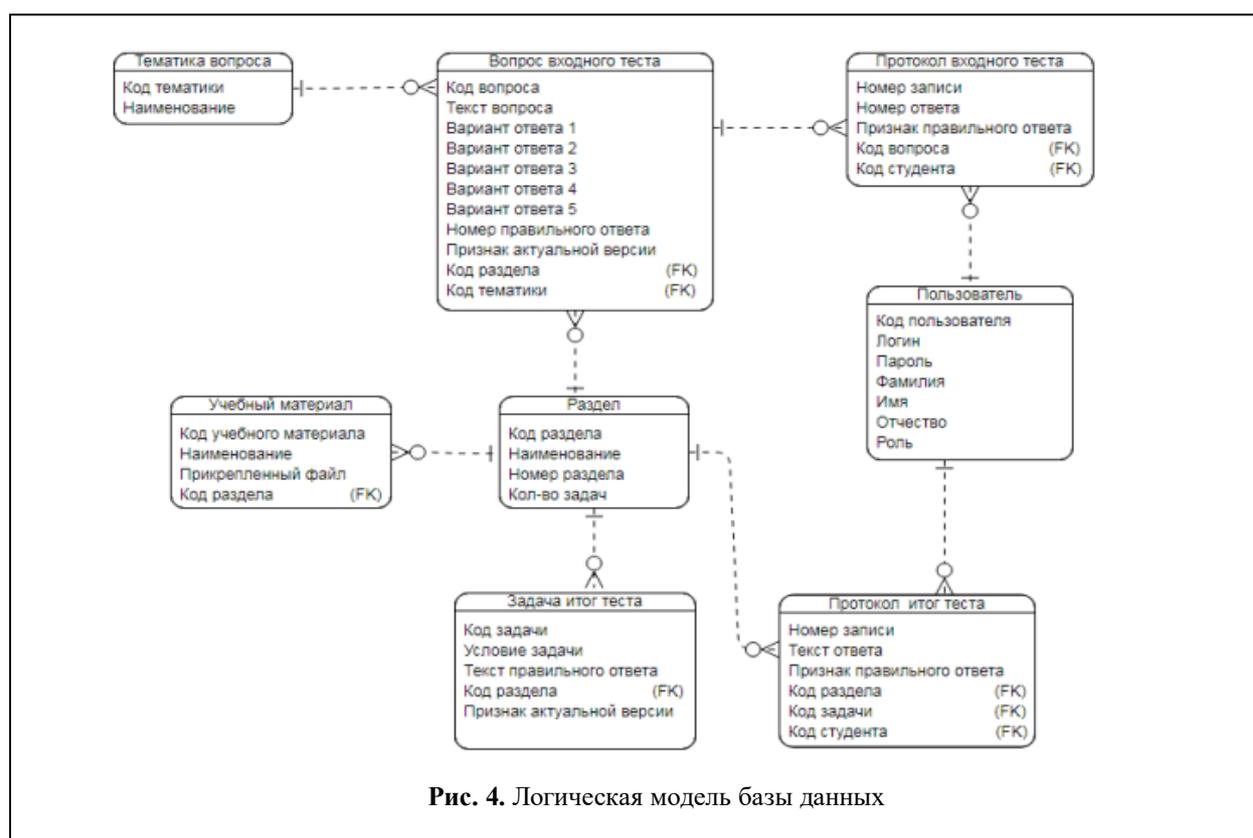


Рис. 4. Логическая модель базы данных

ной области, их взаимосвязь в рамках входного тестирования. На основе логической модели данных создана физическая модель базы данных. Для разработки физической модели базы данных онлайн-тренажера была выбрана система управления данными MySQL.

#### Программное обеспечение

Разработка моделей информационной системы онлайн-тренажера позволила написать алгоритмы функционирования системы и создать программные средства для её реализации. В качестве варианта исполнения онлайн-тренажера выбран интерактивный веб-сайт. В рамках решаемой задачи этот выбор является объективно лучшим. В основе функционирования веб-сайта лежат веб-сервер, набор статических данных (текст и изображения), динамические интерактивные элементы и база данных.

Основными пользователями системы являются преподаватели и студенты. В зависимости от типа учётной записи пользователи по-

лучают доступ к тому или иному контенту, с теми или иными правами. Например, пользователь студент имеет право просматривать учебный материал, но не имеет прав на его редактирование.

Обучающийся входит в систему под своими учётными данными. Далее ему предоставляется возможность переходить в структуру курса, выбирать нужный раздел, знакомиться с краткими теоретическими сведениями, проходить входное тестирование, изучать образцы пошаговых решений задач и многократно тренироваться решать задачи (рис. 5–9).

Учётные записи преподавателей имеют права редактирования учебных материалов (теоретических сведений, вопросов и задач), а также просмотра результатов успеваемости студентов (рис. 10–12).

Кроме этих двух типов учётных записей есть администраторы (права редактирования учётных записей) и гости (только просмотр основных сведений об онлайн-тренажере).

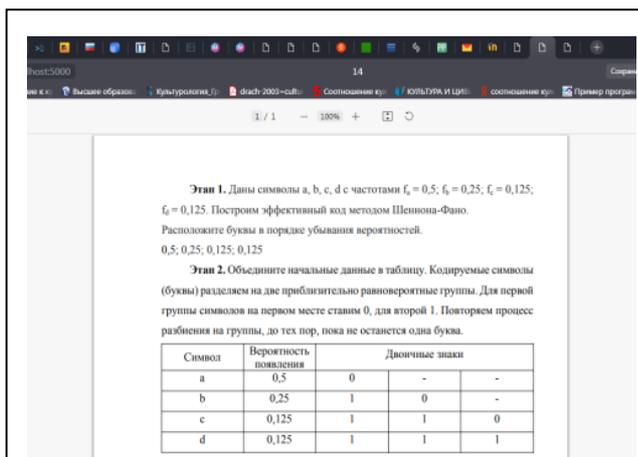


Рис. 5. Окно изучения образца пошагового решения задачи кодирования информации

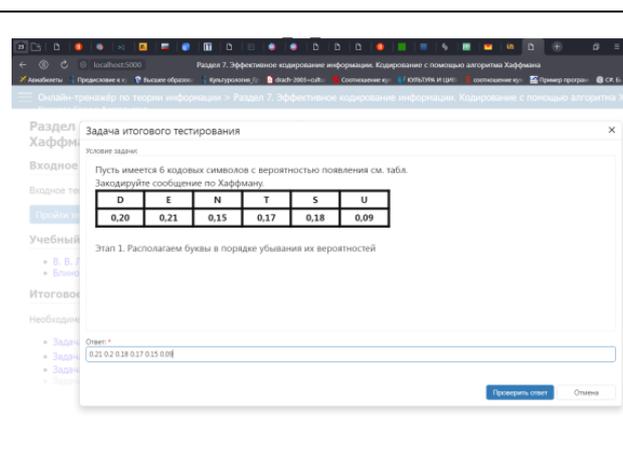


Рис. 6. Окно поэтапного решения задачи кодирования информации методом Хаффмана (этап 1)

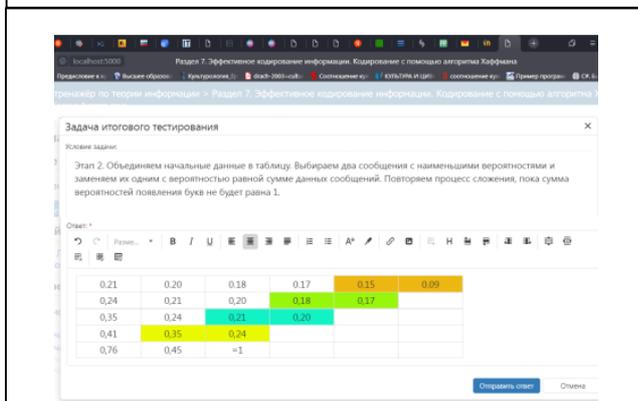


Рис. 7. Окно поэтапного решения задачи кодирования информации методом Хаффмана (этап 2)

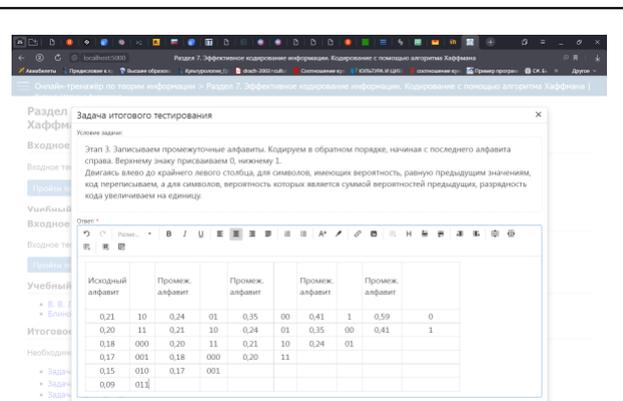


Рис. 8. Окно поэтапного решения задачи кодирования информации методом Хаффмана (этап 3)

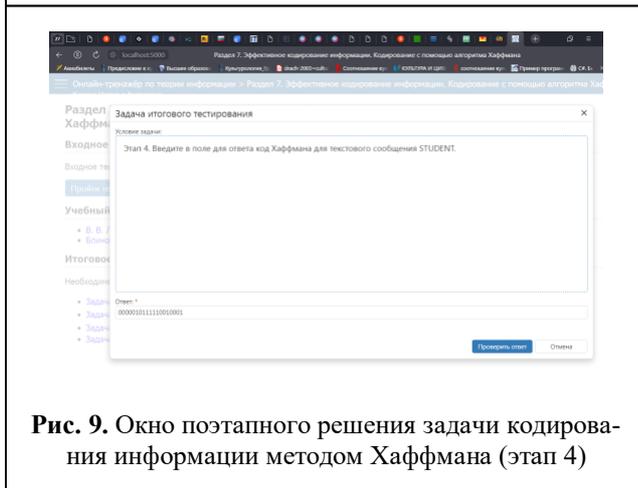


Рис. 9. Окно поэтапного решения задачи кодирования информации методом Хаффмана (этап 4)

### Выводы

Повышенный интерес к проблемам дистанционного и онлайн-образования, сложившийся в условиях пандемии, нацелен на решение не

только кратковременных трудностей, возникших в экстремальной ситуации, но и на долговременную перспективу [9]. Встаёт задача — не только не останавливаться на том, что уже сделано, но и нарастить применение цифровых технологий, отработать новые методики онлайн-обучения и при этом сохранить высокое качество образования [10].

В данной статье рассмотрен вопрос создания онлайн-тренажера как дополнительного инструмента для поддержки учебной дисциплины «Теории информации». Онлайн-тренажер является одним из форматов использования современных информационных и образовательных технологий и предназначен главным образом для целенаправленной тренировки в процессе многократного выполне-



[Электронный ресурс]: The New York Times. 2022. URL: <https://www.nytimes.com/2022/10/06/education/learning/online-learning-higher-education.html> (дата обращения 10.02.2023)

4. Блинова И.В., Попов И.Ю. Теория информации. Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2018. 84 с.

5. Вендров, А.М. CASE-технологии современные методы и средства проектирования информационных систем. Москва: Финансы и статистика, 2008. 176 с.

6. Киселев Д.Ю. Функциональное моделирование на базе стандарта IDEF0: метод, указания / сост. Д.Ю. Киселев, Ю.В. Киселев, А.В. Вавилин. Самара: Изд-во СГАУ, 2014. 20 с.

7. Кара-Ушианов В.Ю. Модель «Сущность – Связь»: учебное пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2017. 64 с.

8. Цуканова О.А. Методология и инструментальный моделирования бизнес-процессов: учебное пособие СПб.: Университет ИТМО, 2015. 100 с.

9. Ракачев Д.Н. Вуз в условиях пандемии: дистанционное обучение в оценках преподавателей и студентов [Электронный ресурс]: Социологические интерпретации // Южно-российский журнал социальных наук. 2020. Т. 21. №4. С. 103–120. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vuz-v-usloviyah-pandemii-distantsionnoe-obuchenie-v-otsenkah-prepodavateley-i-studentov/viewer> (дата обращения 10.01.2023)

10. Интерфакс: сайт. 1991-2023. URL: <https://academia.interfax.ru/ru/interview/articles/5867/> (дата обращения 10.02.2023)

11. Platonova A.S. Multiparameter control of schoolchildren's mastery of the basic educational program // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019.

Поступила 11 февраля 2023 г.

English

## ONLINE SIMULATOR DEVELOPMENT FOR INFORMATION THEORY

**Alla Sergeevna Platonova** — PhD, Associate Professor of Department of Physics and Applied Mathematics, Murom Institute (branch) “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs”.

E-mail: [allaplatonova@inbox.ru](mailto:allaplatonova@inbox.ru)

Address: 602264, Russian Federation, Vladimir region, Murom, Orlovskaya St., 23.

**Abstract:** The Covid-19 pandemic radically changed and disrupted the existing higher education system. Teachers and students were forced to switch over to remote education. There was a pressing need to use existing and develop new online courses. However, some students were already using online courses for their studies before the pandemic. Therefore, problem solution for improving and developing new modern educational tools, methods of their application in the educational process is not a short-term order, but is intended to a long-term outlook. The article considers design and implementation process of online simulator for Information Theory academic subject for bachelors majoring in IT areas, for example, Applied Mathematics and Informatics, Information Security. The training course structure was elaborated for which the core units of the academic subject were defined. Information system subject field of the online simulator is analyzed, the requirements for the system being created are stated, namely, ensuring the generation of information theory theoretical minimum, questions for initial check, examples of task phased solution, tasks for multiple self-training and the choice of sophisticated tools to implement these requirements. Models of the online simulator operation were developed via SADT (Structured Analysis and Design Technique). A set of function block diagrams of the information system was obtained using IDEF notations. The development was continued by constructing data structure model using IDEF1X notation. This made it possible to start straightforward construction of system database physical model. Web-based application was chosen as the development result and as part of the software implementation of the online simulator. Information Theory is one of the fundamental for engineering and IT academic subjects, it provides knowledge in the area of measurement, compression, encoding of information, data transmission over communication channels amid interference. The major goal of developing an online simulator is to teach a student to solve practical problems step by step, stage by stage. The developed software package makes it possible to use it as a complementary learning tool, as well as self-guided course for mastering Information Theory academic subject.

**Keywords:** pandemic, remote education, online simulator, Information Theory, information system, functional model, data structure model, software.

## References

1. *Cherepanova Yu.* Between the first and the second: online education in the wake of the pandemic [Electronic source]: Education, education in Russia and abroad. Forbes Media LLC. URL: <https://education.forbes.ru/authors/online-education-vs-covid> (access date 12.02.2023).
2. Analytical report "Lessons of the "stress test": universities in the context of a pandemic and after it" [Electronic source]: Portal of Federal state educational standards of higher education. URL: [https://www.tsu.ru/upload/medialibrary/add/uroki-stress\\_testa-vuzy-v-usloviyakh-pandemii-i-posle-nee.pdf](https://www.tsu.ru/upload/medialibrary/add/uroki-stress_testa-vuzy-v-usloviyakh-pandemii-i-posle-nee.pdf) (access date 12.02.2023)
3. *Marcus J.* With Online Learning, 'Let's Take a Breath and See What Worked and Didn't Work'. The New York Times, 2022. URL: <https://www.nytimes.com/2022/10/06/education/learning/online-learning-higher-education.html> (access date 10.02.2023)
4. *Blinova I.V., Popov I.Yu.* Information theory. Study guide. Saint Petersburg: ITMO University, 2018. 84 p.
5. *Vendrov, A.M.* CASE-technologies modern methods and means of designing information systems. Moscow: Finansy i statistika, 2008. 176 p.
6. *Kiselev D.Y., Kiselev Yu.V., Vavilin A.V.* Functional modeling based on the IDEF0 standard: method. instructions. Samara: Publishing House of SSAU, 2014. 20 p.
7. *Kara-Ushanov V.Yu.* The "Essence – Connection" model: a textbook. Yekaterinburg: UrFU, 2017. 64 p.
8. *Tsukanova O.A.* Methodology and tools for modeling business processes: textbook St. Petersburg: Universitet ITMO, 2015. 100 p.
9. *Rakachev D.N.* University in the conditions of a pandemic: distance learning in the assessments of teachers and students [Electronic source]: Sociological interpretations. South Russian Journal of Social Sciences. 2020. Vol. 21. No. 4. Pp. 103–120. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vuz-v-usloviyah-pandemii-distantsionnoe-obuchenie-v-otsenkah-prepodavateley-i-studentov/viewer> (access date 10.01.2023)
10. Interfaks: site. 1991–2023. URL: <https://academia.interfax.ru/ru/interview/articles/5867/> (access date 10.02.2023)
11. *Platonova A.S.* Multiparameter control of schoolchildren's mastery of the basic educational program. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019.