

ВЕСТНИК МГПУ.

**СЕРИЯ «ИНФОРМАТИКА
И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ».**

**MCU JOURNAL OF INFORMATICS
AND INFORMATIZATION
OF EDUCATION**

№ 4 (58)

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC JOURNAL

**Издается с 2003 года
Выходит 4 раза в год**

**Published since 2003
Quarterly**

**Москва
2021**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Реморенко И. М. председатель	ректор ГАОУ ВО МГПУ, доктор педагогических наук, доцент, почетный работник общего образования Российской Федерации, член-корреспондент РАО
Рябов В. В. заместитель председателя	президент ГАОУ ВО МГПУ, доктор исторических наук, профессор, член-корреспондент РАО
Геворкян Е. Н. заместитель председателя	первый проректор ГАОУ ВО МГПУ, доктор экономических наук, профессор, академик РАО
Агранат Д. Л. заместитель председателя	проректор по учебной работе ГАОУ ВО МГПУ, доктор социологических наук, доцент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Григорьев С. Г. главный редактор	доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАО
Корнилов В. С. заместитель главного редактора	доктор педагогических наук, профессор
Бидайбеков Е. Ы.	доктор педагогических наук, профессор (КазНПУ им. Абая, Республика Казахстан)
Бороненко Т. А.	доктор педагогических наук, профессор (ЛГУ им. А. С. Пушкина, г. Санкт-Петербург)
Бубнов В. А.	доктор технических наук, профессор
Гриншкун В. В.	доктор педагогических наук, профессор, академик РАО
Краснова Г. А.	доктор философских наук, профессор
Кузнецов А. А.	доктор педагогических наук, профессор, академик РАО
Курбацкий А. Н.	доктор физико-математических наук, профессор (БГУ, Республика Беларусь)
Уваров А. Ю.	доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник

Мнение редакционной коллегии не всегда совпадает с мнением авторов.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

СОДЕРЖАНИЕ

Педагогическая информатика

Левицкий М. Л., Заславская О. Ю. Подходы к трансформации содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности..... 7

Дидактические аспекты информатизации образования

Гриншкун В. В., Заславский А. А. Иерархическая структура алгоритмов построения индивидуальных образовательных траекторий..... 15

Инновационные педагогические технологии в образовании

Белоус И. А., Клюкман М. В., Ковырнев М. В., Пяткова И. А., Сорока Д. Г. Внедрение и апробация сценариев геймификации в лабораторный практикум 21

Григорьев С. Г., Курносенко М. В. STEM-проектирование в подготовке магистров по профилю «Мехатроника, робототехника и электроника в образовании» 32

Реброва И. Ю., Стоянова Ю. В. Кейс-метод: вопросы формулировки и методологии оценивания..... 41

Электронные средства поддержки обучения

Булгаков В. В. Расширение функциональных возможностей электронных образовательных ресурсов на примере программы FireTest..... 48

Денищева Л. О., Сафуанов И. С., Семеняченко Ю. А., Ушаков А. В., Чугунов В. А. Математическое моделирование — важнейший этап формирования математической грамотности в условиях запросов современного общества 60

Серышев Р. В. Практика применения компьютерных обучающих игр в образовательном процессе бакалавриата экономических специальностей..... 84

Развитие сети открытого дистанционного образования

- Ахмедзянов Д. А., Кудоярова В. М., Кишалов А. Е.
Реализация и развитие системы дистанционного обучения
в технических вузах 94

Менеджмент образовательных организаций

- Бернадинер М. И. Подходы к формированию
предпринимательских компетенций у студентов вузов 111

Формирование информационно-образовательной среды

- Бешенков С. А., Шутикова М. И., Рямов Р. Ф. Факторы
развития цифровой образовательной среды 118
Чупахина Я. В. Наукометрические базы данных в цифровой
образовательной среде вуза 125

Авторы «Вестника МГПУ. Серия «Информатика

и информатизация образования», 2021, № 4 (58) 136

Требования к оформлению статей 143

CONTENTS

Pedagogical Informatics

- Levitsky M. L., Zaslavskaya O. Yu. Approaches to Transforming the Content and Teaching Methods of Primary School Students in the Context of Using the Technology of Augmented Virtuality 7

Didactic Aspects of Education Informatization

- Grinshkun V. V., Zaslavskiy A. A. Hierarchical Structure of Algorithms for Building Individual Educational Pathways 15

Innovative Pedagogical Technologies in Education

- Belous I. A., Klyukman M. V., Kovyrnev M. V., Piatkova I. A., Soroka D. G. Implementation and Testing of Gamification Scenarios in a Laboratory Workshop 21
- Grigoriev S. G., Kurnosenko M. V. Stem-Designing in the Training of Masters in the Profile «Mechatronics, Robotics and Electronics in Education» 32
- Rebrova I. Yu., Stoyanova Yu. V. Case Method: Questions of Formulation and Assessment Methodology 41

Electronic Means of Teaching Support

- Bulgakov V. V. Expanding the Functionality of Electronic Educational Resources Using the Example of the FireTest Program 48
- Denishcheva L. O., Safuanov I. S., Semenyachenko Yu. A., Ushakov A. V., Chugunov V. A. Mathematical Modeling is the Most Important Stage of the Formation of Mathematical Literacy in the Conditions of the Demands of Modern Society 60
- Seryshev R. V. Practice of Using Computer Training Games in the Educational Process of Undergraduate Economics Majors 84

Development of Open Distance Education Network

- Akhmedzyanov D. A., Kudoyarova V. M., Kishalov A. E.
Realization and Development of the System of Distance Learning
in Technical Universities 94

Management of Educational Organizations

- Bernadiner M. I. Approaches to the Formation
of Entrepreneurial Competencies of University Students 111

Development of Information Educational Environment

- Beshenkov S. A., Shutikova M. I., Ryamov R. F. Factors
of Development of the Digital Educational Environment 118
Chupakhina Ya. V. Scientometric Databases in the Digital
Educational Environment of the University 125

**Authors of the MCU Journal of Informatics and Informatization
of Education, 2021, № 4 (58).....**

- 136
Requirements for Registration of Articles 143

УДК 372.862

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.01

**М. Л. Левицкий,
О. Ю. Заславская**

**Подходы к трансформации
содержания и методов обучения
учащихся основной школы
в условиях использования технологии
дополненной виртуальности¹**

В статье рассмотрены различные аспекты применения дополненной виртуальности в образовании, сформулирован ряд преимуществ, влияющих на трансформацию содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности.

Ключевые слова: информатизация образования; теория и методика обучения информатике; иммерсивные технологии; технологии дополненной виртуальности.

На сегодняшний день, особенно когда практически все страны столкнулись с необходимостью осуществлять удаленное, дистанционное и смешанное обучение из-за ограничений, вызванных распространением коронавируса, актуальными становятся вопросы, связанные с трансформацией содержания и методов обучения учащихся основной школы и стремительным развитием средств обучения (см., например, [1–5]). Все это определяет необходимость эффективного применения технологий иммерсивного обучения (см., например, [6]). Теперь учащийся

¹ Статья подготовлена в рамках проекта РФФИ №19-29-14153 «Фундаментальные основы трансформации содержания и методов общего образования в результате использования учащимися технологии дополненной виртуальности (на примере обучения информатике)», выполняемого в отделении философии образования и теоретической педагогики Российской академии образования.

может сразу перейти к учебному курсу, осуществлять подготовку на основании индивидуальной образовательной траектории, стать активным участником процесса обучения. Технологии дополненной виртуальности позволяют поместить учащегося в интерактивную среду, что дает возможность успешнее формировать и развивать необходимые компетенции, получать практический опыт и обеспечивать овладение необходимыми знаниями и умениями.

Поскольку мы рассматриваем трансформацию содержания и методов обучения учащихся основной школы, то предполагаем, что в данном случае иммерсивное обучение опирается на использование технологии дополненной виртуальности.

С помощью специальных технологий дополненной виртуальности и дизайна создаются реалистичные, похожие на жизнь среды, переносящие учащегося в виртуальный мир, в котором можно осуществить отработку специфических навыков, сформировать уникальный опыт. Например, учащийся может виртуально оказаться в космическом пространстве и узнать о технологиях выращивания растений на космической станции гораздо больше, чем просто прочитав книги и статьи или прослушав рассказ учителя.

Дополненная виртуальность позволяет изменить способ нашего взаимодействия с различными мобильными приложениями, обладающими визуальным графическим интерфейсом. Фактически дополненная виртуальность способна добавлять реальные объекты в компьютерную графику и информационную обучающую среду. Обучение с помощью элементов дополненной виртуальности может стать более интерактивным, интересным и мотивирующим, позволяет создавать визуальные примеры различных научных концепций, законов, явлений, добавлять игровые элементы с целью эффективной поддержки изучаемого материала.

В настоящее время, когда учащимся и студентам приходится заниматься не выходя из дома, стала очевидной необходимость целенаправленной деятельности по повышению эффективности обратной связи с преподавателем в связи с тем, что очень трудно удерживать внимание обучающихся, если проводить удаленные занятия в традиционном формате применения информационных и телекоммуникационных технологий. Эти и другие причины объясняют, почему приложения электронного обучения с интересом принимают технологию дополненной виртуальности (Augmented Virtuality (AV)). Приложения электронного обучения с поддержкой AV визуализируют расширенный объект на экране и воспроизводят трехмерные примеры научных концепций, что позволяет учащимся лучше учиться и взаимодействовать. На основе вышесказанного и проведенного анализа отметим ряд преимуществ, влияющих на трансформацию содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности:

Повышение эффективности системы обучения. Целенаправленное и обоснованное применение технологии дополненной виртуальности в образовании позволяет учащимся получать знания с помощью ярких визуальных

эффектов и погружения в предмет. Кроме того, речевые технологии также помогают студентам, предоставляя исчерпывающие сведения по теме в голо-совом формате.

Повышение мобильности обучения. Режим мобильного обучения, который помогает реализовать технология дополненной виртуальности, позволяет осуществить обучение в любое время, в любом месте, с любым (иногда и недоступным в реальности) оборудованием. Все это существенно влияет на стоимость учебных материалов (снижает ее) и делает обучение доступным для всех.

Повышение эффективности практического обучения. Технологии дополненной виртуальности могут оказать существенную помощь в организации эффективной профессиональной подготовки. Они предоставляют возможности освоить такие профессиональные направления, которые в реальности требуют весьма долгой, иногда многолетней практической отработки навыков. Например, можно готовить еду, выполнять операции или управлять космическим кораблем, самолетом, общественным транспортом, не подвергая опасности других и не тратя материальные ресурсы на такую предварительную подготовку.

Повышение интереса и активности обучающихся. Геймификация AV и системы образования может сделать отношение к ней студентов более позитивным. Технологии дополненной виртуальности делают обучение интересным, увлекательным и более легким, а также обеспечивают эффективность совместной работы и расширяют возможности работы в команде в целом. Они предоставляют широкие возможности преподавателю сделать занятия менее утомительными, привнося в них высокую интерактивность.

Выделим основные принципы трансформации содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности:

1. *Ведущая роль визуализации.* Текстовые учебные материалы больше не являются самым важным фактором в системе обучения. Значимость учебных материалов теперь в равной степени разделяется между аспектом презентации и технологией. Необходимо создать реалистичную среду, организовать обучение в этой среде, свободной от отвлекающих факторов. Все это позволяет лучше понимать изучаемые положения и способствует более длительному сохранению полученных знаний. Создание реалистичных сценариев и симуляций дает учащимся практические знания по изучаемой теме. Это могут быть навыки межличностного общения или техническое обучение.

2. *Использование эффекта присутствия.* Все курсы иммерсивного обучения обладают высокой интерактивностью, в отличие от их традиционных версий. Например, чтобы изучить внутреннее строение Земли, традиционный курс будет использовать диаграмму, на каждой части которой можно щелкнуть мышью, чтобы узнать больше. Если при изучении использовать технологию дополненной виртуальности с эффектом присутствия, то тогда все строение

Земли становится трехмерным объектом, позволяя учащемуся исследовать и изучать мельчайшие детали основных слоев Земли. Конечно, сопровождающий информационный текст необходим, но сам визуальный подход обладает мощным эффектом и помогает лучше разобраться и запомнить необходимую информацию.

Иммерсивное обучение обеспечивает безопасную среду, как умственную, так и физическую, для обучения и овладения навыками. Наибольшую популярность при использовании дополненной виртуальности приобретают симуляторы. Симуляторы вождения, полета, управления атомной (космической, подводной и др.) станцией помогают научиться управлять соответствующим объектом, прежде чем они (обучающиеся) перейдут к работе в реальной жизни. Будь то инструкции или действия, каждое движение в учебном курсе с эффектом присутствия приводит в AV к мгновенной обратной связи. Это помогает лучше оттачивать будущие профессиональные навыки.

Технологии дополненной виртуальности расширяют возможности для образовательных экскурсий и лабораторных занятий. Образовательные экскурсии зачастую бывают ограничены стоимостью, расстоянием и доступностью, но дополненная виртуальность устраняет эти препятствия и предоставляет здесь почти безграничные возможности.

3. Обучение через деятельность. Традиционный курс электронного обучения разработан, чтобы помочь учащемуся последовательно переходить от одного элемента изучения к другому. При использовании учебного курса, реализованного на основе технологии дополненной виртуальности, эффект присутствия становится неотъемлемой частью курса. Учащийся может путешествовать по виртуальной среде и попутно исследовать, экспериментировать, учиться и взаимодействовать. Рассмотрим, например, учебные занятия по информационной безопасности. Простой контент с интерактивной графикой, позволит, конечно, ознакомиться с вариантами осуществления информационной безопасности и увидеть примеры последствий несоблюдения правил и требований информационной безопасности. Однако опыт активного участия в наблюдении, уведомлении, разрешении последствий, предупреждении компьютерных инцидентов в области информационной безопасности — один из лучших способов овладеть знаниями и навыками в этой сфере. Именно это и позволяет реализовать использование в образовании технологий дополненной виртуальности.

4. Активное участие. Сопоставляя традиционную форму обучения с обучением на основе применения технологий дополненной виртуальности, можно сказать, что первая из них — это учебный курс, который учащийся принимает как сторонний наблюдатель, тогда как при обучении, реализованном на основе применения технологий дополненной виртуальности, учащийся является равноправным участником учебной среды.

Обучение — это не просто чтение текста, прослушивание аудио и просмотр видео. В курсе, реализованном на основе применения технологий дополненной

виртуальности, ученик тоже слушает, читает, смотрит, однако в то же время он присутствует в данный момент в определенной среде и должен быть активным участником процесса обучения. Например, если мы хотим узнать о принципах работы полупроводниковых элементов, то в традиционном обучении мы были бы ограничены учебниками, плакатами и текстовыми описаниями, возможно, что и с элементами интерактивности. В обучении с использованием технологии дополненной виртуальности мы можем осуществить свое активное присутствие даже внутри полупроводникового элемента (точнее, его модели), видеть все происходящие в нем процессы своими глазами.

Активное участие в процессе обучения обеспечивает стопроцентное внимание, что не оставляет места для отвлечения. Благодаря обучению с использованием технологии дополненной виртуальности нет ограничений на количество повторений, когда нужно практиковать навык или нарабатывать опыт. Учащийся может практиковать столько, сколько чувствует в этом необходимость. Учитель может моделировать любую обучающую среду, способствующую формированию компетентности учеников, исключив при этом аспекты риска и последствия ошибок.

Таким образом, модель трансформации содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности включает в себя компоненты, показанные на рисунке 1.

Каждый учащийся отличается своими способностями, пониманием материала и набором навыков. Благодаря отмеченной выше трансформации содержания и методов обучения все ученики могут учиться в удобном для них темпе.

Если учащийся пропускает урок, он может использовать записи виртуальной реальности для переноса в цифровой форме в виртуальный класс, видеть в нем своих сверстников и учиться так, как если бы они были все вместе. Занятия в виртуальном классе могут быть также полезными и для учителей. Записывая и пересматривая занятия в таком классе, учителя могут получить ценную информацию как о стилях обучения своих учеников, так и об их собственном подходе к обучению.

Подходы к трансформации содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности представлены на рисунке 2.

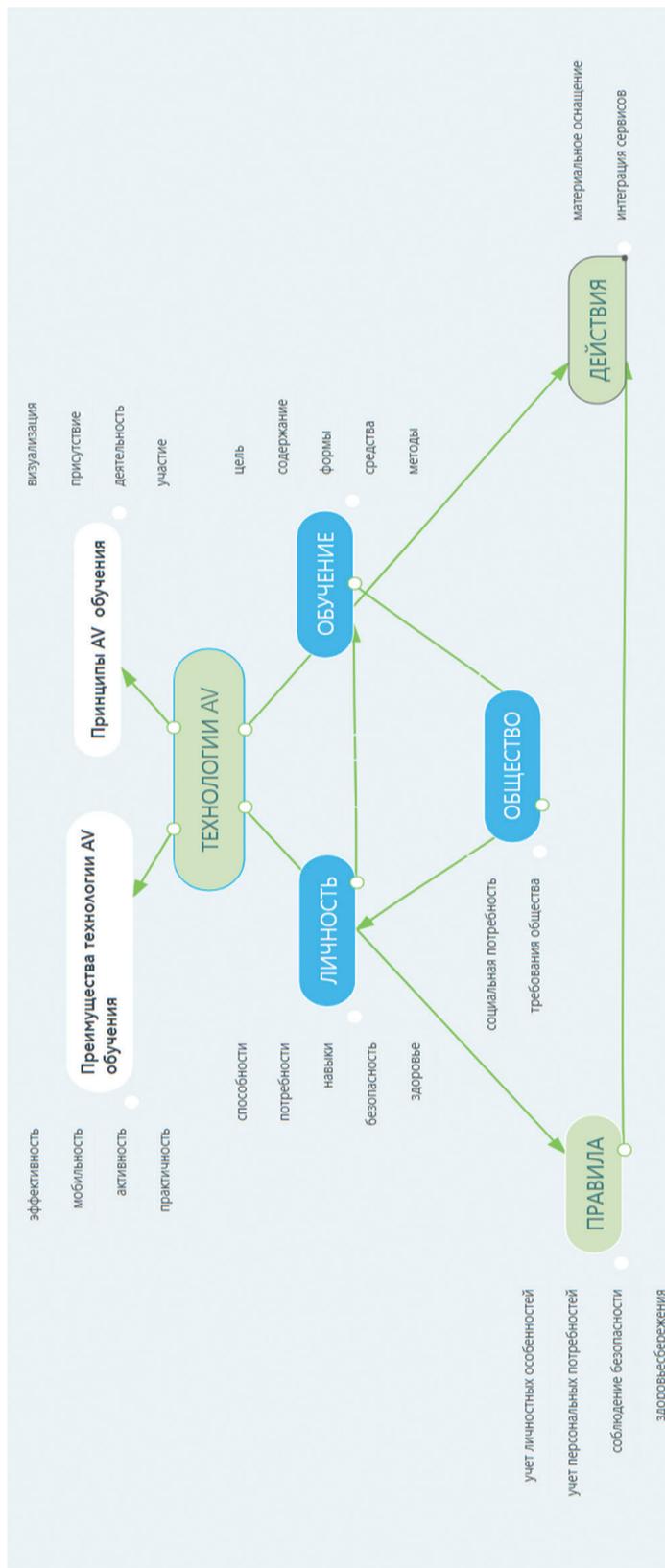


Рис. 1. Компоненты модели трансформации содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности

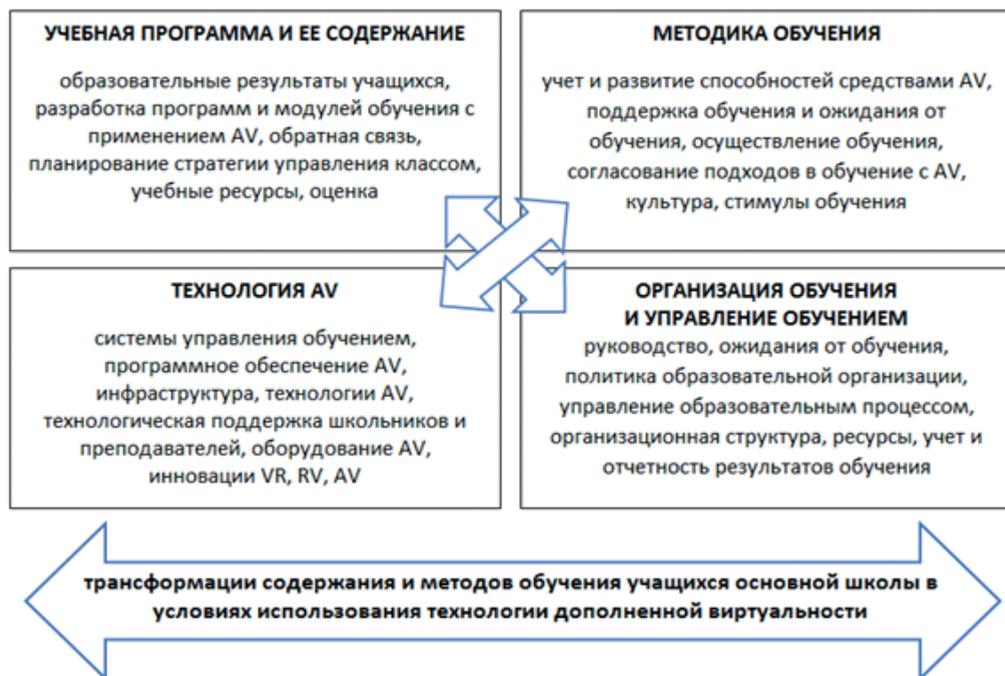


Рис. 2. Трансформация содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности

В заключение рассмотрим возможные сложности применения технологии дополненной виртуальности для обучения учащихся основной школы: доступность — зачастую стоимость необходимого аппаратного и программного обеспечения становится неподъемной для образовательной организации; особые требования к подготовке учителей для эффективного применения технологии дополненной виртуальности на уроках; особенности осуществления образовательной деятельности на уроке с применением технологии дополненной виртуальности.

Литература

1. Заславская О. Ю. Анализ подходов к трансформации образования в условиях развития иммерсивных и других цифровых технологий // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2020. № 3 (53). С. 16–20.
2. Заславская О. Ю. Как меняется обучение: трансформация образования в условиях развития цифровых технологий // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы IV Международной научной конференции. Красноярск, 2020. С. 426–430.
3. Заславская О. Ю. Трансформация образования в условиях развития цифровых технологий // Горизонты и риски развития образования в условиях системных изменений и цифровизации: сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 70–74.

4. Крэнтон П. Обучение трансформации // Новые направления в образовании взрослых и непрерывном образовании. 2002. № 2. С. 63–71.
5. Левицкий М. Л. Качество образования в эпоху глобальных информационных трансформаций // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2019. № 10 (143). С. 4–9.
6. Левицкий М. Л., Гриншкун А. В. Иммерсивные технологии: способы дополнения виртуальности и возможности их использования в образовании // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2020. № 3 (53). С. 21–25.

Literatura

1. Zaslavskaya O. Yu. Analiz podkhodov k transformacii obrazovaniya v usloviyax razvitiya immersivny`x i drugix cifrovyy`x texnologij // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2020. № 3 (53). S. 16–20.
2. Zaslavskaya O. Yu. Kak menyaetsya obuchenie: transformaciya obrazovaniya v usloviyax razvitiya cifrovyy`x texnologij // Informatizaciya obrazovaniya i metodika e`lektronnoho obucheniya: cifrovyy`e texnologii v obrazovanii: materialy` IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Krasnoyarsk, 2020. S. 426–430.
3. Zaslavskaya O. Yu. Transformaciya obrazovaniya v usloviyax razvitiya cifrovyy`x texnologij // Gorizonty` i riski razvitiya obrazovaniya v usloviyax sistemny`x izmenenij i cifrovizacii: sbornik nauchny`x trudov XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2020. S. 70–74.
4. Кре`нтон П. Обучение трансформации // Новyy`e napravleniya v obrazovanii vzrosly`x i nepreryv`nom obrazovanii. 2002. № 2. S. 63–71.
5. Levickij M. L. Kachestvo obrazovaniya v e`poxu global`ny`x informacionny`x transformacij // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2019. № 10 (143). S. 4–9.
6. Levickij M. L., Grinshkun A. V. Immersivny`e texnologii: sposoby` dopolneniya virtual`nosti i vozmozhnosti ix ispol`zovaniya v obrazovanii // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2020. № 3 (53). S. 21–25.

M. L. Levitsky,

O. Yu. Zaslavskaya

Approaches to Transforming the Content and Teaching Methods of Primary School Students in the Context of Using the Technology of Augmented Virtuality

In the context of global digitalization, societies are also undergoing significant changes in learning technologies. The use of information and telecommunication technologies in education has been implemented for a long time and with varying degrees of efficiency. The article discusses various aspects of the use of augmented virtuality in education, formulates a number of advantages that affect the transformation of the content and teaching methods of primary school students in the context of using the technology of augmented virtuality.

Keywords: informatization of education; theory and methods of teaching informatics; immersive technologies; technologies of augmented virtuality.

УДК 378.147

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.02

**В. В. Гриншкун,
А. А. Заславский**

Иерархическая структура алгоритмов построения индивидуальных образовательных траекторий¹

В статье описываются результаты анализа различных способов построения индивидуальных образовательных траекторий. Выделены общие черты у возможных подходов, составлены четыре уникальных алгоритма построения индивидуальных образовательных траекторий. Особый интерес вызывает возможность масштабирования и трансформации предложенных алгоритмов в соответствии с количеством обучающихся.

Ключевые слова: информационные технологии; информатизация образования; индивидуальная образовательная траектория; образовательный процесс; иерархическая структура.

Анализ существующих подходов и составление иерархических структур алгоритмов построения индивидуальных образовательных траекторий проведены в рамках исследований по проекту «Фундаментальные основы применения иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников» Российского фонда фундаментальных исследований.

Алгоритмы построения индивидуальных образовательных траекторий можно разделить на два типа: фиксированные (инвариантные) и гибкие

¹ В статье описывается часть научного исследования, выполняемого в рамках проекта РФФИ 19-29-14146 «Фундаментальные основы применения иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников».

(вариативные). Под фиксированными алгоритмами будем понимать такие, которые однажды, будучи сформированными на основе входных данных, не меняются в процессе продвижения обучающихся по ним. Под гибкими алгоритмами будем понимать такие, которые могут изменяться в процессе продвижения по ним обучающихся.

На примере стандартных элементов образовательного курса разберем основной подход к построению индивидуальной образовательной траектории. Предположим, что курс состоит из трех тем, в каждой из которых есть теоретический текстовый блок, видеолекция, тест и практические задания. Предложенные алгоритмы будут разделены на этапы. После записи обучающегося на курс для него будет начинаться первый этап. Количество этапов не ограничено и может изменяться в зависимости от количества предлагаемого в курсе контента и его типа [1–5].

Вариант 1 (параллельный теоретический, теоретический подход). Рассмотрим вариант, когда на первом этапе открывается весь теоретический материал для ознакомления. Обучающийся может начать изучать содержание учебной дисциплины с любого теоретического блока из любой темы курса, тем самым формируя свою уникальную индивидуальную образовательную траекторию. После изучения теоретического блока по теме курса откроется возможность просмотра лекции. Далее обучающемуся будет предложено пройти промежуточное тестирование для закрепления изученного материала. Условия прохождения тестирования могут быть различны: например, все ответы верные и получена оценка выше порогового значения, тест просто завершен, потрачены все доступные попытки и т. д. Могут быть введены дополнительные ограничения: временные — тест выполнен менее чем за 2 минуты; количество попыток — тест выполнен с первой попытки; сроки выполнения — тест выполнен в день просмотра лекции и т. д. Предложенные ограничения приведены для примера и на практике будут зависеть от информационной системы, на базе которой реализуется построение индивидуальной образовательной траектории.

На следующем этапе откроется доступ ко всем имеющимся практическим заданиям в теме курса. Для практических работ возможны следующие ограничения: необходимо выполнить хотя бы одно практическое задание; необходимо выполнить все практические задания; необходимо набрать определенное количество баллов за практические задания (такое ограничение подразумевает, что за каждое выполненное задание обучающийся будет получать некоторое количество баллов) и т. д. Время на выполнение практических заданий также может быть одним из вариантов ограничений: выполнить хотя бы одно практическое задание в день прохождения теста; выполнить все практические задания до окончания курса; выполнить практическое задание до начала изучения новой темы курса и т. д. Предложенные ограничения приведены для примера и на практике будут зависеть от системы, в которой реализуется построение индивидуальной образовательной траектории.

В обобщенном виде запишем алгоритм следующим образом:

- 1) все теоретические блоки открываются сразу;
- 2) видеолекция по конкретной теме открывается после появления отметки о прохождении теоретической части;
- 3) тест открывается после просмотра видеолекции;
- 4) практические задания открываются после появления отметки о выполнении теста.

Вариант 2 (параллельный практический, деятельностный подход). Следующий вариант алгоритма построения индивидуальной образовательной траектории будет похож на вариант 1, только на первом этапе будут открыты все практические задания. Обучающийся, начиная выполнять практические задания, неизбежно столкнется с трудностями, которые могут быть решены через предоставление доступа к теоретическому материалу и видеолекции на втором этапе. На заключительном этапе, после изучения материалов и выполнения практических заданий в соответствии с установленными ограничениями, открывается доступ к тесту. В данном случае тест будет являться итоговой формой контроля усвоения темы курса.

В обобщенном виде запишем алгоритм следующим образом:

- 1) все практические блоки открываются сразу;
- 2) теоретический материал и видеолекция по конкретной теме открываются после отметки о прочтении, стоящей на конкретной практической работе;
- 3) тест открывается после появления отметки о завершении практических заданий.

При использовании такого алгоритма построения индивидуальной образовательной траектории целесообразно предусмотреть следующее: одно большое практическое задание, выполненное, например, в виде кейса (необходимо автоматизировать его проверку, а также планировать задание таким образом, чтобы без обращения к теоретическому материалу его невозможно было успешно выполнить); в содержании теста необходимо предусмотреть вопросы по теоретической и практической частям учебного материала; в тесте можно предусмотреть ограничение количества попыток прохождения.

Вариант 3 (параллельный тестовый, компетентностный подход). В этом варианте алгоритма построения индивидуальной траектории на первом этапе обучающийся получает доступ к тестам по всем темам учебной дисциплины. Тест для каждой темы учебной дисциплины необходимо пройти один раз. Таким образом организуется входное тестирование всех обучающихся. Следующий этап открывает доступ к теоретическому материалу и видеолекциям. После получения сведений о выполнении работ по теоретическим блокам обучающемуся предлагается пройти итоговый тест. Он будет идентичен входному и, возможно, расширен дополнительными вопросами по теоретической части. В таком случае появляется возможность сравнить и визуализировать динамику изменения знаний обучающегося на этапах до изучения темы учебной дисциплины и после изучения. На заключительном этапе открывается доступ ко всем практическим заданиям.

В обобщенном виде запишем алгоритм следующим образом:

- 1) тесты по всем темам открываются сразу;
- 2) теоретический материал и видеолекция по конкретной теме открываются после отметки о прохождении входного теста;
- 3) итоговый тест открывается после отметки об изучении теоретического материала и видеолекций;
- 4) практические задания открываются после повторного (итогового) прохождения теста.

При использовании такого алгоритма построения индивидуальной образовательной траектории целесообразно предусмотреть следующее: автоматическое сравнение данных входного и итогового тестов; для практических работ надо подобрать систему ограничений, по выполнению которых необходимо набрать количество баллов выше порогового значения.

Вариант 4 (последовательный, персональный подход). Данный алгоритм самый трудоемкий для преподавателя и относится к категории фиксированных. Все ранее описанные алгоритмы являются вариативными и подразумевают использование одного курса для всех обучающихся. В данном алгоритме предполагается, что преподаватель создает курс индивидуально для каждого обучающегося в соответствии с его индивидуальным планом. Получается, что на курс записывается только один обучающийся, для которого он и был создан. Сам курс есть четко выстроенная последовательность теоретического материала, видеолекций, тестов и практических заданий, которая полностью коррелирует с индивидуальным образовательным планом обучающегося.

Представим сокращенно предложенные варианты в иерархическом виде (см. рис. 1).

В зависимости от индивидуальных возможностей и личностных особенностей обучающихся можно использовать либо только один из предложенных вариантов, либо комбинировать их. Также выбор будет зависеть от целей, которые ставятся перед обучающимися и преподавателями.



Рис. 1. Алгоритмы для формирования индивидуальных образовательных траекторий

Литература

1. Гриншкун В. В., Заславский А. А. Отечественный и зарубежный опыт организации образовательного процесса на основе построения индивидуальных образовательных траекторий // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2020. № 1 (51). С. 8–15.
2. Заславский А. А. Использование корпоративного браузера как средства повышения информационной безопасности образовательной организации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2018. № 4. С. 443–450.
3. Заславский А. А. Особенности безопасности дистанционной поддержки процесса обучения // Интерактивное образование. 2018. № 4. С. 36–39.
4. Заславский А. А. Проектирование системы автоматизации построения персональных траекторий развития обучающихся // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2019. Т. 16. № 2. С. 149–162.
5. Заславский А. А. Использование моделей «облачных технологий» для дифференциации обучения информатике // Педагогическое образование и наука. 2012. № 5. С. 53–55.

Literatura

1. Grinshkun V. V., Zaslavskij A. A. Otechestvenny`j i zarubezhny`j opy`t organizacii obrazovatel`nogo processa na osnove postroeniya individual`ny`x obrazovatel`ny`x traektorii // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2020. № 1 (51). S. 8–15.
2. Zaslavskij A. A. Ispol`zovanie korporativnogo brauzera kak sredstva povy`she-niya informacionnoj bezopasnosti obrazovatel`noj organizacii // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby` narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2018. № 4. S. 443–450.
3. Zaslavskij A. A. Osobennosti bezopasnosti distancionnoj podderzhki processa obucheniya // Interaktivnoe obrazovanie. 2018. № 4. S. 36–39.
4. Zaslavskij A. A. Proektirovanie sistemy` avtomatizacii postroeniya personal`ny`x traektorij razvitiya obuchayushhixsya // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby` narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2019. T. 16. № 2. S. 149–162.
5. Zaslavskij A. A. Ispol`zovanie modelej «oblachny`x texnologij» dlya differenciacii obucheniya informatike // Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka. 2012. № 5. S. 53–55.

V. V. Grinshkun,
A. A. Zaslavskiy

Hierarchical Structure of Algorithms for Building Individual Educational Pathways

The article describes the results of the analysis of different ways to build individual educational pathways. The common features of the possible approaches are singled out, and four unique algorithms of building individual educational pathways are compiled.

Keywords: information technology; informatization of education; individual educational trajectory; educational process; hierarchical structure.

УДК 37.022

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.48.4.03

**И. А. Белоус, М. В. Клюкман,
М. В. Ковырнев, И. А. Пяткова,
Д. Г. Сорока**

Внедрение и апробация сценариев геймификации в лабораторный практикум

Описаны два модифицированных, с учетом специфики лабораторного практикума технических дисциплин, типа внедрения активности в учебный процесс: «4 × 4» и «Пиджак», каждый из которых предусматривает несколько сценариев реализации. Показаны результаты их апробации на примере дисциплины «Теория сигналов»; приведены данные, доказывающие, что их применение ведет к повышению эффективности усвоения учебного материала по курсу и повышению успеваемости по критерию «Результат промежуточной аттестации по дисциплине».

Ключевые слова: геймификация; активные формы; интерактивные формы; Moodle; электронные обучающие системы.

Введение

Одним из требований к условиям реализации образовательных программ подготовки специалистов в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) является широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся и их познавательной активности [4, с. 10].

Активный метод — это форма взаимодействия студентов и преподавателя, при которой они взаимодействуют друг с другом в ходе занятия, и студенты здесь не пассивные слушатели, а активные участники; студенты и преподаватель находятся на равных правах [5, с. 18].

Интерактивный метод. Интерактивный (от *англ.* Inter — взаимный, act — действовать) — означает взаимодействовать, находиться в режиме беседы, диалога с кем-либо [5, с. 18].

К основным интерактивным формам обучения можно отнести следующие [3, с. 18]:

- творческие задания;
- работа в группах;
- обучающие игры;
- интерактивная лекция;
- социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения;
- соревнования, интервью, фильмы, спектакли, выставки;
- тестирование;
- дистанционное обучение;
- разрешение проблем;
- тренинги и др.

Основной целью статьи является разработка, апробация и оценка эффективности применения сценариев геймификации в процессе прохождения лабораторного практикума при смешанном методе обучения, который включает эффективные приемы традиционной формы обучения с использованием электронного обучения и активных/интерактивных методов. Главная задача — внедрение системы геймификации в лабораторный практикум. Условия внедрения: дисциплина «Теория сигналов», материалы практикума построены на базе программно-аппаратной платформы NI ELVIS II Emona DATeX и NI Multisim с использованием одноименного электронного обучающего курса, разработанного на базе системы электронного обучения, созданной на общеуниверситетской платформе Moodle.

Использование системы электронного обучения (СЭО) Moodle в качестве платформы для размещения модернизированных применением интегральных методов обучения учебно-методических материалов позволит [1, с. 86]:

1) быстро модернизировать содержательную часть основного и вспомогательного учебно-методического материала, предоставлять и загружать его в удобной форме. Для этого в состав СЭО включены средства редактирования и загрузки на сайт образовательной среды учебного материала, заметок, календарных планов, дополнительных инструкций и указаний и т. п.;

2) эффективно разрабатывать и внедрять онлайн-тесты для текущего и промежуточного контроля уровня знаний и умений, что важно, так как онлайн-тесты являются одним из эффективных способов, отличающихся своей универсальностью и оперативностью. Система онлайн-тестирования предоставляет возможность мгновенной оценки качества освоения нового и актуализации пройденного учебного материала;

3) с минимальными временными затратами и трудозатратами размещать и проверять задания в режиме онлайн;

4) комплексно контролировать успеваемость. Электронная образовательная среда позволяет оперативно отслеживать успеваемость обучающихся и делать выводы о качестве освоения ими учебных материалов;

5) реализовать поддержку форумов, чатов, видеоконференций, совместного использования электронных документов, индивидуальное и групповое выполнение заданий и другие способы коллективной интерактивной коммуникации обучающихся с преподавателем.

Интеграция активных форм обучения, в частности геймификации, с электронным обучением — это в первую очередь эффективное использование аудиторного времени и гибкость учебного процесса, и наша задача — предложить различные решения, с помощью которых этот процесс можно осуществить наилучшим образом.

Результаты и обсуждение

Студенты современности значительно отличаются в восприятии информации от предыдущих поколений. У них присутствует так называемое клиповое мышление, обусловленное повсеместной цифровизацией, которое подразумевает быстрое впитывание информации с экрана, представленной в виде коротких сообщений, видео- или аудиоинформации, а также у них имеет место быть почти полное отторжение так называемых лонгридов — текстов, которые надо долго читать.

Вышеперечисленные особенности приводят к конфликту традиционных методов обучения с особенностями восприятия учебной информации обучающимися. В первую очередь данная проблема выражается в снижении не только их заинтересованности обучаться, но и эффективности обучения, поскольку удержание внимания в течение продолжительного времени при работе с технической литературой, полной сложных терминов и цифр, становится практически невыполнимой задачей.

Первым шагом в соединении современных тенденций восприятия материала и классических методов подачи материала может стать внедрение игровых механик, которое подразумевает использование различных активностей в процессе обучения, что не только разнообразит учебный процесс, но и обеспечит частую смену информационной картинки, а это как раз и подходит людям с клиповым мышлением для поддержания внимания в процессе обучения.

Важной особенностью применения игровых механик является задействование внутрикомандной коммуникации, которая позволяет развивать и совершенствовать навыки социализации студентов, поскольку все сценарии здесь подразумевают активную командную работу. Использование геймификации при обучении позволит современному студенту эффективнее нарабатывать умения и навыки, которые формирует изучаемая дисциплина.

Для решения главной задачи работы необходимо было создать сценарии, которые позволят полностью реализовать игровые механики при прохождении практикума. После анализа типичных активностей, имеющих при реализации геймификации в обучении, и с учетом технического направления подготовки были сформированы два возможных типа внедрения активности в учебный процесс: «4 × 4» и «Пиджак», каждый из которых предусматривает несколько сценариев реализации [2, с. 189].

Суть активности «4 × 4» состоит в сборе принципиальной электрической схемы из четырех карточек-частей, однако данный процесс осложнен различными параллельными задачами, решение которых необходимо для выполнения главного задания. На основе этой особенности разработаны два сценария внедрения данного типа механик.

Первый сценарий типа «4 × 4» носит название «Крупье». Эта активность предусматривает осложнение в виде случайного распределения частей схемы между разными командами. Таким образом, некая доля нужных элементов может находиться на карточках других команд, что мотивирует студентов на быстрый анализ полученных данных, поиск необходимых компонентов схемы у других команд и актуализацию полученных теоретических знаний в кратчайшие сроки. Примеры выполнения задания показаны на рисунках 1 и 2.

Второй сценарий — «Третий лишний» (рис. 3). Как следует из названия, из группы полученных элементов нужно вычленить карточки, которые не подходят для правильного выполнения задания. Критерием оценивания может стать ограничение по времени, то есть оценка, насколько быстро студенты способны понять, какие элементы лишние и каким образом должны быть расположены оставшиеся части.

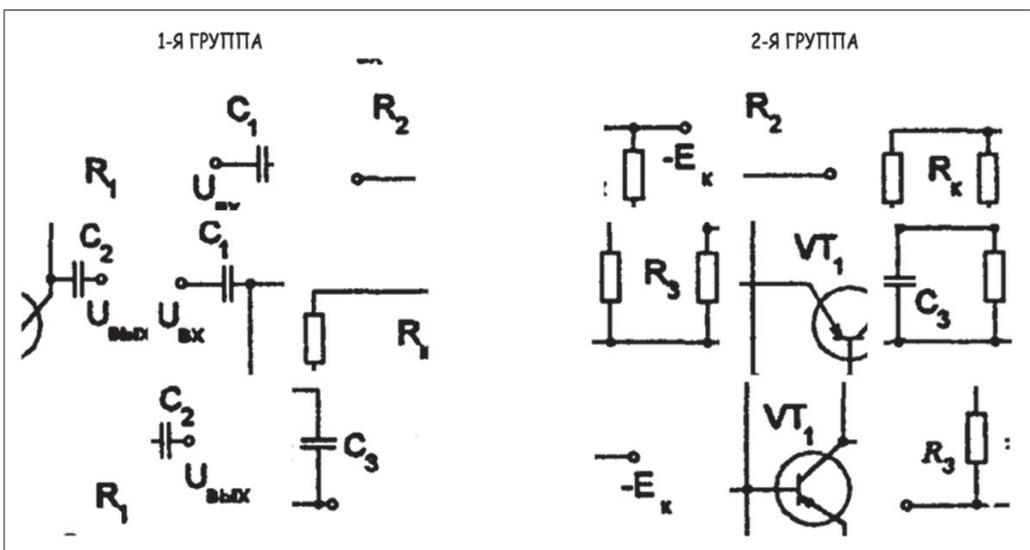


Рис. 1. Стартовое распределение карточек по сценарию «Крупье»

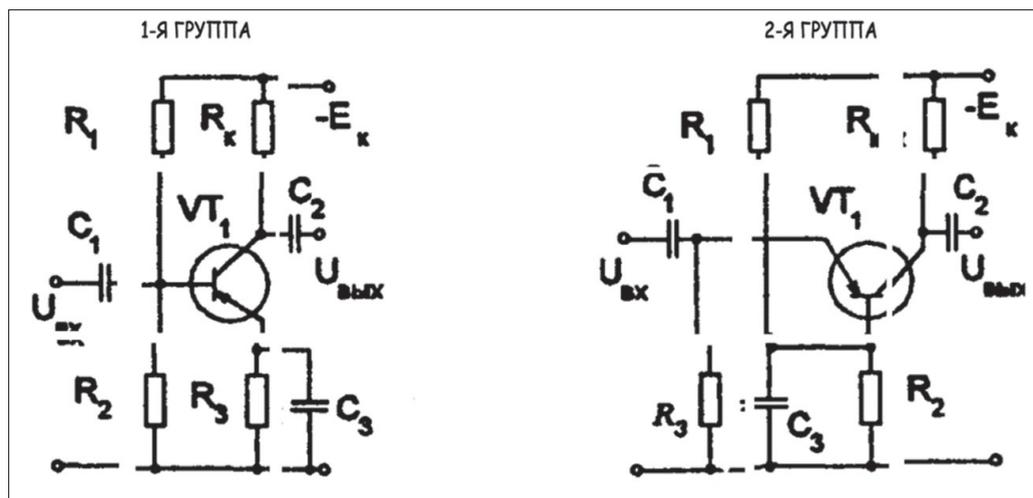


Рис. 2. Расположение карточек после выполнения задания по сценарию «Крупье»

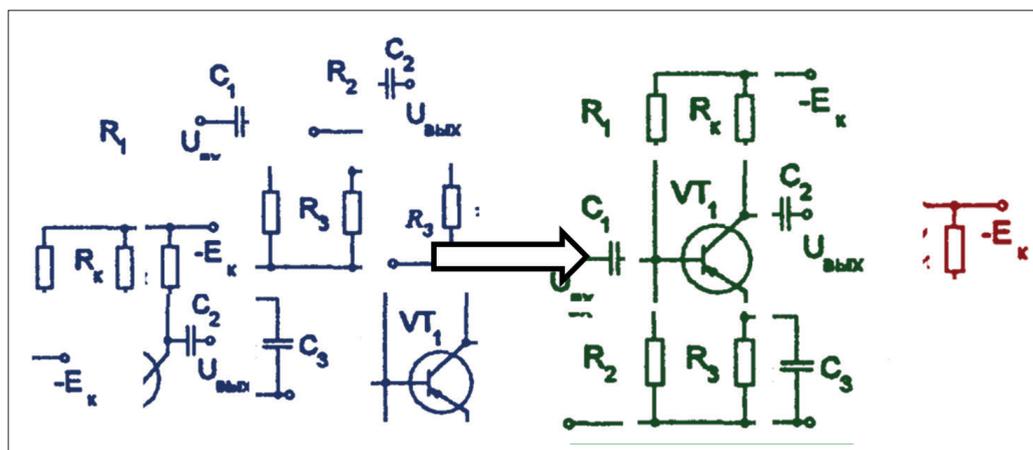


Рис. 3. Начальное и итоговое расположение карточек при реализации сценария «Третий лишний»

Следующим уникальным сценарием геймификации является сценарий под названием «Пиджак». Своей основной целью данный сценарий ставит улучшение коммуникативных навыков обучающихся, а также углубленное усвоение ими знаний в стрессовых ситуациях. Сценарий «Пиджак» помогает студентам улучшить абстрактное мышление, память, а также умение применять полученные знания на практике. Для «Пиджака» есть два варианта возможных реализаций: «Подмастерье» и «Сломанный телефон».

В варианте «Подмастерье» присутствуют роли, которые необходимо раздать участникам перед началом действий (см. рис. 4). Основной смысл сценария в том, что студент, которому выдается задание, должен объяснить другим участникам суть его выполнения, используя имеющуюся терминологию,



Рис. 4. Схема работы сценария «Подмастерье»

но без возможности увидеть, что делают другие, давая только четко определенные команды. В свою очередь, студенты, которым объяснили, как выполнять задание, должны воспроизвести необходимый для выполнения задания набор действий, чтобы завершить лабораторную работу или же другое задание (по выбору преподавателя).

В варианте «Сломанный телефон» также предусмотрены роли (рис. 5). Студентам предлагается разделиться на четное количество групп и выбрать участника команды, который будет объяснять задание, выданное преподавателем. Остальные должны, не видя инструкции и следуя только указаниям выбранного человека, сделать задание. Под инструкцией подразумевается лабораторная работа, а под заданием — схема, которую необходимо зарисовать. По завершении всеми командами заданий они меняются результатами и собирают рабочие схемы. В случае, если скомпонованная рабочая схема верна, проводятся измерения, а если нет, то студенты должны найти ошибки в схеме и устранить их.

Таким образом, каждый студент задействован при выполнении лабораторной работы, а его знания будут использованы на всех этапах задания, будь то сбор схемы, снятие показаний или же написание отчета. Такой тип геймификации позволяет студентам научиться быстро адаптироваться к новому типу работы, наладить доверительные отношения внутри команды, а также работать в ограниченные по времени сроки.

Чуть выше было упомянуто, что «Карусель» можно адаптировать под типы заданий, отличных от практических. В качестве примера можно привести сценарий «Дело случая», который внешне более всего приближен к традиционным способам аттестации. Команде дается случайный элемент схемы, и она должна предоставить как можно больше информации о нем. К примеру, первый участник команды формулирует название и сферы применения элементов, второй описывает принцип работы элемента и его характеристики, а третий говорит о дополнительных свойствах элемента, которые не перечислили его коллеги.



Рис. 5. Схема работы сценария «Сломанный телефон»

После разработки и адаптации игровых механик была проведена их апробация в контрольной группе. Данное сравнение по методологическим причинам не может быть проведено как чистый научный эксперимент, но тем не менее поможет проследить некоторую общую тенденцию по критерию «Успеваемость». Нами были выбраны три группы за три последних года обучения (БИК-16, БИК-17, БИК-18), а также дисциплина «Теория сигналов», имеющая свой электронный обучающий курс в электронной образовательной среде Moodle. Данная дисциплина прекрасно подходит для проведения эксперимента по внедрению геймификации, так как курс предусматривает большой объем часов для лабораторно-практических работ.

В качестве экспериментальной группы была выбрана группа БИК-18. По итогам изучения курса был вычислен средний балл студента в группе, а также проведено прямое сравнение с результатами групп БИК-16 и БИК-17, которые изучали предмет классическим методом (см. табл. 1 и рис. 6–8). Ключевым критерием оценивания успешности интеграции игровых механик стали оценки по результатам семестра, где были градации:

- материал не усвоен — оценка «2» — менее 61 балла из 100;
- материал усвоен удовлетворительно — оценка «3» — от 61 до 75 баллов включительно из 100;
- материал освоен хорошо — оценка «4» — от 76 до 90 включительно из 100;
- материал усвоен отлично — оценка «5» — от 91 до 100 баллов включительно.

Таблица 1

**Данные по успеваемости до и после внедрения геймификации
в учебный процесс**

Группа	Количество человек в группе	Оценка усвоения			
		Материал не усвоен	Материал усвоен удовлетворительно	Материал усвоен хорошо	Материал усвоен отлично
БИК-16	17	4	6	5	2
БИК-17	19	4	8	4	3
БИК-18	21	1	5	9	6



Рис. 6. Круговая диаграмма соотношения оценок студентов группы БИК-16



Рис. 7. Круговая диаграмма соотношения оценок студентов группы БИК-17

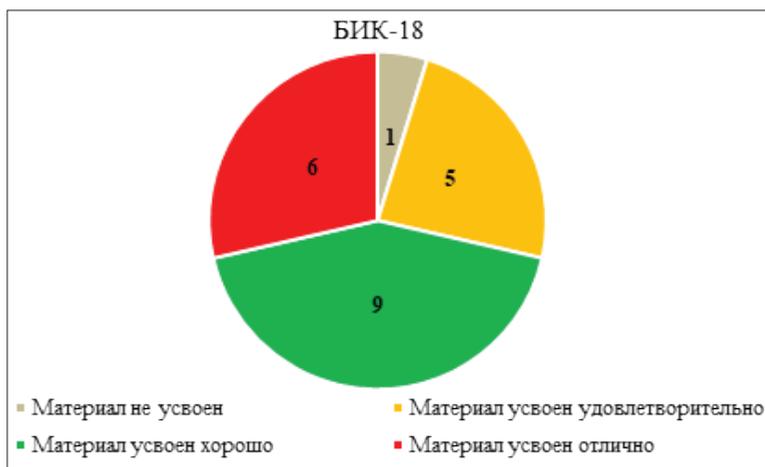


Рис. 8. Круговая диаграмма соотношения оценок студентов группы БИК-18

Результаты промежуточной оценки успеваемости в контрольных группах по дисциплине «Теория сигналов» приведены на рисунке 9.

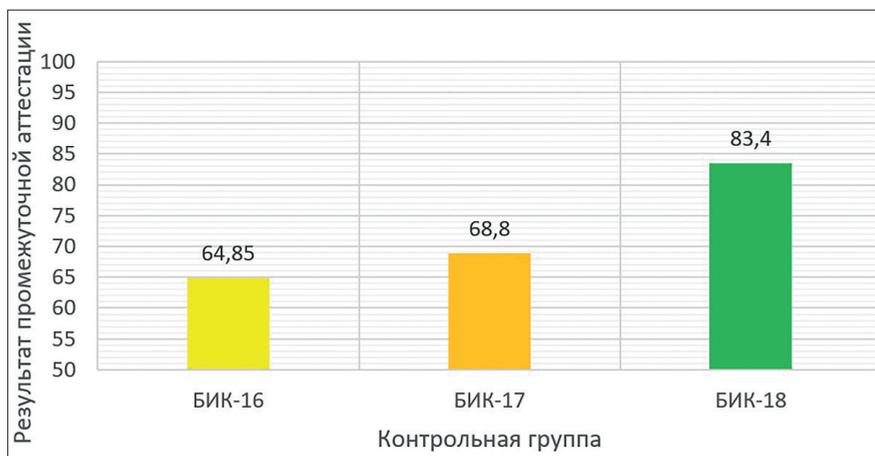


Рис. 9. Результаты промежуточной оценки успеваемости в контрольных группах по дисциплине «Теория сигналов»

Итогом проведения апробации стало значительное увеличение студентов с оценкой «отлично», не менее чем в два раза, а также рост общих показателей успеваемости до 83,4 балла у группы БИК-18 (см. рис. 9). Приведенные показатели свидетельствуют о том, что внедрение игровых форм обучения прямо влияет на показатели успеваемости внутри группы.

Следует также отметить, что после внедрения геймификации учащиеся в среднем стали усваивать материал лучше (снизилось число неаттестованных, см. рисунки 6–8), чем это было до внедрения, что по критерию «Успеваемость» напрямую говорит об эффективности игровых механик и косвенно, возможно, о повышении интереса студентов к дисциплине.

Таким образом, использование игровых механик в учебных дисциплинах показало себя с положительной стороны, что свидетельствует о необходимости дальнейшей работы в данном направлении для создания не только сценариев для внедрения в уже готовый курс, но учебных курсов, изначально спроектированных для использования активных элементов обучения.

Заключение

Результаты разработок и исследований показали, что сценарии геймификации гармонично вписываются в методики преподавания технических профессиональных дисциплин. Внедрением геймификации в лабораторный практикум стало возможно решить такие проблемы, как:

- концентрирование внимания учащихся;
- усвоение полученных знаний, путем их практического применения в предложенной нами форме;
- низкая коммуникация среди студентов во время обучения;
- раскрытие индивидуальных способностей студентов;
- отсутствие моментального отклика студентов о ходе практических занятий.

Кроме этого, проведенное исследование в виде опроса и обработки данных об успеваемости в точке промежуточной аттестации по дисциплине «Теория сигналов» показывает, что при работе студентов с разработанными сценариями геймификации их вовлеченность в предмет изучения, заинтересованность им увеличиваются, а успеваемость заметно повышается.

Литература

1. Белоус И. А., Чупалов А. Я. Сравнительный анализ современных систем дистанционного обучения // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2019. № 3. С. 85–95.
2. Белоус И. А., Пяткова И. А., Клюкман М. В. Геймификация, внедрение активных форм в образовательный процесс технических дисциплин // Научные достижения и открытия 2020. Пенза, 2020. С. 188–194.
3. Левченкова Т. В., Черенкова И. А. Активные методы как средства обеспечения интерактивной формы обучения в высшем образовании // Informatization of Higher education: current situation and development prospects: materials of the III International scientific conference. Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ» Branch of the Military Academy of Communications in Krasnodar. Praga, 2017. P. 17–21.
4. Олесова М. М., Афанасьева С. Р. Теоретические аспекты проблемы формирования познавательной активности студентов // Педагогический журнал. 2018. Т. 8. № 1А. С. 9–18.
5. Олесова М. М., Афанасьева С. Р. Активные и интерактивные формы обучения в высшей школе // III Ломоносовские чтения. Актуальные вопросы фундаментальных и прикладных исследований: сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2019. С. 16–24.

Literatura

1. Belous I. A., Chupalov A. Ya. Sravnitel'nyj analiz sovremennyx sistem distancionnogo obucheniya // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2019. № 3. S. 85–95.
2. Belous I. A., Pyatkova I. A., Klyukman M. V. Gejmifikaciya, vnedrenie aktivnyx form v obrazovatel'nyj process texnicheskix disciplin // Nauchny'e dostizheniya i otkry'tiya 2020. Penza, 2020. S. 188–194.
3. Levchenkova T. V., Cherenkova I. A. Aktivny'e metody` kak sredstva obespecheniya interaktivnoj formy` obucheniya v vysshem obrazovanii // Informatization of Higher education: current situation and development prospects: materials of the III International scientific conference. Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ» Branch of the Military Academy of Communications in Krasnodar. Praga, 2017. P. 17–21.
4. Olesova M. M., Afanas'eva S. R. Teoreticheskie aspekty` problemy` formirovaniya poznavatel'noj aktivnosti studentov // Pedagogicheskij zhurnal. 2018. T. 8. № 1A. S. 9–18.
5. Olesova M. M., Afanas'eva S. R. Aktivny'e i interaktivny'e formy` obucheniya v vysshej shkole // III Lomonosovskie chteniya. Aktual'ny'e voprosy` fundamental'nyx i prikladnyx issledovanij: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Petrozavodsk, 2019. S. 16–24.

**I. A. Belous, M. V. Klyukman,
M. V. Kovyrnev, I. A. Piatkova,
D. G. Soroka**

Implementation and Testing of Gamification Scenarios in a Laboratory Workshop

Two modified, taking into account the specifics of the laboratory workshop of technical disciplines, types of introducing activity into the educational process are described: «4 × 4» and «Jacket», each of which provides for several implementation scenarios. The results of their approbation on the example of the discipline «Theory of signals» are shown, data proving that their application leads to an increase in the efficiency of mastering educational material for the course and improving academic performance according to the criterion «The result of intermediate certification in the discipline».

Keywords: gamification; active forms; interactive forms; Moodle, e-learning systems.

УДК 37

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.04

**С. Г. Григорьев,
М. В. Курносенко**

STEM-проектирование в подготовке магистров по профилю «Мехатроника, робототехника и электроника в образовании»

В статье рассмотрен опыт использования образовательных STEM-проектов в области мехатроники и робототехники для подготовки магистров педагогического направления. Реализация подобных STEM-проектов может быть осуществлена не только с использованием различных робототехнических конструкторов, но и с помощью виртуальных сред моделирования. Полученные при моделировании в виртуальных средах знания позволяют повысить эффективность очных практических занятий с реальным конструктором. Применение виртуальных сред моделирования в сочетании с использованием реальных конструкторов обеспечивает взаимосвязь дистанционной и очной форм обучения.

Ключевые слова: STEM; Fischertechnik; образовательная робототехника; мехатроника; виртуальные среды.

Введение

STEM-проекты все шире внедряются в сферу образования. Большинство из них основано на решении практических задач, непосредственно связанных с изучением таких предметов, как мехатроника, электроника, робототехника. Особенно эффективным является применение STEM-проектов в системе дополнительного образования, ориентированного на решение актуальных практических задач [1].

Имеют место следующие составные компоненты учебной деятельности при STEM-проектировании [1]:

- обобщение и интеграция знаний из информатики, физики, математики и других учебных предметов;
- самостоятельная постановка задачи участниками проекта;
- планирование и выполнение работ согласно утвержденному плану;
- работа в команде;
- самостоятельное распределение ролей и индивидуальных задач внутри команды;
- обучение эффективному общению во время работы над проектом;

- работа над реальными задачами с достижением конечного результата в определенный срок.

Обучение в школе основано на взаимодействии преподавателя и обучающихся. И хотя существуют разные модели такого взаимодействия, однако в подавляющем большинстве случаев основа сводится к непосредственной передаче знаний. В рамках STEM-проектирования большое значение приобретает самостоятельная работа обучающихся. Преподаватель становится одновременно тренером, экспертом, арбитром и контролером, что отражено на рисунке 1.

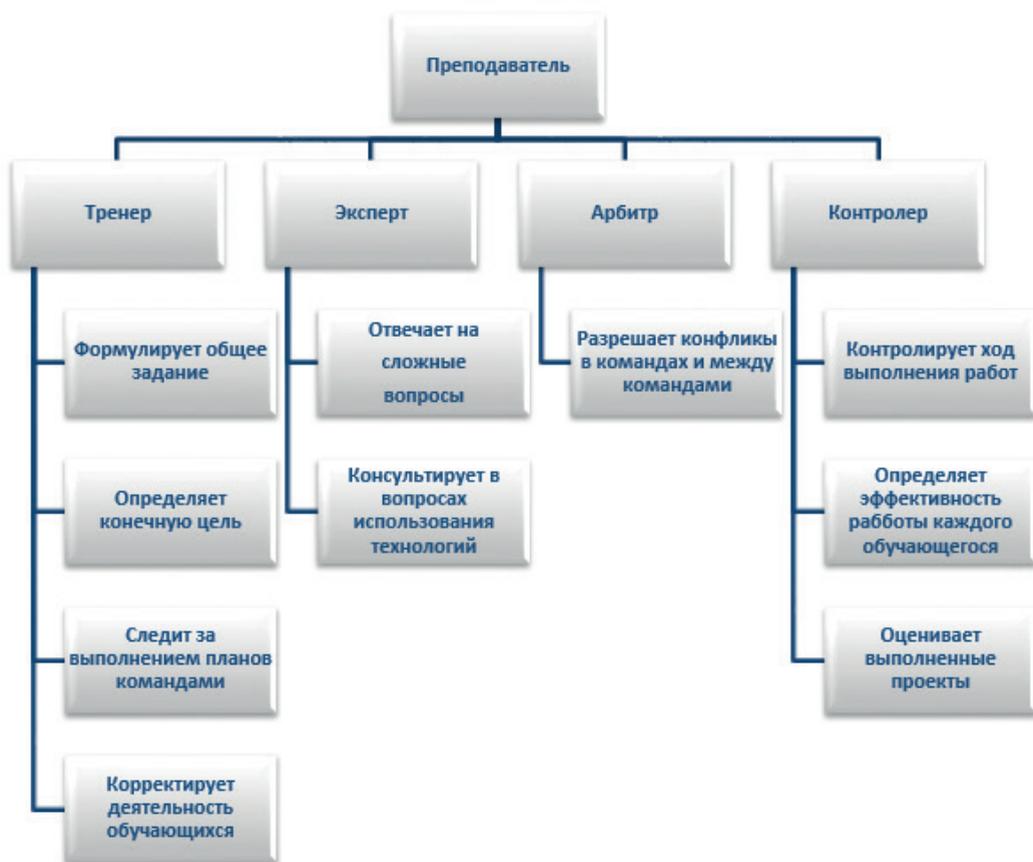


Рис. 1. Функции преподавателя при выполнении STEM-проектов

Одним из многочисленных преимуществ обучения с использованием STEM-проектов является применение межпредметных учебных программ. Это позволяет обучающимся в процессе учебы понять взаимосвязь предметов. Для того чтобы STEM-проект был эффективен, он должен быть основан на интеграции различных предметов. Это помогает обучающимся ответить на вопросы «Зачем мне это нужно знать?» и «Где я этим воспользуюсь?». Программа обучения, построенная на основе STEM-проекта, позволяет глубоко изучить проблему.

Проект разрабатывается различными группами обучающихся, ими создаются разные решения конкретной проблемы. Сам процесс предполагает планирование, организацию и проведение исследований. Обучающиеся используют свои исследования при проектировании, создании прототипов, тестировании, проработке и оценке полученного решения проблемы.

Термин «инженерия», входящий в акроним STEM, подразумевает математическую оценку проекта. Эта оценка позволяет обучающимся создавать математические модели, которые могут как формировать решения, так и увеличивать скорость принятия решения. По выполнению начального анализа можно создать и оценить прототип, после чего данные накапливаются и систематизируются, а по результатам их анализа вносятся изменения в проект.

По достижении приемлемого проектного решения обучающийся создает отчетную документацию по проекту. Она включает эскизы, чертежи, заметки, результаты исследований, анализ данных и все, что требуется для оформления результатов проекта. Необходимость объяснить проектное решение повышает уровень обучения.

Примером сложного STEM-проекта может служить приведенная ниже тема из конструктора Fischertechnik (рис. 2), связанная с проектированием и макетированием промышленного производства из раздела Индустрия 4.0¹.

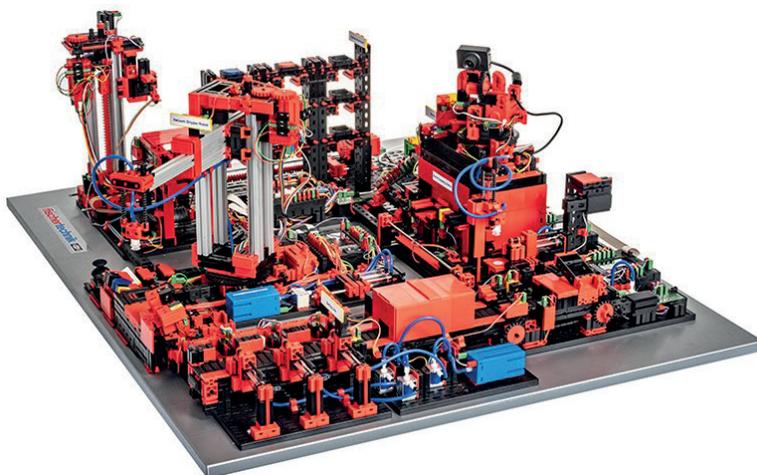


Рис. 2. Комплексный макет цифрового производства (Industry 4.0) 9В с контроллером TXT

Технический учебный макет используется для изучения комплекса технологий «Индустрия 4.0» в школах, колледжах и вузах, а также для исследований, обучения и развития в технологических компаниях и IT-подразделениях.

¹ Комплексный макет цифрового производства (Industry 4.0) [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Пакпак». URL: <https://pacpac.ru/product/551584-training-factory-industry-4-0/> (дата обращения: 10.07.2021).

Комплексный макет демонстрирует следующие этапы современного производственного бизнеса:

- размещение нового заказа клиентом;
- производство;
- хранение;
- отгрузку заказа клиенту.

Макет состоит из нескольких технологических модулей, среди которых:

- участок загрузки материалов и выгрузки готовых заказов;
- участок хранения;
- роботизированный внутренний материальный транспорт;
- участок термической обработки;
- участок механической обработки;
- участок сортировки;
- станция мониторинга окружающей среды;
- система видеонаблюдения.

Технологический процесс

После размещения заказа на приборной панели заготовки проходят через соответствующие заводские модули, причем на приборной панели сразу же отображается текущее состояние дел. Встроенный датчик окружающей среды выдает значения температуры, влажности, давления воздуха и качества воздуха. Камера видит всю систему через вертикальный и горизонтальный сектора панорамирования и таким образом может использоваться для организации удаленного технического обслуживания через Интернет.

Движение отдельных деталей отслеживается с помощью технологии NFC (Near Field Communication): каждой детали присваивается уникальный идентификационный номер (ID). Это позволяет проследить текущее состояние заготовок в процессе обработки.

Система управления

Макет управляется шестью контроллерами ТХТ (9 В), они объединены в сеть на фабрике и связываются друг с другом через MQTT (телеметрический транспорт сообщений) — открытый протокол сообщений, который позволяет передавать данные в виде сообщений между устройствами.

Программное приложение написано на языке С++ и загружено в контроллер в состоянии готовности к запуску. Соответствующая библиотека С++ и API опубликованы. Эта библиотека может использоваться для написания индивидуальных программ на С++.

Доступ к приборной панели и управление ею можно осуществлять через мобильные устройства, такие как планшеты и смартфоны, а также ноутбук или ПК. Это позволяет отображать платформы с трех разных интерфейсов: «Клиент», «Поставщик», «Производство». В интерфейсе клиента отображается окно интернет-магазина с корзиной для покупок, где можно заказать заготовку и отследить текущий статус заказа. Процесс заказа сырья отображается в интерфейсе поставщика. Состояние производства, производственный процесс, запасы товаров/сырья, значения NFC/RFID и датчиков можно найти в производственном интерфейсе. Кроме того, отсюда можно управлять камерой, которой контролируется производственная линия. Все эти функции активируются и используются через меню.

Если в процессе производства возникает неисправность, то она подтверждается соответствующей кнопкой, после идет устранение ее причины и запуск продолжения производства. Отдельные этапы изготовления визуально упрощаются с помощью подключенных узлов и представляются в интерфейсе производства. Текущий активный производственный модуль подсвечен зеленым или красным цветом: когда соответствующий этап процесса обрабатывается нормально в реальном времени, то горит зеленый цвет, если возникает ошибка с ожиданием ее исправления, то горит красный цвет. Каждая деталь имеет свой ID. В совокупности система отображает следующие данные: состояние, цвет и метку времени от доставки до отправки. Камера также управляется через интерфейс производства, здесь же можно просмотреть считанные значения датчика окружающей среды.

В связи с широким использованием дистанционной формы обучения, актуализирован вопрос проведения практических работ, требующих методик и средств обучения, сохраняющих преемственность изложения материала и позволяющих по завершении виртуальных дистанционных занятий быстро перейти к практике реализации реальных проектов.

Разумеется, к столь сложному макетированию невозможно приступить без предварительной подготовки. В данном случае решение лежит на пути макетирования более простых устройств, которые впоследствии могут стать элементами сложного макета. На рисунке 3 показана отдельная модель автоматизированного склада, который входит в общую цепочку производственных процессов.

Описанные выше методики были применены при проведении занятий в МГПУ со студентами различных профилей педагогического направления обучения. Были решены следующие дидактические задачи:

1. Обеспечение непрерывности учебного процесса.
2. Реализация преемственности в изложении учебного материала.
3. Обеспечение единства теории и практики.

Оборудование немецкой компании Fischertechnik (рис. 4) отличается системным подходом и четкой STEM-специализацией. Общая идея такова: многие элементы, которые составляют номенклатуру большинства моделей

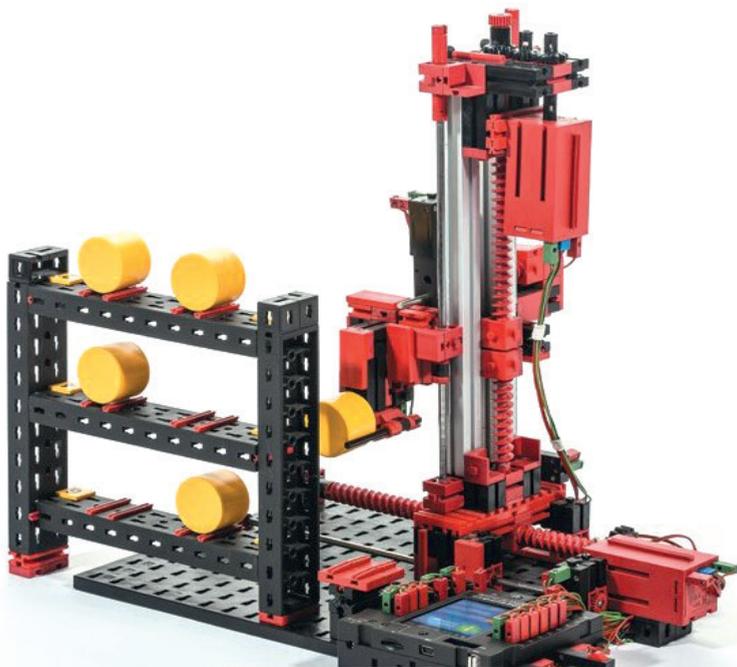


Рис. 3. Модель автоматизированного склада на контроллере ТХТ



Рис. 4. Конструктор для STEM-проектов от Fischertechnik

(конструкторов), присутствуют в этих конструкторах с учетом различных возрастных групп, от детского сада до вуза, постепенно усложняясь. Особое внимание уделяется формированию инженерного подхода при конструировании: возможны работа с проектной документацией, изучение различных типов соединений сборочных единиц, изучение дизайнерских и конструкторских

(функциональных) решений — нужно иногда самому додумать решение, документация не всегда полно, и это сделано намеренно, представляет сборочный узел. Такой подход выгодно отличает системы Fischertechnik от оборудования других фирм.

Для STEM-проектирования имеется следующая линейка конструкторов (систем) из образовательного раздела.

- **ВТ Стартовый набор 2.0.** Программируемый контроллер ВТ Smart с четырьмя входами для подключения датчиков и двумя выходами для моторов и ламп имеет интерфейсы USB и Bluetooth 4.0. Для программирования используется учебная среда ROBO Pro Light, которая позволяет быстро и интуитивно составлять алгоритмы для управления моделями. Также есть возможность составлять программы на планшете (с ОС Android). ВТ Стартовый набор — конструкторский набор для начальной и средней школы.

- **Учебная рабочая станция.** Это конструкторский набор для старших классов средней школы. Он включает в себя полный ассортимент датчиков, с помощью которых робот может измерять расстояние до препятствий, следовать по линии, реагировать на свет, измерять температуру и многое другое. В конструктор входит рабочая тетрадь, которая содержит инструкцию по сборке двух штатных наборов «ROBO TX Исследователь» и «ТХТ Набор первооткрывателя». Из деталей, входящих в комплект набора, можно собрать робота на двух типах шасси — гусеничном или колесном. Изучение программирования с данным набором происходит по принципу «от простого к сложному»: сначала программируем простые модели (светофор, сушилка для рук и др.), потом переходим на более высокий уровень и программируем мобильные автоматические устройства. Также есть возможность создания самостоятельного проекта, большое количество деталей и компонентов набора практически не ограничивает область экспериментов с ним. Это конструкторский набор для старших классов средней школы.

- **ТХТ Продвинутый уровень.** Материал набора позволяет раскрыть следующие темы: измерения, управление и регулирование с помощью различных исполнительных устройств и датчиков, работа с контроллером ТХТ и программным обеспечением ROBO Pro, программирование мобильных роботов и автоматических устройств².

- **Электропневматика.** Материал набора позволяет раскрыть следующие темы: измерения, управление и регулирование с помощью различных исполнительных устройств и датчиков, программирование приближенных к реальности электропневматических машин и роботов³;

- **Промышленные роботы.** Материал набора позволяет раскрыть следующие темы: измерения, управление и регулирование с помощью программируемых

² ТХТ Продвинутый уровень [Электронный ресурс] // Официальный сайт Fischertechnik. URL: <https://fischertechnik.ru/education/533018-robotics-txt-advanced> (дата обращения: 10.07.2021).

³ Электропневматика [Электронный ресурс] // Официальный сайт Fischertechnik. URL: <https://fischertechnik.ru/computing/516186-robo-tx-electropneumatic> (дата обращения: 10.07.2021).

контроллеров, датчиков и исполнительных устройств, углубленное изучение технологии программирования промышленных роботов, практикум по программированию на базе учебных моделей промышленных роботов⁴.

Все вместе три последних конструкторских набора составляют набор «STEM Инженерный»⁵.

«STEM PREP 2.0 Физика, Робототехника, Экотехнологии (9 в 1)» — конструкторский набор для средней школы (рис. 4).

Материал набора позволяет раскрыть следующие темы:

- проектная деятельность на базе STEM;
- эскизы и документация;
- преобразование и хранение энергии;
- простые машины;
- механизмы;
- основы электричества;
- знакомство с системами автоматического управления;
- знакомство с принципом работы пневматического привода;
- знакомство с датчиками;
- взаимодействие между устройством и пользователем.

Особенно успешно системы фирмы Fischertechnik демонстрируют работу мехатронных устройств, где соединены механические и электронные (электрические) компоненты, и в этом плане они незаменимы в технологическом образовании, так как выгодно отличаются от других подобных систем. Проекты, выполненные на базе систем фирмы Fischertechnik, стимулируют изучение обучающимися в первую очередь таких разделов физики, как «Механика», «Электричество», «Физические процессы в жидкостях и газах» в связи с другими разделами, в числе которых будут «Простые механизмы и машины», «Электрические приводы и электронные приборы», «Пневматика», «Гидравлика», «Физика твердого тела».

Работа с системами фирмы Fischertechnik постепенно подводит обучающегося к овладению навыками работы с реальными промышленными системами, так как эти системы, за исключением разве что реальных своих размеров, будут полностью им идентичны.

Особо следует отметить, что конструкторы Fischertechnik наиболее полно отвечают идеологии STEM, позволяют реализовать демонстрацию не только прикладных возможностей инженерии, но и фундаментальных законов физики, математики и информатики, а также организовать полноценную проектную инженерную деятельность обучающихся различных возрастных групп.

⁴ Промышленные роботы [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Пакпак». URL: <http://pacpac.ru/product/533020-robotics-in-industry/> (дата обращения: 10.07.2021).

⁵ STEM Инженерный [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Пакпак». URL: <http://pacpac.ru/product/519341-stem-engineering/> (дата обращения: 10.07.2021).

Литература

1. Григорьев С. Г., Садыкова А. Р., Курносенко М. В. STEM-технологии в подготовке магистров педагогического направления // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2018. № 3 (45). С. 8–13.

Literatura

1. Grigor`ev S. G., Sady`kova A. R., Kurnosenko M. V. STEM-texnologii v podgotovke magistrów pedagogicheskogo napravleniya // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2018. № 3 (45). S. 8–13.

**S. G. Grigoriev,
M. V. Kurnosenko**

Stem-Designing in the Training of Masters in the Profile «Mechatronics, Robotics and Electronics in Education»

The article discusses the experience of using educational STEM projects in the field of mechatronics and robotics in the preparation of masters of the pedagogical direction. The implementation of such STEM projects can be carried out not only using various robotic constructors, but also using virtual modeling environments. The knowledge obtained during modeling in virtual environments makes it possible to increase the efficiency of face-to-face practical classes with a real designer. The use of virtual modeling environments in combination with the use of real constructors provides a relationship between distance and face-to-face learning.

Keywords: STEM; Fischertechnik; educational robotics; mechatronics; virtual environments.

УДК 378.14

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.05

**И. Ю. Реброва,
Ю. В. Стоянова**

Кейс-метод: вопросы формулировки и методологии оценивания¹

В статье изложен опыт организации работы обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» при апробации школьной цифровой платформы: формулировка кейсов и описание системы оценивания.

Ключевые слова: кейс-метод; педагогическое образование; цифровая платформа; цифровизация.

В вопросах практики высшего образования наиболее актуально внедрение компетентностноориентированного подхода. Это обуславливает применение особых форм организации образовательного процесса, таких как личностноориентированные методы обучения, индивидуализация и персонализация, внедрение проектных и исследовательских методов. Сам термин «компетентность» напрямую относится к показателям, указывающим на индивидуальную эффективность труда будущего работника образовательной сферы, а следовательно, и организации-работодателя.

Работодателю важно получить наиболее компетентного специалиста, имеющего серьезную фундаментальную подготовку и обладающего практическими навыками профессиональной деятельности. Эти запросы становятся причиной растущей конкуренции на образовательном рынке: программы дополнительного обучения смещают акцент с академического подхода в образовании в сторону реальных практических навыков. Не умаляя важности теоретической подготовки будущих педагогов, рассмотрим вопрос о том, как эти теоретические знания приобрести: важно, чтобы они не передавались в готовом виде, а приобретались в результате поиска и творческого осмысления.

Традиционные формы организации учебной работы, такие как лекции, семинары и практические занятия, имеют ограниченные возможности изменения личной позиции студента, так как он в этом случае остается обучающимся. В некотором роде с точки зрения компетентностного подхода не только лекции,

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта правительства Тульской области в сфере науки и техники 2020 г. по договору ДС/158 от 29.10.2020 г.

но и лабораторные, и практические занятия в устоявшемся вузовском понимании являются пассивными формами работы [1, с. 163].

Одним из самых продуктивных приемов организации активной работы студентов, активизации их мыслительной деятельности и формирования функциональной грамотности является кейс-метод, или так называемый анализ конкретных ситуаций. Это техника обучения, использующая описание реальных жизненных обстоятельств и сценариев, а в контексте образования в вузе речь идет о профессиональных ситуациях. Обучающимся дается задание исследовать предлагаемые условия, выявить проблему и разобраться в ее сути, предложить возможные решения и выбрать из них наиболее рациональное. Кейсы основываются на реальном фактическом материале или же максимально приближены к реальной ситуации [2, с. 22].

Среди основных преимуществ применения этого метода можно выделить:

- практикоориентированность: усвоение и применение теории в реальных ситуациях дает более широкое представление о специфике будущей профессии;
- интерактивность: за счет высокой эмоциональной вовлеченности усвоение материала происходит наиболее эффективно, вырабатывается способность самостоятельного приобретения знаний;
- наработку конкретных навыков и компетенций: кроме предметных навыков (*hard skills*) кейс-метод способствует выработке мягких навыков (*soft skills*), которые носят надпредметный характер и не описаны в образовательных программах вузов; кроме этого, при должной организации взаимодействия у студентов формируются цифровые навыки (*digital skills*) [6].

Перед педагогом вуза стоит важная задача формирования банка кейс-заданий, разработки системы показателей и критериев их оценивания, актуализации рабочих программ дисциплин в части фонда оценочных средств. На данный момент существуют различные подходы к описанию сюжетов кейсов, нет единого понимания, как должно выглядеть кейс-задание, ввиду не столь широкой распространенности метода: большинство преподавателей следуют традиционным методам обучения. Менее изученным является вопрос об оценивании таких заданий, что обусловлено тем, что подобную систему невозможно унифицировать, так как максимально отличаются возможные условия кейсов и общие системы и шкалы оценивания.

Приведем далее некоторые моменты из практико-ориентированной подготовки обучающихся направления 44.03.05 «Педагогическое образование», проходящей в рамках сотрудничества факультета математики, физики и информатики ТГПУ им. Л. Н. Толстого с автономной некоммерческой организацией содействия внедрению в общеобразовательной школе инновационных образовательных технологий «Платформа новой школы».

Одной из основных задач сотрудничества является тестирование и апробация электронной информационно-образовательной среды «Школьная цифровая платформа СберКласс» в рамках учебных практик и при выполнении

индивидуальных кейс-заданий по дисциплине «Методика обучения математике» [5].

Платформа «СберКласс» — это комплексное решение, позволяющее выстраивать персонализированную модель образования для каждого ребенка, а также делать процесс обучения увлекательным и интерактивным².

Проект быстро растет и нуждается в высококвалифицированном экспертном тестировании учебного контента. Для того чтобы повысить качество контента, платформа «СберКласс» в рамках заключенного с ТГПУ соглашения набирает участников в фокус-группу по тестированию и апробации модулей и заданий по математике. Для успешной работы на платформе важны обратная связь и пользовательский опыт, оригинальные идеи по доработке контента. Участие в проекте позволяет студенту познакомиться с инструментами цифровой трансформации образовательной среды, обучаться по индивидуальной траектории, погрузиться в инновационные образовательные процессы.

Персонализированная модель образования (ПМО) — способ проектирования и осуществления образовательного процесса, направленного на развитие личностного потенциала учащегося. В ПМО обучающийся выступает субъектом совместной учебной деятельности, имеет возможность строить свою индивидуальную траекторию с тем, чтобы в ней учитывались особенности его личности и потребности развития.

Приведем пример кейса «Экспертиза учебного контента». Содержание кейса включает описание конкретной профессиональной ситуации и практическую задачу, построенную на этой ситуации.

Задача студента — участника проекта — состоит в предметной проверке материалов учебного модуля. Каждому обучающемуся предоставляется возможность выбора индивидуального модуля из программы средней школы по предметам: математика (5–6-й классы), алгебра (7–9-й классы), геометрия (7–9-й классы). Студенту необходимо зайти на платформу «СберКласс» по выданному логину и паролю, в разделе «Задания» выбрать предмет, учебный модуль. В учебном модуле необходимо запланировать индивидуальную траекторию прохождения: добавить в план все задания. Прохождение модуля заключается в решении заданий на платформе в роли ученика, оценивании имеющихся материалов и проработке перспектив их улучшения. В процессе работы студент заполняет форму отчета «Содержательная оценка модуля», включающую в себя информацию о каждом задании. В нее входят позиции:

- Уровень — указывается уровень задания: 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, соответствующий уровню элемента учебной цели, обозначенному на платформе.
- Название, ссылка — указываются название задания на платформе и (или) ссылка доступа к заданию.

² Школьная цифровая платформа «СберКласс». URL: <https://sberclass.ru/> (дата обращения: 10.03.2021).

- Ответ — указывается только в том случае, когда задание проверяется автоматически. На платформе предусмотрены основные типы проверки заданий: автоматическая (ответ проверяется платформой мгновенно), самопроверка (обучающийся проверяет свое решение в соответствии с предоставленными ключами), проверка учителем (решение отправляется на проверку учителю), взаимопроверка (решение отправляется на проверку другому обучающемуся). Если в задании предусмотрен неавтоматический тип проверки, то полученное решение следует отправить на платформу, прикрепив его в соответствующем поле.

- Результат выполнения — для задания с автоматической проверкой по итогам выполнения студент указывает отметки «Зачтено» или «Не зачтено»; для остальных заданий указывается «Отправлено» (решения будут проверены куратором проекта на платформе).

- Комментарий — указывается опционально при наличии проблем или замечаний, каких-либо особенностей или вопросов, возникающих при выполнении задания.

- Оценка задания — выставляется студентом опционально по шкале от 1 до 5, преимуществом будет комментирование этой оценки. Оценка служит количественным (а комментарий — качественным) показателем обратной связи для разработчиков заданий.

- Предложения по доработке — опционально указываются возможные пожелания участника проекта по доработке интерфейса платформы, которые появились при выполнении данного задания, рекомендации по улучшению алгоритма автопроверки, замене иллюстраций, формулировок, сюжета заданий.

Остановимся подробнее на критериях и шкале оценивания кейс-заданий.

Каждое кейс-задание имеет фиксированную трудоемкость, которая выражена в академических часах и равна трудоемкости индивидуального модуля, заложенной в рабочей программе по предмету на платформе «СберКласс». Система критериального оценивания нацелена на реализацию дифференцированного подхода при оценке работ студентов. Оценка за каждый кейс определяется его весом, который рассчитывается исходя из отношения трудоемкости кейса к количеству часов, суммарно выделенных на все виды самостоятельной работы студента. Вес кейс-задания является коэффициентом для перевода баллов за задание в баллы индивидуального рейтинга студента. Максимальная сумма баллов за кейс-задание составляет 50, сверх этого количества студент может получить до 10 бонусных баллов за индивидуальные достижения при выполнении задания.

За выполнение задания в полном объеме студенту присваивается базовое количество баллов — 25. Далее возможно применение повышающих или понижающих коэффициентов в указанной в таблице 1 последовательности.

Полученное количество баллов дополняется оценкой за сроки выполнения задания.

Дополнительные баллы начисляются за выполнение работы в срок или досрочно. Количество баллов варьируется от 1 до 3 в зависимости от сокращения

Таблица 1

Критерии и коэффициенты оценки качества отчета

Критерий	Коэффициент	Расшифровка
Сложность/ объем	1,1	Уровень 7-го класса.
	1,2	Уровень 8-го класса или трудоемкость превышает заявленную.
	1,3	Уровень 9-го класса или трудоемкость значительно превышает заявленную
Предметные ошибки	0,7	Более 4 предметных ошибок.
	0,8	3–4 предметные ошибки.
	0,9	1–2 предметные ошибки
Качество работы	1,3	Приведены подробные решения или даны качественные оценки заданиям.
	1,5	Выполнены два из условий: есть подробные решения или оригинальные решения с качественным оформлением или заданиям даны качественные оценки.
	1,7–2,0	К вышеперечисленному добавляется хорошая степень проработки: наличие комментариев об ошибках, предложений по доработке

установленных сроков сдачи отчета (в планируемый день, на 1–3 учебных дня раньше планируемого дня, на 4 и более учебных дней ранее).

Нейтральная оценка (0 баллов) выставляется за выполнение работы не в срок, но с предварительным предупреждением или без предупреждения, но в срок, не превышающий дату ближайшего лабораторного/практического занятия.

Понижающая оценка предусмотрена для случаев нарушения сроков выполнения работы без предупреждения. Количество штрафных баллов (от –3 до –1) зависит от количества дней задержки.

Предложенная система оценки работы студентов направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» успешно апробирована в осеннем семестре 2020/2021 учебного года. Взаимодействие куратора со студентами осуществлялось с использованием средств ИКТ в онлайн-формате посредством организации единого сообщества в социальной сети «ВКонтакте», на лекциях, проводимых на платформе Zoom. Обратную связь и результаты выполнения кейсов студенты могли в режиме реального времени отслеживать в Google-таблицах. В [5] более подробно представлен опыт организации работы студентов в рамках апробации цифровой платформы. Куратором проекта, как в ходе своей производственной практики, так и научно-исследовательской работы, являлась Ю. В. Стоянова, магистрант и методист по математике платформы «СберКласс».

Результаты апробированных новаций могут быть полезны преподавателям вузов при планировании и организации учебного процесса с использованием кейс-технологии.

Литература

1. Безбородова Ю. Кейс-метод // Высшее образование в России. 2008. № 8. С. 163–165.
2. Деркач А. М. Кейс-метод в обучении // Специалист. 2010. № 4. С. 22–23.
3. Карпушин Н. Я., Кассина Р. А. Готовность выпускника педагогического вуза к профессиональной деятельности // Социально-педагогические аспекты профессиональной подготовки современных педагогических кадров: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. Пермь, 2006. С. 115–118.
4. Орлов А. А. Механизмы оценивания результатов образовательного процесса в вузе в контексте компетентностного подхода: учеб.-метод. пособие. М. – Берлин: Директ-Медиа, 2015. 145 с.
5. Реброва И. Ю., Стоянова Ю. В. Из опыта сотрудничества университета и цифровой платформы: организация практики студентов // Инновационные подходы к обучению математике в школе и вузе: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. Омск: ОмГПУ, 2021. С. 111–114.
6. Реброва И. Ю., Стоянова Ю. В. Функциональная компетентность будущего педагога в условиях цифровой трансформации образовательной среды // Решение проблем учебно-методического обеспечения при реализации ФГОС ВО 3++: мат-лы XLVII науч.-метод. конф. профессорско-преподавательского состава, аспирантов, магистрантов, соискателей ТГПУ им. Л. Н. Толстого. Тула: ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2020. С. 290–293.

Literatura

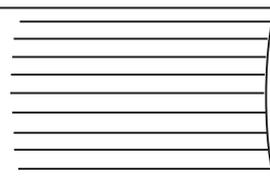
1. Bezborodova Yu. Kejs-metod // Vy`sshee obrazovanie v Rossii. 2008. № 8. S. 163–165.
2. Derkach A. M. Kejs-metod v obuchenii // Specialist. 2010. № 4. S. 22–23.
3. Karpushin N. Ya., Kassina R. A. Gotovnost` vy`pusknika pedagogicheskogo vuza k professional`noj deyatel`nosti // Social`no-pedagogicheskie aspekty` professional`noj podgotovki sovremenny`x pedagogicheskix kadrov: mat-ly` Vseros. nauch.-prakt. konf. Perm`, 2006. S. 115–118.
4. Orlov A. A. Mexanizmy` ocenivaniya rezul`tatov obrazovatel`nogo processa v vuze v kontekste kompetentnostnogo podxoda: ucheb.-metod. posobie. M. – Berlin: Direkt-Media, 2015. 145 s.
5. Rebrova I. Yu., Stoyanova Yu. V. Iz opy`ta sotrudnichestva universiteta i cifrovoj platformy`: organizaciya praktiki studentov // Innovacionny`e podxody` k obucheniyu matematike v shkole i vuze: mat-ly` Vseros. nauch.-prakt. konf. Omsk: OmGPU, 2021. S. 111–114.
6. Rebrova I. Yu., Stoyanova Yu. V. Funkcional`naya kompetentnost` budushhego pedagoga v usloviyax cifrovoj transformacii obrazovatel`noj sredy` // Reshenie problem uchebno-metodicheskogo obespecheniya pri realizacii FGOS VO 3++: mat-ly` XLVII nauch.-metod. konf. professorsko-prepodavatel`skogo sostava, aspirantov, magistrantov, soiskatelej TGPU im. L. N. Tolstogo. Tula: TGPU im. L. N. Tolstogo, 2020. S. 290–293.

**I. Yu. Rebrova,
Yu. V. Stoyanova**

Case Method: Questions of Formulation and Assessment Methodology

The article describes the experience of organizing the work of students in the field of training 44.03.05 «Pedagogical education» in the testing of a school digital platform: the formulation of cases and a description of the assessment system.

Keywords: case method; teacher education; digital platform; digitalization.



УДК 378

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.06

В. В. Булгаков

Расширение функциональных возможностей электронных образовательных ресурсов на примере программы FireTest

В статье рассматривается вопрос эксплуатации и модернизации цифровых образовательных ресурсов, связанный с расширением их функциональных возможностей и повышением эргономических качеств. На примере автоматизированной программы обучения, контроля и анализа уровня теоретических знаний, внедренной в учебный процесс вуза МЧС, представлен опыт ее модернизации. Совместная работа пользователей и разработчиков позволила повысить качество теоретического учебного материала и расширить функциональные возможности и удобство работы пользователей в компьютерной программе.

Ключевые слова: цифровые образовательные ресурсы; компьютерная программа; опыт модернизации; расширение функциональных возможностей.

Введение

Цифровая трансформация образования включает не только создание новых электронных образовательных ресурсов и внедрение их в учебный процесс, но и расширение функциональных возможностей уже применяемых программных средств, их модернизацию и совершенствование.

Следует учитывать, что успешность хода интеграции и модернизации программных средств обусловлена готовностью и умением их использовать в учебном процессе как профессорско-преподавательским составом, так и обучаемыми [4, с. 12]. Исследования готовности профессорско-преподавательского состава к применению цифровых образовательных технологий указывают

на то, что большинство преподавателей считают их применение в учебном процессе обоснованным [1, 7–9, 11].

Вместе с тем следует отметить, что после апробации и внедрения новых программных средств в учебный процесс нередко возникают определенные трудности у профессорско-преподавательского состава при их применении, которые носят как объективный, так и субъективный характер. Прежде всего, к объективным трудностям специалисты относят сложный алгоритм реализации функционала, что может приводить только к его частичному использованию и/или постепенному отказу от применения таких программных средств.

К субъективным факторам относится недостаточный уровень подготовки профессорско-преподавательского состава, отсутствие мотивации и интереса к работе с цифровыми образовательными технологиями, что непосредственно влияет на эффективность их использования в учебном процессе. Исследование, проведенное Д. С. Дмитриевым и Н. В. Солововой, показало, что у 72 % пользователей из числа профессорско-преподавательского состава наибольшие затруднения вызывают вопросы методического применения цифровых образовательных технологий [5, с. 528]. Вместе с тем приведенные в работе О. А. Чувгуновой результаты опроса свидетельствуют, что большинство опрошенных преподавателей (63,8 %) стремятся применять цифровые образовательные технологии в педагогической деятельности [10, с. 51].

Активная и длительная эксплуатация пользователями программных средств, как правило, позволяет выявлять различные эргономические и инструментальные недостатки, а также получать предложения по модернизации и расширению функциональных возможностей. Совместная работа пользователей и разработчиков позволяет в конечном итоге создать сбалансированный программный продукт, в котором максимально реализован учебно-методический функционал.

Опыт модернизации и расширения функциональных возможностей электронных образовательных ресурсов в вузе МЧС

В качестве примера модернизации программных средств, проведенной при активном взаимодействии пользователей и разработчиков программного продукта, можно рассмотреть применяемую в учебном процессе Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России (далее — академия) с 2018 года многоуровневую автоматизированную систему обучения, контроля и анализа уровня теоретических знаний (далее — программа FireTest), на которую получено в 2017 году свидетельство № 2017613078 о государственной регистрации программы ЭВМ.

Основная функция программы FireTest заключается в организации самостоятельной подготовки курсантов и последующего контроля их теорети-

ческих знаний посредством тестирования как по отдельным дисциплинам, так и по уровням подготовки. Уровень подготовки представляет собой базу теоретических вопросов по всем дисциплинам, изучаемым в текущем году обучения; также в нее включены вопросы по всем дисциплинам, изученным ранее, в предыдущие годы обучения. Например, по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» курсанты 5-го года обучения проходят итоговое тестирование, включающее более 250 вопросов из всех дисциплин, которые были изучены за весь период обучения.

Функциональное назначение тестирования по уровню подготовки заключается в проверке теоретических знаний обучаемых. На основании ее результатов решается вопрос о допуске их к сессии, а на выпускном курсе — к государственной итоговой аттестации. Тестирование по дисциплинам является текущим контролем, который осуществляют преподаватели по своим дисциплинам в течение семестра. Для формирования базы теоретических вопросов реализована функция создания этих вопросов, их редактирования и удаления, а также функция создания теста, его планирования, проведения и получения результатов в режиме онлайн.

Интересной особенностью программы FireTest является реализация в ней игровой формы обучения, которая позволяет обучаемым соревноваться между собой на лучшее знание теоретического материала дисциплин. Данное соревнование проводится в виде поединка между обучаемыми, которые в режиме реального времени отвечают на одинаковые вопросы, выбранные программой случайным образом из соответствующего уровня подготовки. Для мониторинга результатов тестирования и поединков, объема самостоятельной работы в программе FireTest реализована функция подсчета индивидуальной статистики работы обучаемых, она есть также и для учебных групп и учебных курсов, имеется здесь и возможность сравнения статистических данных групп и курсов между собой.

Апробация в 2017/2018 учебном году [2] и реализация в течение 2018/2019 учебного года в учебном процессе программы FireTest показали необходимость ее модернизации. Прежде всего была разработана мобильная версия программы FireTest, которая позволила обеспечить пользователям доступ к функционалу и содержанию программы со своих мобильных устройств вне зависимости от места их нахождения и времени (рис. 1).

Следует отметить, что после внедрения мобильной версии программы степень ее использования значительно возросла; кроме того, в процентном соотношении применение мобильной платформы стало преобладать над долей использования стационарной, созданной для персональных компьютеров (см. рис. 2). Например, если смотреть по типам устройств, которые применялись за последний год для работы с программой FireTest, то доля смартфонов составила 79,8 %, персональных компьютеров — 20 %, а планшетов — всего 0,16 %.

За 2018/2019 учебный год была значительно расширена база теоретических вопросов по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность»: их количество

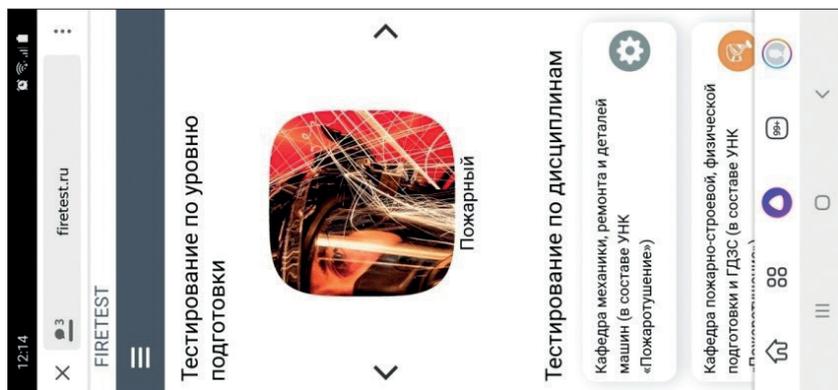
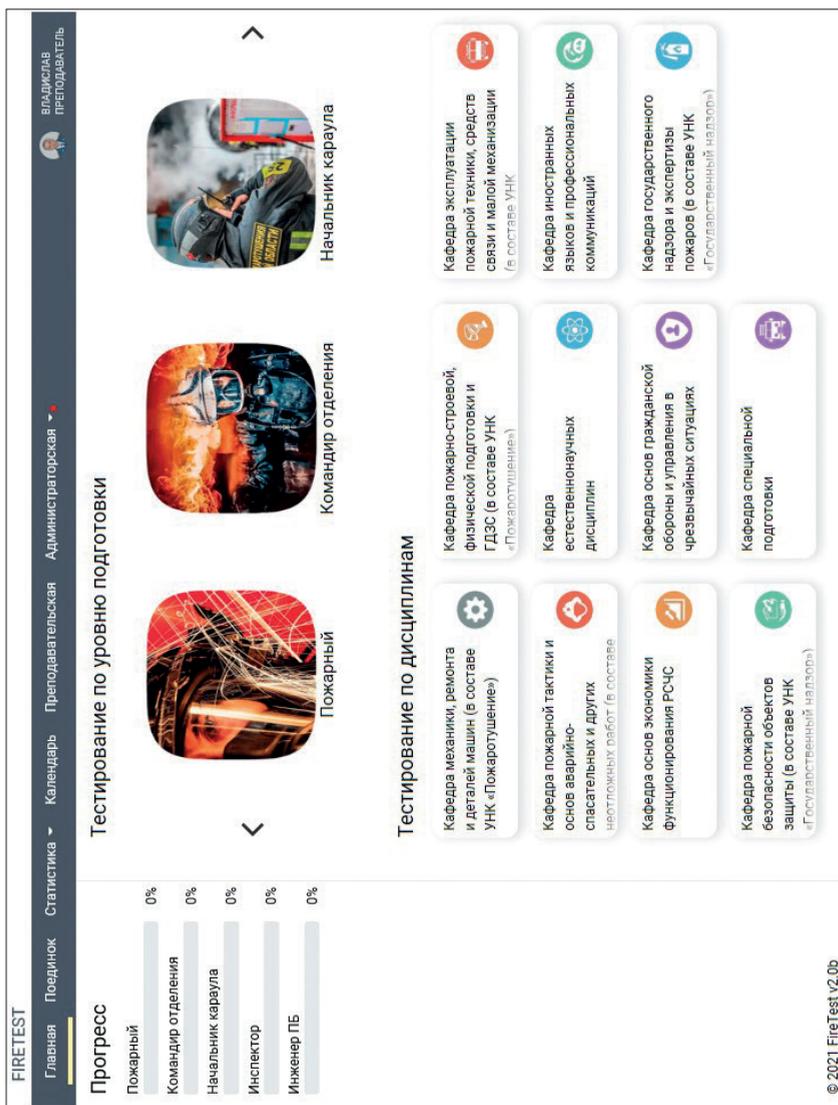


Рис. 1. Вид главных страниц мобильной и стационарной (для персональных компьютеров) версий программы FireTest

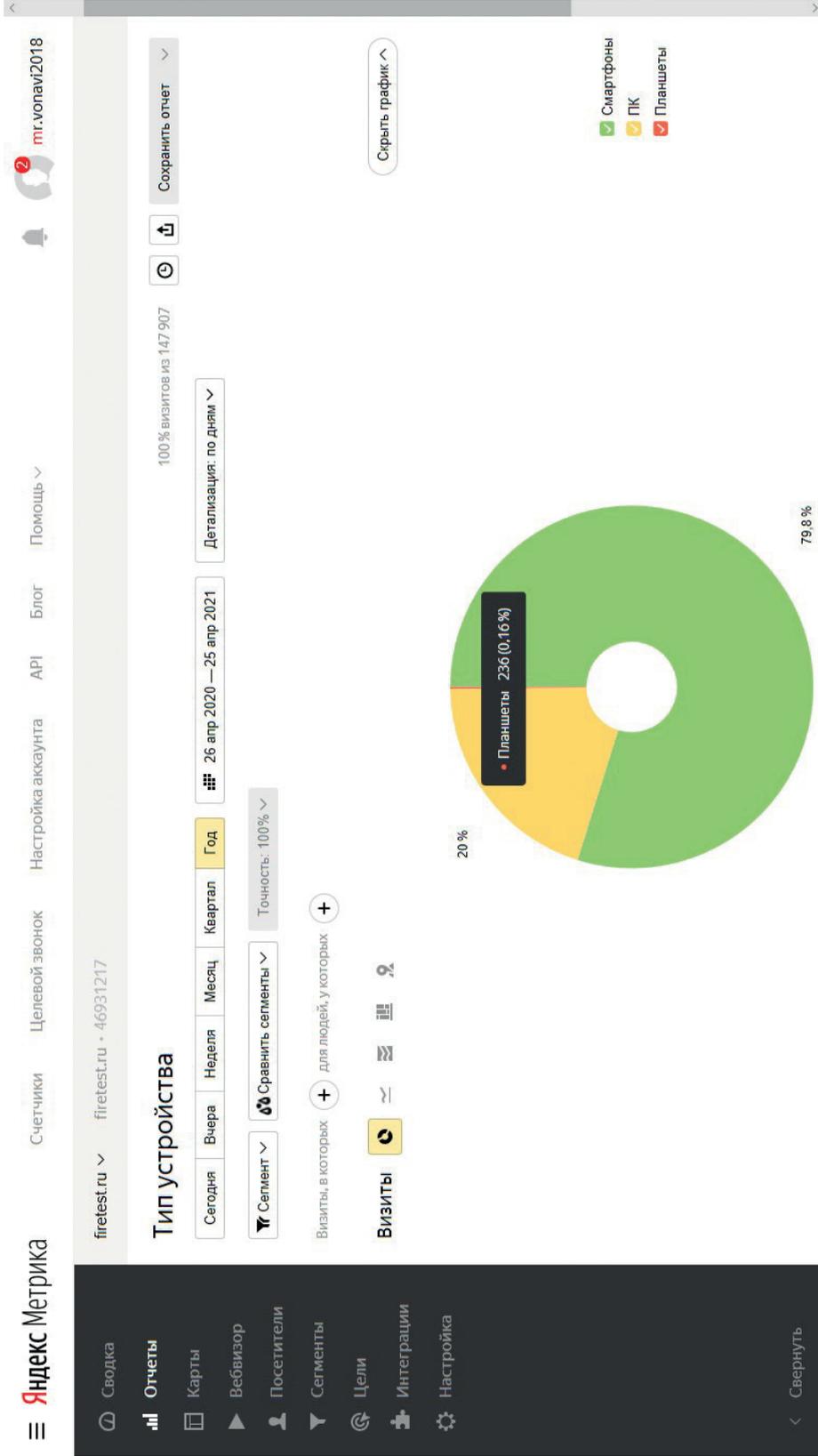


Рис. 2. Типы устройств, применяемых пользователями для работы с программой FireTest (по данным сервиса Яндекс.Метрика)

увеличилось с 1500 до 3000. Разработаны базы теоретических вопросов по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза», что позволило расширить аудиторию пользователей программы, в которой на начало 2021 года было зарегистрировано уже более 1700 человек, включая собственно обучаемых и профессорско-преподавательский состав академии.

В 2019/2020 учебном году в программу FireTest были добавлены новые функциональные возможности. Например, добавлена функция статистики работы профессорско-преподавательского состава, которая позволяет оценить активность применения инструмента тестирования по дисциплинам и востребованность данного продукта в учебном процессе (рис. 3).

FIRETEST

Главная Поездик Статистика Календарь Преподавательская Администраторская

ВЛАДИСЛАВ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Дата тестирования	Группа	Дисциплина / Уровень подготовки
01 октября 2020 Тестирование прошло	513,1	Пожарная безопасность в строительстве
06 октября 2020 Тестирование прошло	513,1	Пожарная безопасность в строительстве
07 октября 2020 Тестирование прошло	515,1	Пожарная безопасность в строительстве
14 октября 2020 Тестирование прошло	403	Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре
05 ноября 2020 Тестирование прошло	403	Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре
07 ноября 2020 Тестирование прошло	205	Здания и сооружения (СПО)

Рис. 3. Реализация функции статистики работы преподавателя в программе FireTest

Для пользователя с правами администратора появилась возможность добавлять новые специальности и направления подготовки и соответствующие им дисциплины, а также исключать дисциплины или менять их название (рис. 4).

FIRETEST

Главная Поездик Статистика Календарь Преподавательская Администраторская

ВЛАДИСЛАВ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Название дисциплины

Для какой кафедры новая дисциплина

© 2021 FireTest v2.0b

Рис. 4. Реализация функции добавления дисциплин в программе FireTest

При эксплуатации программы FireTest возникла проблема качества представляемых профессорско-преподавательским составом формулировок вопросов и вариантов ответов, что повлекло необходимость организации контроля тестового материала со стороны администраторов программы (рис. 5). Данная функция была реализована, благодаря чему все разрабатываемые вопросы перед попаданием в доступную для обучаемых базу теоретического материала проходят проверку на профессиональную грамотность, а также на соответствие требованиям грамматики и орфографии. Администратор по каждому вопросу принимает решение либо о его доработке, либо об утверждении, а также может воспользоваться предпросмотром для оценки правильности отражения рисунков и формул. Кроме того, администратор может самостоятельно исправить выявленные недостатки в вопросе, сохранить его новую версию и утвердить ее для дальнейшего использования. Реализация этой функции позволила значительно повысить уровень качества теоретического тестового материала.

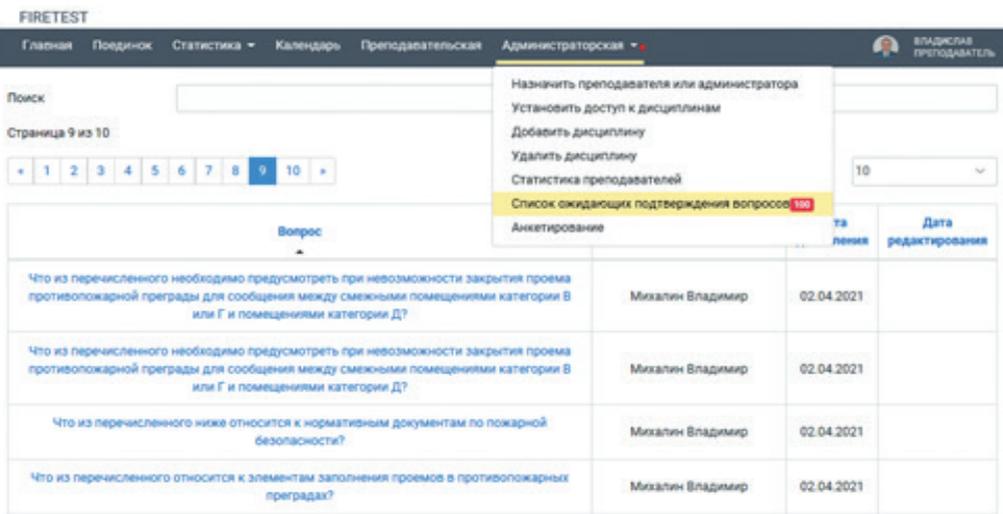


Рис. 5. Реализация функции администратора по контролю качества теоретических вопросов и подтверждения их применения в тестах

Регистрация в программе FireTest всех обучаемых академии и профессорско-преподавательского состава дала возможность реализовать функцию автоматизированного анкетирования для получения посредством обратной связи мнения пользователей по тем или иным вопросам учебной, воспитательной, социально-бытовой и иной деятельности. Анкетирование проводится как открытым, так и анонимным способом (см. рис. 6).

Стоит отметить, что в период пандемии и перехода вузовского образования в дистанционный режим потенциал цифровых программных средств обучения позволил не только в значительной степени сохранить требуемый уровень подготовки, но и приобщить, хоть и в какой-то степени вынужденно,

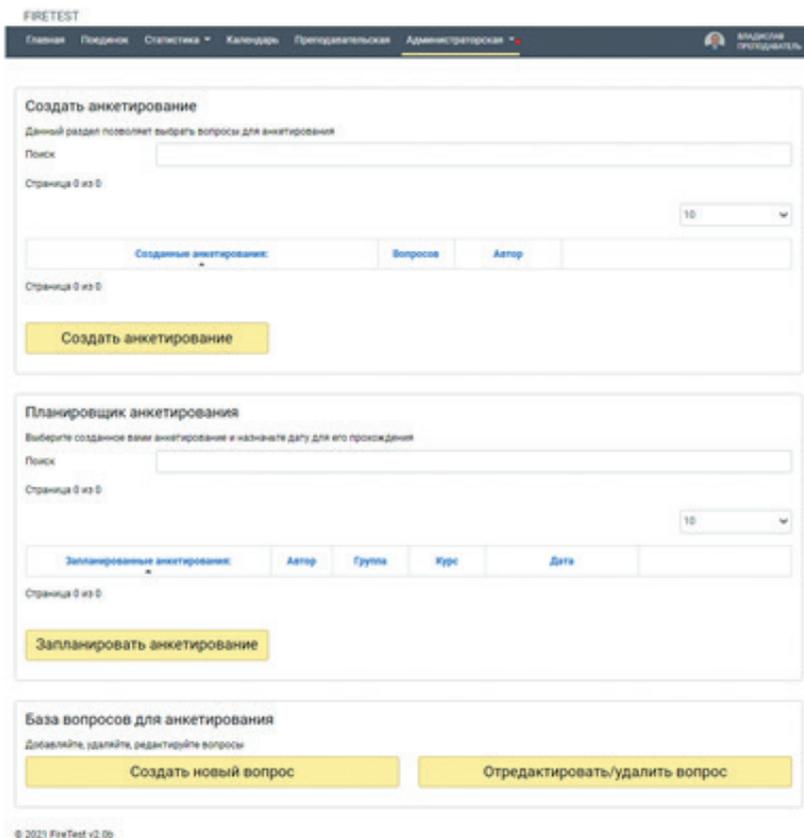


Рис. 6. Реализация функции автоматизированного анкетирования пользователей программы FireTest

профессорско-преподавательский состав к активному использованию цифровых образовательных технологий [3; 6]. Например, в условиях реализации в академии дистанционного режима обучения активность работы пользователей в программе FireTest показала ее большую востребованность, что подтверждается статистическими данными сервиса Яндекс.Метрика.

В период пандемии активность пользователей в программе FireTest достигала максимальных значений, например в период с 1 сентября 2020 по 27 декабря 2020 года ежедневная посещаемость данного учебного ресурса составляла более 950 визитов пользователей. В пиковый период сдачи экзаменационной сессии за 2 семестр 2019/2020 учебного года ежедневное посещение ресурса достигало цифры в 2280 визитов (см. рис. 7).

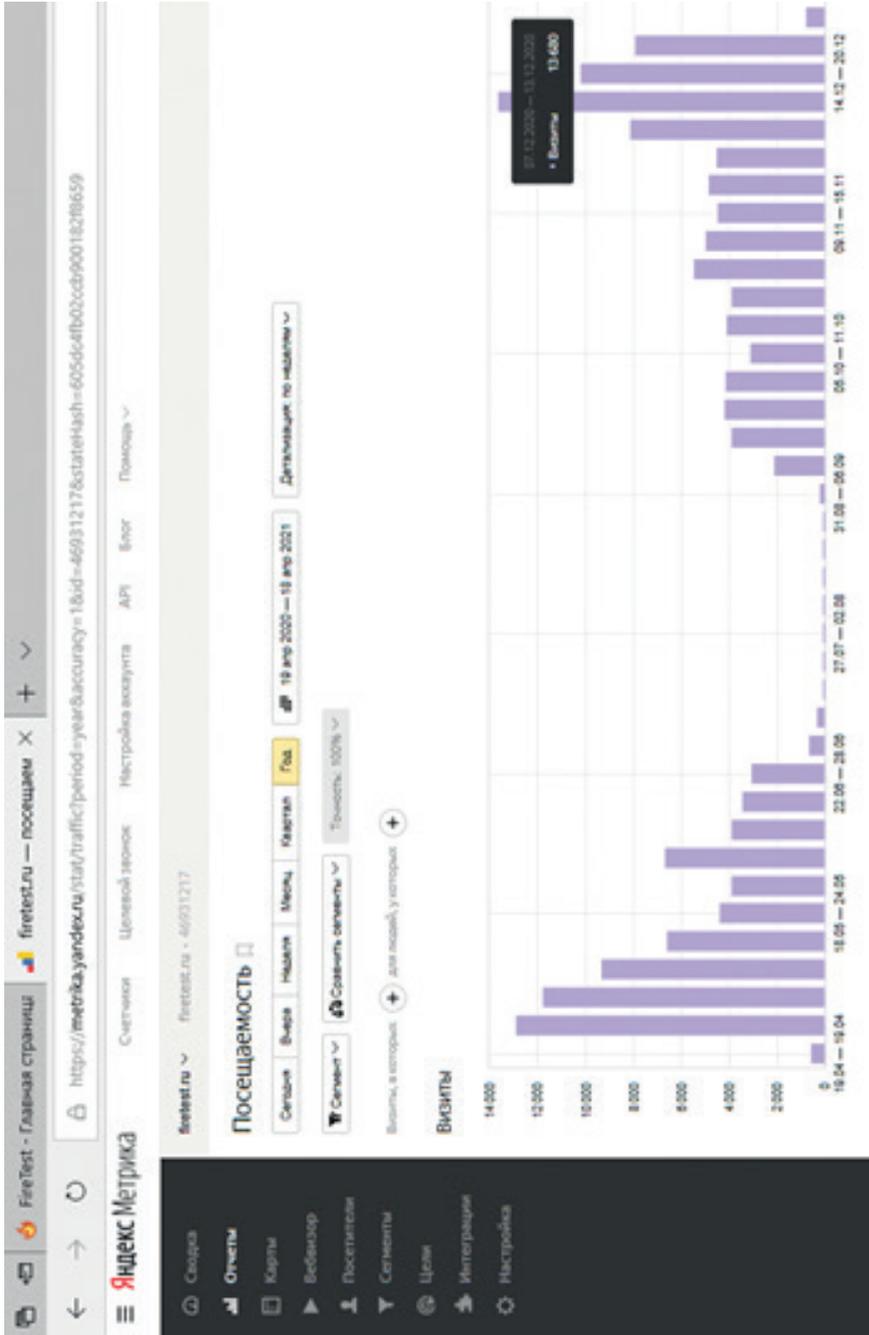


Рис. 7. Посещаемость пользователями программы FireTest в 2019/2020 учебном году в период пандемии (по данным сервиса Яндекс.Метрика)

Заключение

Опыт применения в учебном процессе информационных образовательных технологий и программных средств показал, что недостаточно создать компьютерную программу, апробировать ее и внедрить. Требуется постоянный мониторинг ее использования, получение от пользователей объективных данных о ее эффективности и проблемных вопросах, которые не позволяют использовать весь ее потенциал. Результаты применения в учебном процессе академии компьютерной программы FireTest показали активную позицию пользователей, направленную на развитие функциональных возможностей программы и повышение ее качества.

В настоящее время представленная здесь компьютерная программа является одним из основных элементов цифровой образовательной среды академии, которая позволяет организовать системную теоретическую подготовку курсантов и контроль их знаний по всем реализуемым образовательным программам. Новые функциональные возможности программы FireTest позволили повысить как качество предлагаемого теоретического материала, так и удобство работы пользователей.

Регистрация в программе всех обучаемых и преподавателей вуза позволила за счет реализации функции автоматизированного анкетирования пользователей получать от них объективную и оперативную информацию по различным вопросам жизнедеятельности академии.

Литература

1. Андрияшина Л. М. Цифровизация профессионального образования: перспективы и незримые барьеры / Л. М. Андрияшина и др. // Образование и наука. 2020. Т. 22. № 3. С. 116–147.
2. Булгаков В. В., Малый И. А. Результаты внедрения в образовательный процесс программы FireTest // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования» 2018. № 4 (46). С. 21–33.
3. Гриншкун В. В. Необходимость удаленного обучения — стимул для формирования и развития цифровой среды образовательной организации // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2020. № 2 (52). С. 8–15.
4. Демичев И. В., Авилкин А. М. Проблемные вопросы использования компьютерных технологий в образовательном процессе военного вуза // Научная мысль. 2019. Т. 10. № 4–1 (34). С. 12–14.
5. Дмитриев Д. С., Соловова Н. В. Подготовка преподавателя вуза к применению средств электронного обучения как первый шаг развития цифровой педагогики // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21. № 4. С. 524–537.
6. Донина И. А., Воднева С. Н., Смирнова Е. А. О применении дистанционных технологий в образовательном процессе вуза // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 67–2. С. 61–64.

7. Зеер Э. Ф., Ломовцева Н. В., Третьякова В. С. Готовность преподавателей вуза к онлайн-образованию: цифровая компетентность, опыт исследования // Педагогическое образование в России. 2020. № 3. С. 26–39.

8. Сорочинский М. А. Анализ готовности преподавателей к работе в электронной образовательной среде вуза // Общество: социология, психология, педагогика. 2018. № 8 (52). С. 103–106.

9. Хлебникова Н. А., Оконникова Т. И. Оценка и анализ цифровой грамотности педагогов и студентов вуза как фактора готовности к использованию дистанционных образовательных технологий // Вестник Удмуртского университета. Серия «Философия. Психология. Педагогика». 2020. Т. 30. № 4. С. 390–406.

10. Чувгунова О. А. Информационно-коммуникационно-технологическая компетентность преподавателя вуза: диагностика и развитие // Открытое образование. 2019. Т. 23. № 3. С. 49–61.

11. Bittencourt P. A. S., Albino J. P. The use of digital technologies in the education of the 21st // Rev. Ibero-Americana de Estudos Em Educação. 2017. Vol. 12 (1). P. 205–214.

Literatura

1. Andryuxina L. M. Cifrovizacija professional'nogo obrazovaniya: perspektivy i nezrimy'e bar'ery / L. M. Andryuxina i dr. // Obrazovanie i nauka. 2020. T. 22. № 3. S. 116–147.

2. Bulgakov V. V., Maly`j I. A. Rezul'taty vnedreniya v obrazovatel'ny`j process programmy` FireTest // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizacija obrazovaniya» 2018. № 4 (46). S. 21–33.

3. Grinshkun V. V. Neobxodimost' udalennogo obucheniya — stimul dlya formirovaniya i razvitiya cifrovoj sredy` obrazovatel'noj organizacii // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizacija obrazovaniya». 2020. № 2 (52). S. 8–15.

4. Demichev I. V., Avilkin A. M. Problemy`e voprosy` ispol'zovaniya komp'yuterny`x texnologij v obrazovatel'nom processe voennogo vuza // Nauchnaya my`sl'. 2019. T. 10. № 4–1 (34). S. 12–14.

5. Dmitriev D. S., Solovova N. V. Podgotovka prepodavatelya vuza k primeneniyu sredstv e`lektronnoho obucheniya kak pervy`j shag razvitiya cifrovoj pedagogiki // Obrazovatel'ny`e texnologii i obshhestvo. 2018. T. 21. № 4. S. 524–537.

6. Donina I. A., Vodneva S. N., Smirnova E. A. O primenenii distancionny`x texnologij v obrazovatel'nom processe vuza // Problemy` sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2020. № 67–2. S. 61–64.

7. Зеер Э. Ф., Ломовцева Н. В., Третьякова В. С. Готовность преподавателей вуза к онлайн-образованию: цифровая компетентность, опыт исследования // Педагогическое образование в России. 2020. № 3. С. 26–39.

8. Сорочинский М. А. Анализ готовности преподавателей к работе в электронной образовательной среде вуза // Обществo: социология, психология, педагогика. 2018. № 8 (52). С. 103–106.

9. Хлебникова Н. А., Оконникова Т. И. Оценка и анализ цифровой грамотности педагогов и студентов вуза как фактора готовности к использованию дистанционных образовательных технологий // Вестник Удмуртского университета. Серия «Философия. Психология. Педагогика». 2020. Т. 30. № 4. С. 390–406.

10. Chuvgunova O. A. Informacionno-kommunikacionno-texnologicheskaya kompetentnost' preodavatelya vuza: diagnostika i razvitie // Otkry`toe obrazovanie. 2019. T. 23. № 3. S. 49–61.
11. Bittencourt P. A. S., Albino J. P. The use of digital technologies in the education of the 21st // Rev. Ibero-Americana de Estudos Em Educaçao. 2017. Vol. 12 (1). P. 205–214.

V. V. Bulgakov

Expanding the Functionality of Electronic Educational Resources Using the Example of the FireTest Program

The article deals with the issue of operation and modernization of digital educational resources, related to the expansion of their functionality and improvement of ergonomic qualities. On the example of the automated training program, control and analysis of the level of theoretical knowledge, implemented in the educational process of the University of the Ministry of Emergency Situations, the experience of its modernization is presented. The joint work of users and developers made it possible to improve the quality of theoretical training material and expand the functionality and user-friendliness of the computer program.

Keywords: digital educational resources; computer program; modernization experience; expansion of functional capabilities.

УДК 373.5.016:51

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.07

**Л. О. Денищева, И. С. Сафуанов,
Ю. А. Семеняченко, А. В. Ушаков,
В. А. Чугунов**

Математическое моделирование — важнейший этап формирования математической грамотности в условиях запросов современного общества

В статье обсуждаются учебно-методические аспекты формирования математической грамотности у обучающихся. Приводятся примеры практико-ориентированных задач, направленных на формирование математической грамотности.

Ключевые слова: математическое образование; математическая грамотность; математическое моделирование; обучающийся.

Введение

Термин *mathematical literacy* («математическая грамотность») впервые появился в 1944 году, когда комиссия по послевоенным планам американского Национального совета учителей математики (National Council of Teachers of Mathematics — NCTM) выдвинула требование, чтобы школа обеспечивала математическую грамотность для всех, кто способен овладеть ею [14, 15, 18]. Этот термин в разных значениях употреблялся и в последующие годы, предшествовавшие его формализации после исследований PISA (Programme for International Student Assessment — Программа международного оценивания учащихся). В первые десятилетия математическая грамотность понималась просто как удовлетворительное владение элементарной математикой, изучаемой в школе. Когда в 1989 году впервые появились стандарты NCTM [16], в них также говорилось о математической грамотности, но никаких определений этого термина приведено не было.

Первая попытка явного определения была предпринята в разработке ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития — Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD) для первого исследования PISA. Определение несколько раз видоизменялось с новыми циклами исследования PISA и сейчас формулируется так: *«Математическая грамотность — это способность человека рассуждать математически и формулировать, применять и интерпретировать математику для решения задач в различных контекстах реального мира»* (рис. 1).



Рис. 1. Схематическое изображение понятия математической грамотности

Такая формулировка включает понятия, процедуры, факты и инструменты для описания, объяснения и прогнозирования явлений. Она помогает людям узнавать о роли, которую математика играет в мире, и осуществлять обоснованные суждения и решения, необходимые прогрессивным, мыслящим, заинтересованным в науке гражданам XXI века.

Американский исследователь Л. Стин отмечал [23] возрастающую важность математической грамотности в наши дни, понимая ее именно так, как сформулировано в приведенном выше определении.

Мир XXI века наводнен числами. Заголовки используют количественные показатели, чтобы сообщить о росте цен на бензин, изменениях в баллах выпускных экзаменов, рисках смерти от различных болезней, количестве беженцев от последней межэтнической войны и т. д. Для многих людей стало более важным постоянное использование количественного мышления на своем рабочем месте, в образовании и почти во всех других областях человеческой деятельности. К сожалению, несмотря на годы учебы и жизнь в окружении цифровых данных, многие образованные взрослые остаются функционально незрелыми.

Касаясь краткой истории количественной грамотности, Л. Стин отмечает, что хотя математика как научная дисциплина имеет древнюю историю, но требование к простым гражданам быть количественно грамотными возникло лишь во второй половине XX столетия.

Дубинский призывает учитывать важность развития абстрактного мышления для математической грамотности [11].

Килпатрик, обобщив исследования рубежа веков по развитию математической грамотности, призвал реформировать математическое образование в соответствии с требованиями уровня современных информационных технологий и потребностями учащихся [13].

Исследованию математической грамотности учащихся различных возрастов от начальной школы до университета посвящена монография Иветты Соломон [22].

Нисс и Хейгор отмечают, что математическую грамотность не следует путать с математической компетентностью или считать одной из математических компетенций [17].

Проблемам неотъемлемых от математической грамотности разновидностей функциональной грамотности посвящен ряд статей: Вайланда [24] — о статистической грамотности, Озкале и Эрдогана [19], а также Соул [21] — о финансовой грамотности, Гераниу и Янквиста [12] — о математической цифровой грамотности.

Заметим, что задачи, связанные с жизненными ситуациями, требующие умения строить математические модели, широко используются в сингапурской системе обучения математике [6; 7].

В 2005 году в статье, опубликованной в «Энциклопедии социальных измерений» [10], Ян де Ланге привел подробное описание понятия «математическая грамотность», основанное на определении математической грамотности, сформулированном ОЭСР для исследования PISA. Он ввел понятие пространственной грамотности и построил иерархию, где понятие «математическая грамотность» включает в себя и пространственную грамотность, и числовую грамотность, и количественную грамотность, к которой относятся также явления изменчивости и неопределенности.

Одновременно с участием в международных исследованиях TIMSS и PISA в России, как и в других странах, усилилось внимание к проблеме развития математической грамотности, этому посвящен ряд публикаций последних лет [1; 3–5].

Необходимо отметить, что в концепции PISA-2021 [20] (на самом деле очередное исследование перенесено на 2022 год) говорится, что в оценке математической грамотности необходимо учитывать растущую роль компьютеров как в повседневной жизни, так и в контексте задач, предлагаемых для проверки математической грамотности. Возрастает роль умения строить математические модели, которые можно было бы использовать для решения задач как самим человеком, так и с помощью компьютеров.

Подводя итог сказанному и опираясь на зарубежные и отечественные исследования по формированию математической грамотности, можно утверждать, что основой этого процесса на современном этапе развития общества является проблемный подход. Однако изначально проблема не должна быть математической, а должна вытекать из окружающей нас действительности. При этом основная роль учителя состоит в том, чтобы научить обучающихся увидеть в жизненной проблеме количественные связи, формулировать возникшую проблему на языке математики и, решив уже чисто математическую задачу, дать обоснованное решение возникшей проблеме.

Таким образом, главным аспектом концепции формирования математической грамотности является цикл моделирования (формулировать – применять – интерпретировать – оценивать, см. рис. 1). Необходимость движения успешности в реализации этой концепции требует от любого учителя высокой квалификации не только в своей предметной области, но и предъявляет другое

условие: быть современным человеком, понимающим жизненные и технические тенденции общества XXI века, а также быть математически грамотным человеком (когда речь идет не об учителе математики). Все это создает определенные трудности при подготовке уроков, нацеленных на формирование математической грамотности.

Поэтому основная цель предлагаемой статьи такова: на примере практико-ориентированных задач, направленных на формирование математической грамотности, продемонстрировать все этапы математического моделирования.

Представленный материал поможет учителям строить уроки так, чтобы познание нового и закрепление пройденного материала сочеталось с приобретением учащимися компетенций, необходимых для формирования математической грамотности.

Математическое моделирование и его этапы

Следует отметить, что моделирование — это творческий процесс. Заключить его в формальные рамки очень трудно. В наиболее общем виде его можно представить поэтапно, но при решении конкретной задачи эта схема может подвергаться некоторым изменениям: какой-то блок будет убран или усовершенствован, какой-то — добавлен. Содержание этапов определяется поставленной задачей и целями моделирования.

Под моделью будем понимать естественный или искусственный объект, находящийся в определенном соответствии с изучаемым объектом или, точнее, с какой-либо из его сторон. В общетеоретическом смысле [8] моделирование определяется как метод опосредованного познания, при котором изучаемый объект (оригинал) находится в некотором соответствии с другим объектом (моделью), причем объект-модель способен в том или ином отношении замещать оригинал на некоторых стадиях познавательного процесса. Стадии познания, на которых может происходить эта замена, равно как и формы соответствия модели и оригинала, могут быть различны.

Исходя из понятия отображения, принятого в теории познания, можно определить два характерных вида моделирования:

– моделирование как познавательный процесс, содержащий переработку информации, поступающей из внешнего мира, о происходящих в нем явлениях. В результате этой информации в сознании появляются образы, имеющие определенное сходство с соответствующими объектами. Сумма этих образов позволяет выявлять свойства изучаемых объектов и их взаимодействие, что способствует в конечном итоге нахождению решения проблемы, возникшей со стороны окружающей среды;

– моделирование как создание некоторой системы — системы-модели, имеющей определенное сходство с системой-оригиналом. Две эти материально реализованные системы связаны соотношениями подобия [2]. Отображение

одной системы в другой есть следствие выявления сложных зависимостей между двумя системами, отраженных в соотношении подобия, а не результат непосредственного изучения поступающей информации.

Первый вид моделирования имеет мысленный характер, второй — материальный, поскольку его реализация требует создания специальных установок, воспроизводящих исследуемую систему.

Первый вид моделирования обладает очевидным преимуществом, поскольку, как правило, не требует существенных материальных затрат. Очевидно, что математическое моделирование относится к первому виду моделирования.

В настоящее время, в век цифровизации, математическое моделирование применяется практически во всех сферах человеческой деятельности, так как тесно связано с компьютерным моделированием. Учитывая современный смысл, вкладываемый в термин «математическое моделирование», его можно определить так: математическое моделирование — это средство изучения реального объекта, процесса или системы путем их замены математической моделью, как правило, более удобной для исследования с привлечением компьютера. Математическая модель является приближенным представлением реальных объектов, процессов или систем, выраженным в математических терминах и сохраняющим существенные черты оригинала. Математические модели в количественной форме описывают с помощью логико-математических конструкций основные свойства объекта, процесса или системы, его параметры, внутренние и внешние связи.

Построение математической модели заключается в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами и факторами, влияющими на конечный результат.

Говоря о математическом моделировании при обучении математической грамотности, можно выделить следующие особенности общепризнанных основных этапов моделирования:

Постановка задачи. Под задачей понимается некая проблема, которую надо решить. На этапе постановки задачи необходимо описать проблему на обычном языке и описание должно быть понятным. Главное здесь — определить объект моделирования и понять, что должен представлять собой результат. Кроме того, на этом этапе необходимо провести анализ объекта. При этом четко выделяют моделируемый объект, его основные свойства, его элементы и связи между ними. Таким образом, при решении задачи, формирующей математическую грамотность, первый этап является подготовительным к переводу описанной проблемы на язык математики.

Разработка математической модели. На этом этапе отбирают данные, необходимые для построения модели, и переходят от реальной системы к некоторой логической схеме, выраженной математическим языком. После того как сформулирована математическая задача, она анализируется на корректность, то есть устанавливается существование и единственность ее решения.

Реализация математической модели. Этот этап характеризуется тем, что здесь происходит разработка математического метода решения поставленной математической задачи. Применение разработанного метода дает или аналитическое решение задачи, или обоснованный алгоритм для получения решения на компьютере. Важным шагом этого этапа является процесс идентификации математической модели. Речь идет об уточнении математической модели до совпадения с тестовыми или контрольными данными.

Планирование вычислительного эксперимента и анализ результатов эксперимента. На этом этапе определяют, какие параметры модели и в каких пределах можно изменять при проведении вычислительного эксперимента. Естественно, что конечная цель моделирования — принятие решения относительно изначально возникшей проблемы, которое может быть обоснованно выработано только на основе всестороннего анализа полученных результатов.

Следует отметить, что количество этапов есть величина относительная. Так, например, если речь пойдет о компьютерной модели, то количество этапов увеличится, так как будет дополнительно включать этап разработки компьютерной модели.

Решение практико-ориентированных задач в рамках понятий математического моделирования

Покажем, какие особенности имеет каждый из перечисленных этапов моделирования при обучении в основной и старшей школе; прокомментируем, куда смещаются акценты в обучении решению практико-ориентированных задач при переходе учащихся в старшие классы. Начнем с основной школы. Рассмотрим задачу.

Задача «Дорожка в саду» (8 класс, геометрия). На садовом участке планируют проложить новую дорожку. Схема того места, где хотят расположить дорожку, показана на рисунке (см. рис. 2).



Рис. 2. Схематическое изображение садового участка

В точках А и В посажены розовые кусты, а в точке С находится калитка. Как проложить от калитки прямолинейную дорожку, параллельную розовым кустам?

Постановка задачи. Первый этап математического моделирования связан с описанием проблемы. Как видно из условия задачи, проблема уже поставлена: проложить дорожку, параллельно какой-то прямой линии. Такая ситуация, возможно, достаточно часто может встречаться в основной школе.

Разработка математической модели. В работе на этом этапе нам помогает схема (рисунок) расположения места, где нужно выполнить строительные работы. Ученики могут сопоставить схему, данную в условии задачи, с теми рисунками-чертежами, которыми они оперировали на уроках геометрии. Это, вероятнее всего, приведет их к математической модели, с помощью которой и разрешается данная проблемная ситуация: по трем заданным вершинам построить параллелограмм (данное описание, по существу, и является математическим выражением исходной задачи, так как содержит математические термины).

Реализация математической модели. Этот этап характеризуется применением изученных математических знаний (способы построения параллелограмма), то есть решением известной математической задачи. В данной задаче ученик разрабатывает алгоритм построения параллелограмма по известным его диагоналям. Полученная четвертая вершина параллелограмма дает возможность провести прямую CD, она и должна моделировать дорожку, которую планировали проложить.

Планирование вычислительного эксперимента и анализ результатов эксперимента. Как мы видим, в данной задаче не требуется проведения непосредственных вычислительных процедур. Однако роль вычислительного эксперимента играет построение требуемой дорожки и обоснование ее параллельности линии расположения розовых кустов.

Приведенный пример показывает также, что процесс построения математической модели и ее вид существенно зависят от уровня математической подготовки обучающихся и специфики получаемой математической задачи. Поэтому изложение материала должно сопровождаться указанием групп учащихся, на которые рассчитаны обсуждаемые примеры.

Задача «Приготовление картофеля» (6 класс). В семье Марины принято по выходным дням готовить простую, но вкусную еду. В ближайшие выходные Марина (ей 14 лет) решила приготовить жареный картофель. Она знает, что обедать будет все семейство: бабушка с дедушкой, папа с мамой и ее брат (ему 12 лет). Марина в Интернете узнала следующие данные (см. табл. 1 и 2).

На балконе хранилось 3 кг картофеля, который заранее купила мама. Хватит ли Марине 3 кг сырого картофеля, чтобы накормить ее семью? Ответ обоснуйте.

Постановка задачи. Первый этап математического моделирования связан с описанием проблемы. Как видно из условия задачи, проблема поставлена

Таблица 1

Обработка картофеля	Потери массы картофеля (в %)
Отходы при чистке	30 % массы неочищенного
Потери при тепловой обработке	31 % массы очищенного

Таблица 2

Порция картофеля	Масса порции картофеля (в г)
Взрослый человек	200
Дети 12–14 лет	150–170

не на математическом языке, ведь обычно на этом языке звучат проблемы так: вычисли, проведи параллельную прямую и пр. Марине нужно принять решение относительно того, хватит ли ей продуктов для приготовления планируемого блюда. Такая ситуация достаточно характерна для задач, развивающих математическую грамотность. С ними ученик встречается в основной школе. Чтобы научить учеников решать подобные задачи, учитель готовит их к переформулировке житейской проблемы на математический язык. Для такой работы от ученика требуется хорошее видение зависимостей между отдельными величинами — данными задачи: масса готового блюда зависит от чистки продуктов, их уварки (ужарки) и пр.

Таким образом, ученик должен понимать, что масса готового блюда будет меньше, чем масса сырых продуктов, а поэтому нужно исходя из условия (приведенных таблиц) вычислить, какова должна быть масса готового блюда, а потом поставить вопрос о массе сырых продуктов. Примерно такие вот рассуждения ученик должен научиться проводить, чтобы успешно реализовать данный этап.

В результате проведенного анализа можно констатировать, что существуют следующие величины, характеризующие проблему: M_c и M_r — массы сырой и готовой продукции соответственно; x , y , z — количество взрослых, детей 12 лет, детей 14 лет соответственно, участвующих в обеде. Из условий задачи следует очевидное неравенство, которое должно выполняться:

$$M_r < M_c \leq 3 \text{ кг.}$$

Разработка математической модели. Из предыдущего этапа мы получили вопрос, сформулированный на математическом языке: вычислить массу сырого картофеля, необходимую для приготовления блюда. На этом этапе у нас нет готовой модели решения ситуации, но опыт математической деятельности, осваиваемый учеником на уроках математики, нам подсказывает метод решения, с помощью которого можно справиться с возникшей жизненной проблемой. Мы формулируем стандартную текстовую задачу на проценты, подобные ей ученики уже многократно решали на уроках математики.

Однако здесь нет готового алгоритма, ученик его должен составить, используя различные методы поиска решения (аналитический, синтетический или аналитико-синтетический методы).

Анализируя исходные данные, учащиеся находят связь между параметрами

$$M_r \text{ и } x, y, z : M_r = 200x + 150y + 170z$$

Так как готовая продукция получается из сырой за счет чистки и обжаривания, то можно записать равенство

$$k M_c = M_r,$$

где k — коэффициент уменьшения массы сырой продукции. Полученные два соотношения и являются математической моделью процесса подготовки жаренного картофеля.

Реализация математической модели. На этом этапе ученики применяют изученные математические знания (проведение различных вычислительных процедур, в частности нахождение процента от числа или числа по его проценту), то есть используют известные математические алгоритмы. Из данных таблицы 1 нетрудно получить коэффициент уменьшения массы сырой продукции: $k = 0,483$.

Выражая параметр M_c из полученных на предыдущем этапе соотношений, находим:

$$M_c = (200x + 150y + 170z) / k.$$

Полученная формула позволяет найти количество сырой продукции, необходимой для того, чтобы накормить x взрослых, y детей 12 лет и z детей 14 лет.

Планирование вычислительного эксперимента и анализ результатов эксперимента. Анализ решения сформулированной учеником математической задачи не завершает разрешение проблемной ситуации, поставленной в исходной задаче, так как требуется еще проведение интерпретации полученного ответа. Марина должна ответить на вопрос, хватит ли ей картофеля для приготовления блюда. Чтобы ответить на него, необходимо в полученную формулу подставить следующие данные: $x = 4$, $y = 1$, $z = 1$, $k = 0,483$.

В результате получаем:

$$M_c = 2319 \text{ г} = 2 \text{ кг } 319 \text{ г} < 3 \text{ кг},$$

то есть Марине хватит имеющегося картофеля.

Перейдем теперь к рассмотрению примеров практико-ориентированных задач для старшей школы. В этих примерах акцент будет сделан на подробной реализации каждого этапа моделирования.

Задача о захвате территории (10 класс).

Постановка задачи. Многочисленная семья Стрельцовых любит проводить время на даче. Дачный участок у них большой, и есть территория, на которой можно посадить овощи.

Задание. Родители просят дочь Свету, ученицу 10-го класса, чтобы она рассчитала размеры прямоугольной площадки, которую можно огородить специальным невысоким забором длиной 120 метров, чтобы получился участок, на котором можно было бы посадить как можно больше овощей.

Анализ проблемы. Эксперимент. Света пробует подобрать такую площадку экспериментально.

План действий:

Шаг 1. Возьмем проволоку длиной 120 см.

Шаг 2. Сделаем из этой проволоки прямоугольную рамку.

Шаг 3. Измерим стороны рамки (длину a , ширину b).

Шаг 4. Найдем площадь прямоугольной фигуры S .

Шаг 5. Результаты измерений занесем в таблицу.

Шаг 6. Будем изменять стороны рамки, производить необходимые замеры и вычисления, затем заносить их в таблицу (см. рис. 3 и табл. 3).

Шаг 7. Сравним полученные значения площадей.

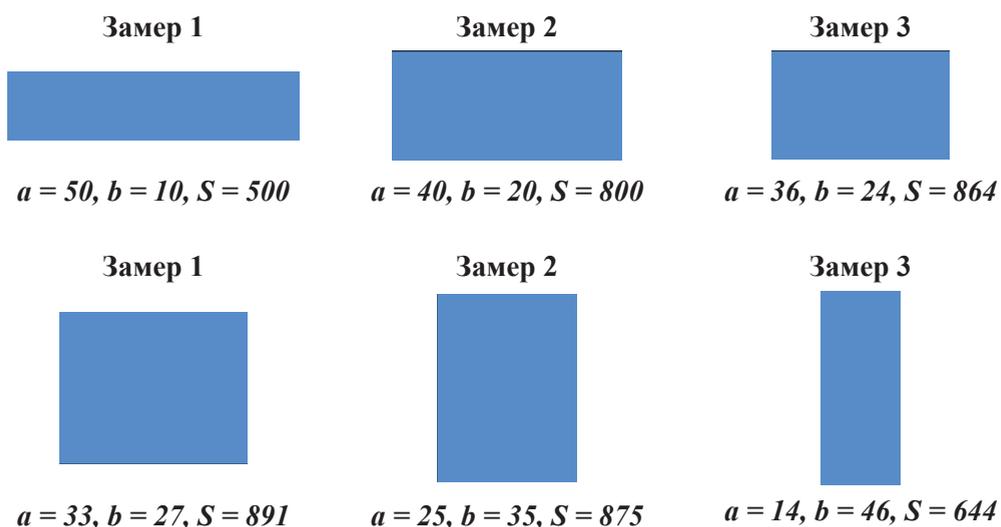


Рис. 3. Результаты замеров

Таблица 3

Результаты эксперимента

№	a (длина)	b (ширина)	S (площадь)
1	50	10	500
2	40	20	800
3	36	24	864
4	33	27	891
5	25	35	875
6	14	46	644

Выдвижение гипотезы

В таблице 3 прослеживается закономерность: чем меньше разность между длиной и шириной прямоугольника, тем больше его площадь.

Гипотеза:

среди всех прямоугольников с заданным периметром наибольшей площадью обладает квадрат.

Разработка математической модели. Выбираем оптимизируемую величину и составляем функцию, для которой необходимо найти наибольшее (наименьшее) значение. Нужно найти прямоугольную площадку наибольшей площади, т. е. оптимизируемая величина — это площадь $S = a \cdot b$.

Неизвестными в задаче являются длина и ширина прямоугольника, обозначим длину a переменной x . Зная периметр площадки, можно выразить ее ширину b : $b = 120 : 2 - x = 60 - x$. Тогда функция, выражающая оптимизируемую величину, может быть записана так: $y = x(60 - x)$. Так как длина прямоугольника не может быть отрицательной и превышать полупериметр, то $D(y) = [0; 60]$.

Таким образом, решение задачи сводится к нахождению наибольшего значения функции $y(x)$ на отрезке $[0; 60]$. Данная задача поставлена корректно, так как по теореме Вейерштрасса имеет единственное решение.

Реализация математической модели. Находим производную функции $y = 60 - 2x$; стационарные точки: $60 - 2x = 0$; $x = 30$ — стационарная точка, значение 30 принадлежит промежутку $[0; 60]$; $y(0) = 0$, $y(30) = 900$, $y(60) = 0$.

Интерпретация полученных результатов применительно к условиям задачи. Получили, что наибольшего значения функция достигает при $x = 30$, т. е. когда длина, а значит, и ширина прямоугольника $(60 - x)$ одинаковы и равны 30 м.

Задача о возрасте метеоритного вещества.

Постановка задачи. Как уже отмечалось, первый этап математического моделирования связан с описанием проблемы.

Одна из научных лабораторий Института космических исследований занимается изучением свойств материалов, попавших на Землю в виде метеоритов. Важнейшим параметром, который должна установить данная лаборатория, является возраст исследуемого вещества. Одним из методов определения примерной даты рождения различных веществ является метод радиоактивного распада. Он основан на том, что с течением времени одни радиоактивные вещества превращаются в другие, которые уже не являются радиоактивными. Так, например, радиоактивный уран трансформируется со временем в урановый свинец.

Задание 1. Сотрудники лаборатории знают, что скорость распада прямо пропорциональна количеству радиоактивного вещества, а период полураспада урана $t_{1/2} = 4,5 \times 10^9$ лет. Ранее было определено, что при полном распаде 238 г урана образуется 206 г уранового свинца. Известно также, что в момент рождения исследуемого вещества оно не содержало уранового свинца, а другие



$$a = 33, b = 27, S = 891$$

компоненты не оказывают существенного влияния на процесс распада урана. Необходимо найти возраст метеоритного вещества, которое содержит одинаковое количество урана и свинца. В ответе запишите число, представленное в форме: $n_0 n_1 n_2 \times 10^9$.

Разработка математической модели. Для построения математической модели процесса распада радиоактивного урана введем следующие основные характеристики: $U(t)$ — количество радиоактивного урана в момент времени t ; U_0 — количество радиоактивного урана в момент образования исследуемого вещества, то есть $U(0) = U_0$; $P(t)$ — количество уранового свинца в момент времени t .

Так как в момент образования вещества свинца в нем не было, то

$$P(0) = 0. \quad (1)$$

Учитывая условия задачи относительно скорости распада и определение величины U_0 , можно записать:

$$\frac{dU}{dt} = -\lambda U. \quad (2)$$

$$U(0) = U_0. \quad (3)$$

Уравнение (2) и начальное условие (3) полностью определяют функцию при известных величинах λ и U_0 , где λ — коэффициент радиоактивного распада.

Если в момент времени t количество урана в исследуемом образце $U(t)$, а количество уранового свинца $P(t)$, то это значит, что $(U_0 - U(t))$ урана перешло в $P(t)$ свинца за время t . С другой стороны, известно, что 238 г урана при полном распаде переходит в 206 г уранового свинца. Учитывая этот факт, можно записать пропорцию вида:

$$\frac{(U_0 - U(t))}{238} = \frac{P(t)}{206}.$$

Из этого соотношения находим

$$P(t) = \frac{206(U_0 - U(t))}{238}. \quad (4)$$

Система уравнений (2)–(4) является математической моделью процесса распада урана и образования уранового свинца.

Математическая задача (2)–(4) корректно поставлена, так как по теореме Коши-Пикара она имеет единственное решение.

Реализация математической модели. Из уравнений (2)–(3) без труда находим функцию $U(t)$:

$$U(t) = U_0 e^{-\lambda t}. \quad (5)$$

С учетом равенства (5) формула (4) может быть переписана в виде

$$P(t) = \frac{206}{238} U_0 (1 - e^{-\lambda t}). \quad (6)$$

Идентификация модели. Используя данные о периоде полураспада урана, нетрудно найти значение коэффициента распада λ . Действительно, полагая в формуле (5) $t = t_{1/2}$, а вместо $U(t) = \frac{U_0}{2}$ находим:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}. \quad (7)$$

Итак, выражения (5), (6) и (7) представляют настроенное решение математической модели радиоактивного распада урана с образованием уранового свинца.

Планирование вычислительного эксперимента и анализ результатов эксперимента. Как правило, параметр неизвестен, а известными в данном исследовании являются величины P и U , характеризующие количества урана и свинца в момент исследования образца метеоритного вещества. Поэтому исключим величину U_0 из выражений (5) и (6) и найдем из полученного соотношения время t . В результате получаем:

$$t = t_{1/2} \frac{\ln\left(1 + \frac{238 \cdot P}{206 \cdot U}\right)}{\ln 2} \quad \text{или} \quad t = \frac{4,5 \cdot \ln\left(1 + \frac{238 \cdot P}{206 \cdot U}\right)}{\ln 2} \times 10^9 \text{ лет} \quad (8)$$

Формула (8) и служит для определения возраста исследуемого вещества. Если $P = U$, то $t = 4,98 \times 10^9$ лет.

Ответ: $4,98 \times 10^9$ лет.

Использование полученного результата на практике.

Задание 2. Установить возраст образца метеоритного вещества, если в нем обнаружили 120 мг урана и 20 мг уранового свинца, и второго образца, содержащего 100 мг урана и 14 мг уранового свинца.

Решение. Подставляя в формулу (8) $U = 120$, $P = 20$, получаем:

$$t = \frac{4,5 \cdot \ln\left(1 + \frac{238 \cdot P}{206 \cdot U}\right)}{\ln 2} \times 10^9 \text{ лет} = 1,14 \times 10^9 \text{ лет.}$$

Аналогично рассуждая, подставим теперь $U = 100$, $P = 14$. В результате получаем:

$$t = \frac{4,5 \cdot \ln\left(1 + \frac{238 \cdot P}{206 \cdot U}\right)}{\ln 2} \times 10^9 \text{ лет} = 0,97 \times 10^9 \text{ лет.}$$

Ответ: $1,14 \times 10^9$; $0,97 \times 10^9$.

Рассмотрим еще пример практико-ориентированной задачи для формирования математической грамотности у учащихся 10–11-х классов.

Задача о разведении карпов.

Постановка задачи. Одна из экологических научных лабораторий занимается разведением карпов, так как это приводит к улучшению экологии водоема. На представленном рисунке 4 приведены результаты наблюдений за ростом численности популяции карпов в искусственном водоеме за десятилетний период.

Перед лабораторией были поставлены следующие задания:

Задание 1. Какова будет популяция карпов через следующие 10 лет, если условия содержания карпов не изменятся.

Задание 2. Какова будет популяция карпов через следующие 10 лет, если улучшить качество их питания (известно, что улучшение качества питания увеличивает коэффициент роста в 2 раза).

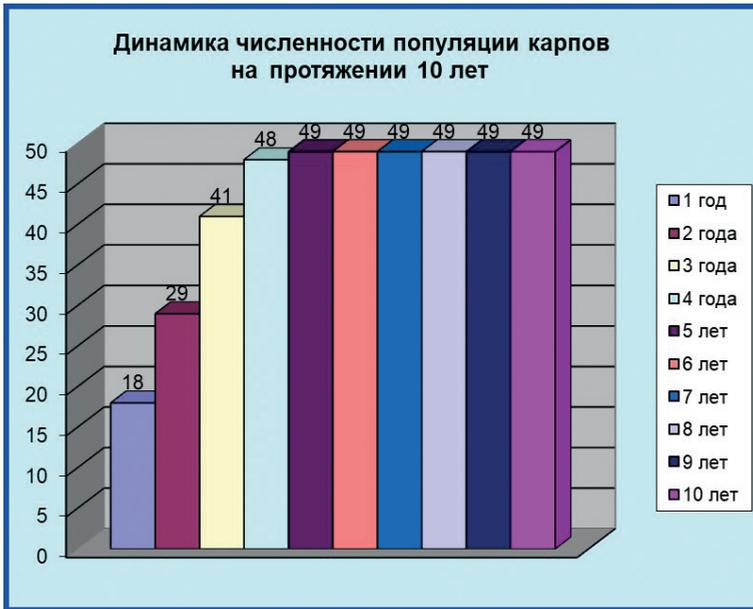


Рис. 4. Динамика численности популяции карпов

Задание 3. Какова будет популяция карпов через следующие 10 лет, если произойдет загрязнение водоема нефтепродуктами (известно, что загрязнение водоема нефтепродуктами увеличивает коэффициент убыли в 10 раз).

Замечание. В ходе проведения экспериментов с популяцией карпов было установлено, что ее рост пропорционален количеству особей в ней с коэффициентом роста $\alpha = 1,2 \text{ год}^{-1}$, а ее убыль пропорциональна квадрату численности популяции с коэффициентом убыли β .

Разработка математической модели. Для построения математической модели, которая описывает процесс изменения численности популяции карпов, введем в рассмотрение следующие величины:

$N(t)$ — численность популяции карпов в момент времени t ;

N_0 — количество особей в начальный момент времени, то есть $N(0) = N_0$.

Из физического смысла величин $N(t)$, N_0 вытекает, что они неотрицательные. В замечании к задаче определен закон изменения популяции карпов, который подтверждается экспериментальными данными, отображенными диаграммой (см. рис. 4). Учитывая этот факт и то, что скорость роста численности популяции выражается производной от функции $N(t)$, можно записать следующие уравнения, определяющие рост популяции карпов:

$$\frac{dN}{dt} = \alpha N - \beta N^2, \quad t > 0, \quad (9)$$

$$t = 0, \quad N = N_0. \quad (10)$$

Следует отметить, что уравнение (9) хорошо известно и называется уравнением логистического роста, или уравнением Ферхюльста [8]. Это уравнение является хорошим примером при изучении дифференциальных уравнений на уроках математики.

Математическая задача (9), (10) поставлена корректно, поскольку по теореме Коши-Пикара для обыкновенных дифференциальных уравнений она имеет единственное решение.

До перехода к следующему этапу процесса математического моделирования полезно провести математическое исследование полученной математической модели. Это, как правило, позволяет получить некоторые полезные свойства решения. Так, в данном случае из уравнения (9) видно, что удельная скорость $\frac{dN}{dt} / N$ изменения численности популяции явно не зависит от времени и убывает в зависимости от величины по линейному закону и обращается в ноль, когда $N = N_\infty = \alpha / \beta$. При этом эта константа является решением уравнения (9). Следовательно, если $N = N_\infty$, то решением этой системы будет $N = N_\infty$. Таким образом, если $0 < N_0 < N_\infty$, то скорость роста положительная и функция $N(t)$ возрастает от N_0 и $N \rightarrow N_\infty$ при $t \rightarrow \infty$. Если $N_0 > N_\infty$, то скорость роста будет отрицательной, функция же $N(t)$ убывает и $N \rightarrow N_\infty$ при $t \rightarrow \infty$.

Установленные простейшие свойства решения задачи (9), (10) полезны следующим: удельная скорость изменения численности популяции карпов явно не зависит от времени, а это говорит о том, что уравнение (9) является уравнением с разделяющимися переменными и оно может быть решено в элементарных функциях. Тот факт, что при $t \rightarrow \infty$ $N \rightarrow N_\infty$, хорошо согласуется с результатами экспериментов и это наталкивает нас на использование данного факта в идентификации построенной модели.

Укажем еще на одну процедуру, которая применяется при исследовании математических моделей, особенно тогда, когда рассматриваемая модель содержит довольно много входных параметров [9]. Эту процедуру называют

приведением математической модели к безразмерному виду. Она включает выбор масштабов для параметров, входящих в описание модели, введение безразмерных величин, соответствующих заданным параметрам, математическую замену переменных в математической модели и выделение безразмерных комплексов, характеризующих исследуемый процесс. Основная цель этой процедуры — упрощение построенной математической модели, которое достигается сокращением количества входных данных и возможным пренебрежением некоторыми слагаемыми в исходных уравнениях, содержащих малые безразмерные комплексы.

Несмотря на то что система (9), (10) довольно проста, ее можно использовать для демонстрации описанной выше процедуры.

Пусть t_* есть некоторый, пока произвольный масштаб времени, а N_* — произвольный масштаб численности популяции карпов. Тогда можно ввести следующие безразмерные переменные:

$$\hat{N} = \frac{N}{N_*}, \tau = \frac{t}{t_*}. \quad (11)$$

Очевидно, что после замены переменных (11) в системе (9), (10) она приобретает следующий вид:

$$\frac{N_*}{t_*} \frac{d\hat{N}}{d\tau} = \alpha \hat{N} N_* - \beta \hat{N}^2 N_*^2, \quad (12)$$

$$\tau = 0, \hat{N} N_* = N_0. \quad (13)$$

Так как рассматривается нестационарный процесс, то скорость роста имеет существенное значение и коэффициент при производной $\frac{N_*}{t_*} \neq 0$. Поделим уравнение (12) на $\frac{N_*}{t_*}$, получим:

$$\frac{d\hat{N}}{d\tau} = t_* \alpha \hat{N} - t_* \beta N_* \hat{N}^2. \quad (14)$$

В полученном уравнении первое слагаемое в правой части отвечает за рост численности популяции, а второе — за убыль той же популяции. Оба этих процесса важны в исследовании роста популяции. Следовательно, коэффициенты в упомянутых слагаемых должны быть одного порядка и, пользуясь произвольностью масштабов, можно записать:

$$t_* \alpha = 1 \text{ и } t_* \beta N_* = 1.$$

Данные равенства определяют масштабы:

$$t_* = \frac{1}{\alpha}, N_* = \frac{\alpha}{\beta} = N_\infty. \quad (15)$$

С учетом равенств (14) и (15) система (9), (10) примет следующую форму:

$$\frac{d\hat{N}}{d\tau} = \hat{N} - \hat{N}^2; \tau > 0; \quad (16)$$

$$\tau = 0, \hat{N} = \hat{N}_0. \quad (17)$$

$$\text{Здесь } \hat{N}_0 = \frac{N_0}{N_\infty} = \frac{N_0\beta}{\alpha}.$$

Для реализации математической модели система (16), (17) предпочтительней, чем (9), (10), так как она содержит только один входной параметр \hat{N}_0 вместо трех.

Реализация математической модели. Как уже было отмечено, уравнение (9), а следовательно, и (16), является уравнением с разделяющимися переменными. После разделения переменных и интегрирования получаем:

$$\tau + C = \int_{\hat{N}_0}^{\hat{N}} \frac{dx}{x(1-x)},$$

где C — произвольная постоянная. Пользуясь условием (17) и вычисляя интеграл, находим: $C = 0$ и

$$\tau = \ln \left| \frac{(\hat{N}_0 - 1)\hat{N}}{(\hat{N} - 1)\hat{N}_0} \right| \Rightarrow \hat{N} = \frac{\hat{N}_0}{\hat{N}_0 - (\hat{N}_0 - 1)e^{-\tau}}. \quad (18)$$

Учитывая (11) и (15), формула (18) может быть переписана в разменных переменных:

$$N = N_0 \frac{N_\infty}{N_0 - (N_0 - N_\infty)e^{-\alpha t}}. \quad (19)$$

Очевидно, что функция (19) является решением задачи (9), (10).

Идентификация модели. Формула (19) описывает целый класс процессов подобных рассматриваемому. Чтобы настроить эту функциональную зависимость на конкретную проблему, необходимо определить три параметра, входящих в выражение (19). Для этих целей воспользуемся экспериментальными данными и свойствами решения системы (9), (10). Данные экспериментов показывают, что $N_\infty = 49$. Кроме того, коэффициент роста известен и равен $\alpha = 1,2 \text{ год}^{-1}$. Так как $N_\infty = \alpha / \beta$, то $\beta = \frac{\alpha}{N_\infty} = 0,02488 \text{ ед}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Теперь из формулы (19) можно найти начальную численность популяции карпов. Действительно, полагая в (19) $t = 1$ год и $N_1 = 18$ особей, получаем:

$$N_0 = \frac{N_1 N_\infty e^{-\alpha}}{N_\infty - N_1(1 - e^{-\alpha})} = 7 \text{ единиц особей.}$$

Для того чтобы убедиться в том, что формула (19) достаточно адекватно описывает динамику развития популяции карпов, были проведены расчеты по формуле (19), охватывающие диапазон по времени в 10 лет. Именно этот срок фигурирует в эксперименте. На рисунке 5 приведены результаты этих расчетов в виде сплошной кривой. Точками отмечены позиции, соответствующие экспериментальным данным.

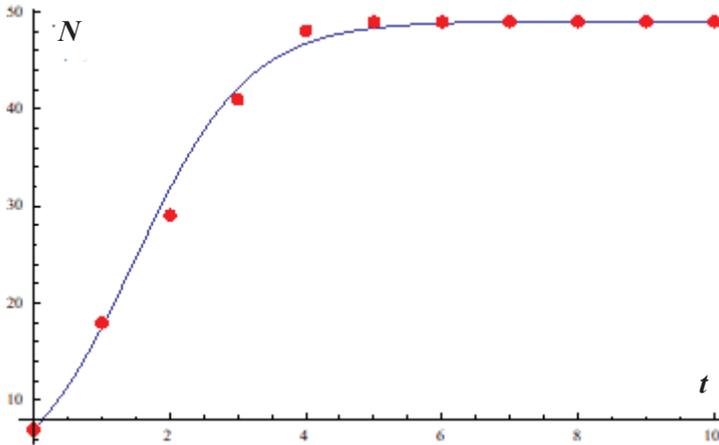


Рис. 5. Сравнение экспериментальных данных с теорией: сплошная линия — теория; точки — эксперимент

Из рисунка 5 видно, что полученная теоретическим путем кривая достаточно точно воспроизводит реальную динамику роста численности популяции карпов.

Отметим, что значение коэффициента роста в данной задаче задано лишь для того, чтобы облегчить процесс идентификации математической модели. В общем случае задачу можно усложнить, если из условий убрать заданное значение коэффициента роста. Этот случай будет ближе к практике, но процесс идентификации значительно усложнится. Чтобы определить неизвестные параметры, входящие в математическую модель, необходимо будет применить метод наименьших квадратов, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений значений теоретической кривой от значений, полученных по экспериментальным данным.

Планирование вычислительного эксперимента и анализ результатов эксперимента. Имея на руках готовую математическую модель, описывающую динамику изменения численности популяции карпов, можно достаточно обоснованно ответить на вопросы, сформулированные в трех заданиях, о которых говорилось при постановке задачи. В первом задании требуется дать ответ на вопрос о численности популяции карпов, если условия содержания карпов не будут меняться. При таком условии коэффициент роста не меняется и равен величине $\alpha = 1,2 \text{ год}^{-1}$. Кроме того, коэффициент убыли тоже не меняется и равен $\beta = 0,02488 \text{ ед}^{-1} \text{ год}^{-1}$, а значит, $N_{\infty} = 49$.

Таким образом, для ответа на вопрос достаточно вычислить значение функции $N(t)$ в момент времени $t = 20$. Можно предугадать, какой ответ будет получен. Действительно, из рисунка 4 видно, что численность популяции выходит на стационарный режим за первые 5 лет. Далее она сохраняется постоянной и равна 49. Если произвести вычисления по формуле (19), то получаем $N(20) = 49$, что полностью подтверждается проведенным расчетом.

Во втором задании необходимо ответить на вопрос о численности популяции через те же 10 лет, если будут улучшены условия содержания карпов так, что коэффициент роста увеличится в 2 раза. В этом случае: $\alpha = 2,4 \text{ год}^{-1}$, $\beta = 0,02448 \text{ ед}^{-1} \text{ год}^{-1}$, $N_{\infty} = \alpha / \beta = 98$. Учитывая время стабилизации численности популяции, можем утверждать, что после второго десятка лет популяция удвоится и будет содержать 98 особей. Для подтверждения этой цифры надо провести вычисления по формуле (19) при следующих исходных данных: $\alpha = 2,4 \text{ год}^{-1}$, $\beta = 0,02448 \text{ ед}^{-1} \text{ год}^{-1}$, $N_{\infty} = 98$, $N_0 = 49$. В результате получаем $N(20) = 98$. Выполненный расчет полностью подтверждает удвоение численности популяции в случае увеличения коэффициента роста.

Третье задание связано с загрязнением водоема нефтепродуктами. В этом случае увеличивается смертность в популяции карпов, что проявляется в увеличении коэффициента убыли в 10 раз. Следовательно, для расчета численности популяции в сложившихся условиях необходимо задать следующие исходные данные: $N_0 = 49$, $\alpha = 1,2 \text{ год}^{-1}$, $\beta = 0,02448 \text{ ед}^{-1} \text{ год}^{-1}$, $N_{\infty} = \alpha / \beta = 49 \text{ ед}$ особей. При этом так же, как и предыдущих двух случаях, можно уже спрогнозировать результат: к концу второго десятилетия численность популяции карпов будет меньше, чем в самом начале ее создания. Число особей уменьшится до $N(20) = 4,9$ единиц.

В данных заданиях стоял вопрос о численности популяции на конкретный момент времени. Однако больший интерес, как правило, вызывает динамика возрастания и убывания исследуемой величины. Это связано, например, с управлением численностью популяции, то есть с установлением необходимых моментов времени, когда требуется изменить условия содержания карпов: почистить водоем, улучшить качество корма и т. д. Для примера были проведены расчеты для всех трех рассматриваемых случаев содержания популяции. Результаты вычислительного эксперимента приведены на рисунке 6.

На рисунке 6 изображены графики функции $N(t)$ при различных условиях содержания популяции. Точки на графике соответствуют значениям, полученным экспериментально. Из графика видно, что ситуация, описываемая кривой 3, чрезвычайно опасна для жизни всей популяции. Причем резкое снижение численности происходит в первый год после загрязнения водоема. Это говорит о том, что спасти популяцию возможно, если оперативно будут приняты меры по очистке водоема, иначе популяция карпов будет обречена на вымирание.

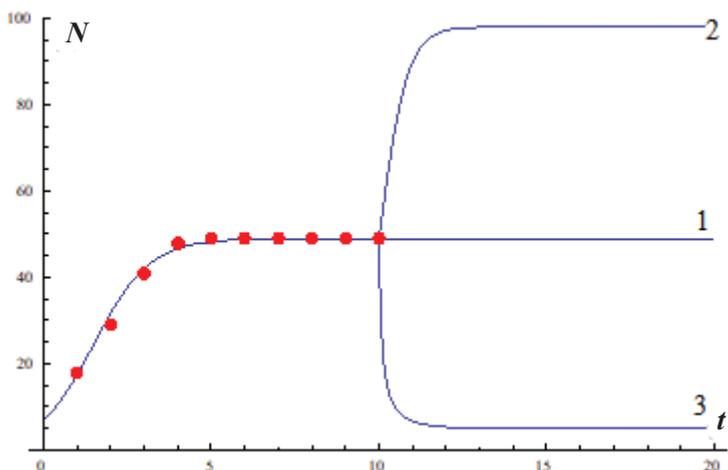


Рис. 6. Динамика развития популяции карпов при различных условиях ее содержания: кривая 1 соответствует первому заданию, 2 — второму заданию, 3 — третьему заданию

На данном этапе математического моделирования был использован компьютер для расчетов численности популяции. Кроме того, содержание этого раздела наталкивает на возможное обобщение компьютерной модели, в основе которой лежит формула (19), на случай, когда коэффициенты роста и убыли являются кусочно-постоянными функциями времени. Однако в рамках данной статьи мы не будем решать те новые задачи, которые могут возникать на каждом этапе математического моделирования, а ограничимся лишь констатацией этого факта, еще раз показывающего важность и полезность подхода к решению практико-ориентированных задач с позиций математического моделирования, демонстрируя логику научного познания.

Заключение

Следует отметить, что на современном уровне развития общества, в эпоху цифровизации, огромную роль в повышении конкурентоспособности каждого индивидуума в окружающем его мире играет математическая грамотность в современном ее понимании. Поэтому сегодня одной из главных задач образовательных учреждений, и особенно школ, где происходит воспитание и обучение человека как личности, является включение в эти процессы формирования математической грамотности.

Как было отмечено во введении к данной статье, главным аспектом концепции формирования математической грамотности является цикл моделирования (формулировать – применять – интерпретировать – оценивать). При этом основная роль учителя здесь состоит в том, чтобы научить обучающихся видеть в жизненной проблеме количественные связи, формулировать возникшую проблему на языке математики и, решив уже математическую задачу, давать

обоснованное решение возникшей проблеме. За этими словами нетрудно увидеть те этапы математического моделирования, которые детально были разобраны в рамках предлагаемой статьи.

Неслучайно, что для иллюстрации основных этапов математического моделирования были использованы практико-ориентированные задачи, возникающие в различных сферах человеческой деятельности, поскольку они являются важным инструментом процесса формирования математической грамотности. Уже первая задача, связанная с построением садовой дорожки, в процессе решения знакомит читателей с основными этапами математического моделирования. Вторая задача, относящаяся к средней школе, интересна тем, что несмотря на свою простоту, она включает все этапы математического моделирования. Задача о захвате территории показывает, что первый этап моделирования может включать проведение экспериментальных работ, позволяющих в целом спрогнозировать решение поставленной задачи, а последующее математическое моделирование позволило в нашем случае подтвердить спрогнозированный результат. Решение задачи, связанной с определением возраста метеоритного вещества, уже содержит полноценные этапы математического моделирования и показывает, что даже довольно простая математическая модель физического явления может привести к построению методики определения нужных параметров, связанных с изучаемым явлением (в рассмотренной проблеме это было определение возраста метеоритного вещества).

Последняя задача была связана с разведением карпов и состояла она в том, чтобы научиться предсказывать размер их популяции в любой момент времени. По своему содержанию эта задача не нова. Различные ее интерпретации можно найти в Интернете¹. Несмотря на это, задача с популяцией карпов привлекает внимание тем, что в ней имеются экспериментальные данные, из которых можно выстроить математическую модель, она хорошо укладывается в рамки математического моделирования с применением компьютера. Подробный разбор и соответствующий анализ каждого этапа математического моделирования этой проблемы показывают, что почти на каждом этапе моделирования могут возникать свои интересные задачи. Так, на втором этапе моделирования, где осуществляется постановка задачи, после определения количественных величин исследуемого процесса возникает вопрос о том, как связать эти величины. Ответ на этот вопрос дает либо известный общий закон (например, закон Мальтуса о росте популяций), либо закономерности, выявленные из анализа экспериментальных данных, как в случае разведения карпов. На третьем этапе, который посвящен реализации модели, довольно часто возникает математическая задача по доказательству корректности модели, а также задача оптимизационного характера, связанная с идентификацией модели. Решение этих задач требует соответствующей математической подготовки. На последнем этапе,

¹ URL: <https://nsportal.ru/shkola/ekologiya/library/2012/01/23/ekologicheskaya-zadacha-deystvuyushchaya-model-razvedenie-karpov> (дата обращения: 28.07.2021).

на котором формируется решение исходной задачи, может возникнуть необходимость в построении компьютерной модели и ее обобщений, направленных на решение более широкого класса задач.

Таким образом, подробный разбор каждого этапа математического моделирования, несомненно, поможет учителю сформировать у учащихся компетенции, позволяющие им более успешно адаптироваться к условиям жизни современного общества.

Литература

1. Денищева Л. О., Краснянская К. А., Рыдзе О. А. Подходы к составлению заданий для формирования математической грамотности учащихся 5–6 класса // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 2. № 2 (70). С. 181–201.
2. Зайцева Н. А. Математическое моделирование. М.: Институт транспортной техники и систем управления, 2017. 110 с.
3. Лукичева Е. Ю. Математическая грамотность: обзор понятия и методики формирования // Непрерывное образование. 2020. № 3 (33). С. 46–53.
4. Рослова Л. О. Проблема формирования способности «применять математику» в контексте уровней математической грамотности / Л. О. Рослова и др. // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 2. № 2 (70). С. 74–99.
5. Рослова Л. О., Краснянская К. А., Квитко Е. С. Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1. № 4 (61). С. 58–79.
6. Сафуанов И. С., Атанасян С. Л. Математическое образование в Сингапуре: традиции и инновации // Наука и школа. 2016. № 3. С. 38–44.
7. Сафуанов И. С., Поликарпов С. А. Сингапурская математика: школьные учебники // Нижегородское образование. 2016. № 1. С. 32–39.
8. Соколов С. В. Модели динамики популяций: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. 61 с.
9. Chugunov V. A., Fomin S. A., Noland W., Sagdiev B.R. Tsunami runup on a sloping beach // Computational and Mathematical Methods. 2020. 2 (1). e1081.
10. De Lange J. Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective // Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics. 2006. Vol. 25. P. 13–35.
11. Dubinsky E. Mathematical Literacy and Abstraction in the 21st Century // School Science and Mathematics. 2000. Vol. 100 (6). P. 289–297.
12. Geraniou E., Jankvist U. T. Towards a definition of «mathematical digital competency» // Educational Studies in Mathematics. 2019. Vol. 102. P. 29–45.
13. Kilpatrick J. Understanding Mathematical Literacy: The Contribution of Research // Educational Studies in Mathematics. 2001. Vol. 47 (1). P. 101–116.
14. Lerman S. (eds) Encyclopedia of Mathematics Education. Springer, Cham, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0>
15. NCTM (1970/2002). A history of mathematics education in the United States and Canada. Vol 32. Washington, DC: National Council of Teachers of Mathematics, 1970.
16. NCTM. Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, 1989.
17. Niss M., Højgaard T. Mathematical competencies revisited // Educational Studies in Mathematics. 2019. Vol. 102. P. 9–28.

18. Niss M., Jablonka E. *Mathematical Literacy*. In Lerman S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100
19. Özkale A., Erdogan E. O. An analysis of the interaction between mathematical literacy and financial literacy in PISA // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2020. V. 51 (8). P. 1–22.
20. PISA 2021 Mathematics Framework Draft. OECD, 2018. URL: <https://pisa2022-maths.oecd.org/#Home> (дата обращения: 01.08.2021).
21. Sole M. A. *Interdisciplinary Thinking: Financial Literacy Crosses Disciplinary Boundaries* // *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*. 2021. Vol. 31 (2). P. 153–166.
22. Solomon Y. *Mathematical Literacy: Developing Identities of Inclusion*. New York: Routledge, 2009.
23. Steen L. A. *The Case for Quantitative Literacy* // In *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy*. Washington, DC: Woodrow Wilson National Fellowship Foundation, 2001. P. 1–22.
24. Weiland T. *Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies* // *Educational Studies in Mathematics*. 2017. Vol. 96. P. 33–47.

Literatura

1. Denishheva L. O., Krasnyanskaya K. A., Ry`dze O. A. Podxody` k sostavleniyu zadaniy dlya formirovaniya matematicheskoy gramotnosti uchashixsya 5–6 klassa // *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*. 2020. T. 2. № 2 (70). S. 181–201.
2. Zajceva N. A. *Matematicheskoe modelirovanie*. M.: Institut transportnoj tekhniki i sistem upravleniya, 2017. 110 s.
3. Lukicheva E. Yu. *Matematicheskaya gramotnost` : obzor ponyatiya i metodiki formirovaniya* // *Neprery`vnoe obrazovanie*. 2020. № 3 (33). S. 46–53.
4. Roslova L. O. Problema formirovaniya sposobnosti «primenyat` matematiku» v kontekste urovnej matematicheskoy gramotnosti / L. O. Roslova i dr. // *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*. 2020. T. 2. № 2 (70). S. 74–99.
5. Roslova L. O., Krasnyanskaya K. A., Kvitko E. S. *Konceptual`ny`e osnovy` formirovaniya i ocenki matematicheskoy gramotnosti* // *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*. 2019. T. 1. № 4(61). S. 58–79.
6. Safuanov I. S., Atanasyan S. L. *Matematicheskoe obrazovanie v Singapure: tradicii i innovacii* // *Nauka i shkola*. 2016. № 3. S. 38–44.
7. Safuanov I. S., Polikarpov S. A. *Singapurskaya matematika: shkol`ny`e uchebniki* // *Nizhegorodskoe obrazovanie*. 2016. № 1. S. 32–39.
8. Sokolov S. V. *Modeli dinamiki populyacij: ucheb. posobie*. SPb.: Izd-vo SPbGE`TU «LE`TI», 2018. 61 s.
9. Chugunov V. A., Fomin S. A., Noland W., Sagdiev B.R. *Tsunami runup on a sloping beach* // *Computational and Mathematical Methods*. 2020. 2 (1). e1081.
10. De Lange J. *Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective* // *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*. 2006. Vol. 25. P. 13–35.
11. Dubinsky E. *Mathematical Literacy and Abstraction in the 21st Century* // *School Science and Mathematics*. 2000. Vol. 100 (6). P. 289–297.
12. Geraniou E., Jankvist U. T. *Towards a definition of «mathematical digital competency»* // *Educational Studies in Mathematics*. 2019. Vol. 102. P. 29–45.

13. Kilpatrick J. Understanding Mathematical Literacy: The Contribution of Research // Educational Studies in Mathematics. 2001. Vol. 47 (1). P. 101–116.
14. Lerman S. (eds) Encyclopedia of Mathematics Education. Springer, Cham, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0>
15. NCTM (1970/2002). A history of mathematics education in the United States and Canada. Vol 32. Washington, DC: National Council of Teachers of Mathematics, 1970.
16. NCTM. Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, 1989.
17. Niss M., Højgaard T. Mathematical competencies revisited // Educational Studies in Mathematics. 2019. Vol. 102. P. 9–28.
18. Niss M., Jablonka E. Mathematical Literacy. In Lerman S. (eds) Encyclopedia of Mathematics Education. Springer, Cham, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100
19. Özkale A., Erdogan E. O. An analysis of the interaction between mathematical literacy and financial literacy in PISA // International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 2020. V. 51 (8). P. 1–22.
20. PISA 2021 Mathematics Framework Draft. OECD, 2018. URL: <https://pisa2022-maths.oecd.org/#Home> (дата обращения: 01.08.2021).
21. Sole M. A. Interdisciplinary Thinking: Financial Literacy Crosses Disciplinary Boundaries // PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies. 2021. Vol. 31 (2). P. 153–166.
22. Solomon Y. Mathematical Literacy: Developing Identities of Inclusion. New York: Routledge, 2009.
23. Steen L. A. The Case for Quantitative Literacy // In Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy. Washington, DC: Woodrow Wilson National Fellowship Foundation, 2001. P. 1–22.
24. Weiland T. Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies // Educational Studies in Mathematics. 2017. Vol. 96. P. 33–47.

**L. O. Denishcheva, I. S. Safuanov,
Yu. A. Semenyachenko, A. V. Ushakov,
V. A. Chugunov**

Mathematical Modeling is the Most Important Stage of the Formation of Mathematical Literacy in the Conditions of the Demands of Modern Society

The article discusses the educational and methodological aspects of the formation of mathematical literacy among students. Examples of practice-oriented tasks aimed at the formation of mathematical literacy are given.

Keywords: mathematical education; mathematical literacy; mathematical modeling; student.

УДК 378.14

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.08

Р. В. Серышев

Практика применения компьютерных обучающих игр в образовательном процессе бакалавриата экономических специальностей

Исследована практика применения имитационной компьютерной развивающей игры «Управление корпорацией» в качестве интеграционного механизма обучения студентов бакалавриата по специальности «Менеджмент». Подтверждены преимущества развивающих игр как интеграционной и стимулирующей деятельности в высшем образовании: комплексное освоение различных теорий, рассмотрение всестороннего и динамичного примера, одновременное удовлетворение спроса на знания и мотивация к обучению.

Ключевые слова: компьютерные обучающие игры; образовательный процесс; мотивация студентов.

Одной из проблем образования является необходимость обучать студентов совместной работе при решении сложных и плохо структурированных задач, связанных с техническими, экономическими и социальными аспектами управления предприятиями. Когда речь идет о подготовке новых специалистов на уровне бакалавриата, важно научить их оперировать знаниями из разных областей при решении реальных проблем. В таком случае одна из задач заключается в том, чтобы дать студентам интегрированное и контекстуализированное представление о концепциях, преподаваемых на протяжении ряда учебных курсов и дисциплин, помочь им понять отношения между концепциями из различных наук. Еще один аспект — это осознание того, что традиционные методы обучения неэффективно привлекают внимание современных студентов и есть потребность в дополнительных инструментах вовлечения их в учебную деятельность, что положительно влияет на их успеваемость. Здесь особо ценны новые методы обучения, способствующие интегративному видению перспектив учебы и мотивированному обучению.

Целью данного исследования является оценка использования на программах бакалавриата экономических специальностей развивающих игр в качестве интегратора и мотиватора новых знаний. Представление различных аспектов управления предприятиями требует сложных и динамичных моделей, которые

нуждаются в адекватных средствах представления. Компьютерные игры знакомы молодым людям, и благодаря их потенциалу мотивации к деятельности они могут быть жизнеспособным методом привлечения студентов к получению новых знаний, вызывая у них интерес к учебе и мотивируя изучать содержание разных курсов на протяжении всего процесса обучения в вузе; они помогут прояснить цель, ценность и значимость получаемых знаний и навыков в различных учебных дисциплинах.

Таким образом, для оценки эффективности использования развивающих игр важно измерить такие факторы, как получение студентами удовольствия от обучения и восприятие их полезности для обучения и будущей профессиональной деятельности.

В литературе при упоминании образовательных игр используются различные термины, такие как «геймификация», «цифровые обучающие игры», «игровое обучение», «игровые информационные технологии», «адаптивные обучающие игры» [11; 14; 15]. Несмотря на различные нюансы, имеющиеся у каждого термина, дискуссии в исследованиях специалистов способствуют осознанию полезности игр для образовательных целей. Важно отметить различие между играми, предназначенными для развлечения, и играми, предназначенными для обучения. Хотя игроку развлекательной игры и нужно чему-то научиться, чтобы прогрессировать в игре, но само обучение не является здесь главной целью. С другой стороны, обучение — это ожидаемый результат образовательной игры. Мы используем в данной работе выражение «развивающие игры», имея в виду все игры, которые призваны облегчить процесс обучения, отодвигая на второй план другие цели, такие как развлечения.

Симуляция наиболее распространенный игровой жанр в обучающих играх [9]. Имитационные игры обладают способностью представлять реальные жизненные ситуации. Они позволяют игроку выступать в качестве менеджеров, пилотов, врачей и т. д. В такой среде игрок может проводить эксперименты с моделируемой системой (виртуальным персонажем, средой или другими моделями). Однако имитационная игра должна сохранять некоторые игровые элементы, такие как вызов, конфликт, фантазия, контроль игрока и т. д., чтобы считаться симуляционной игрой.

Использование развивающих игр поддерживается различными теориями обучения [1; 2; 4]. Теории обучения, основанные на поведенческой концепции, рассматривают обучение как ассоциативный процесс, где подкрепление играет важную роль в изменении наблюдаемого поведения. Эта концепция обучения очевидна в играх, которые стремятся использовать знания и навыки путем повторяющейся практики. И наоборот, игры, основанные на конструктивистских концепциях, выдвигают другие педагогические аргументы. Здесь одним из подчеркнутых аспектов является важность практического и конкретного опыта в построении знаний на основе теории эмпирического обучения.

Игры обладают интерактивными функциями и способны выявлять эффекты конкретных действий, что позволяет конструировать и тестировать новые

стратегии поведения. Кроме того, они создают безопасную среду для экспериментов, последствия которых не переносятся в реальный мир. С прогрессом компьютерных технологий последних десятилетий игры теперь способны моделировать ситуации содержательно богатые, сложные, оснащенные интерактивностью и похожие на реальную жизнь. Опыт работы в них рассматривается как источник для построения знания, которое не просто передается, а получается в результате рефлексии над этим взаимодействием с окружающей средой.

Другая линия аргументации подчеркивает важность контекста, в котором происходит обучение [6]. Предполагается, что знания являются продуктом деятельности и культуры, в которой они развиваются и используются. Это понятие подразумевает, что обучение должно быть помещено в конкретный контекст и что введение студентов в этот контекст является частью обучения. Таким образом, развитие навыков и приобретение знаний происходят в том контексте, в котором они будут использоваться с целью, являющейся актуальной, значимой и интересной для студентов.

В идеале данный процесс интеграции должен происходить в реальном контексте, однако такой путь не всегда возможен, что делает игры едва ли не единственным жизнеспособным методом погружения студентов в специфику реального контекста. Также отметим, что во многих случаях студенты не могут полностью представить себе ситуацию, не будучи в нее вовлеченными. Игры же воспитывают у студентов чувство участия.

По мнению авторов [2; 4; 6; 7], игры объясняют то, что изучается, и позволяют постепенно прогрессировать в задачах и концепциях, а также размышлять над изученными теориями. Наличие социального взаимодействия еще одна характерная черта игр, основанных на конструктивистских теориях. Игры обладают потенциалом не только для создания среды приобретения знаний, но и помогают формировать сообщество вокруг определенной темы. Общие интересы с группой людей способствуют мотивации и облегчают процесс обучения, делая его более естественным, в котором субъект постепенно приобретает знания в той мере, в какой он способен работать с этой группой. Игры могут мотивировать к обучению и способствовать изменению отношения к определенной области знаний.

Мотивация является одним из вспомогательных элементов обучения. Любое обучение требует от человека определенных усилий и определенной степени мотивации. Современные исследования содержат эмпирические доказательства того, что игры способны мотивировать человека к обучению [3; 7; 8; 10]. Одним из следствий более высокой мотивации студентов является более сильная приверженность к решению задач, что может привести к лучшим результатам в обучении.

В данной статье исследована практика применения компьютерной обучающей игры «Управление корпорацией»¹. В компьютерном симуляторе команда

¹ Управление корпорацией. URL: <http://simulizator.com/> (дата обращения: 15.07.2021).

участников, состоящая из 2–6 человек, занимает позицию финансового директора в крупной виртуальной производственной корпорации и должна принимать ключевые решения по финансовой политике. Процесс прохождения компьютерного симулятора принципиально можно разделить на три основных этапа:

1. Стартовая настройка — настройка ключевых характеристик корпорации, с которыми участники игры начнут реализацию стратегии (это опциональный этап, наличие его зависит от настроек администратора игры).

2. Разработка и принятие стратегических решений на базе аналитики текущей ситуации в корпорации. Участники, обсуждая сложившуюся ситуацию, обозначают ключевые развилки и вырабатывают общий план и видение ключевых решений.

3. Реализация намеченной стратегии в симуляторе за счет принятия тактических решений, корректировка решений с учетом изменяющейся внешней среды.

Игра является пошаговой, т. е. игровой процесс разделен на периоды — полугодия игрового года. Взаимодействие игроков с компьютерной моделью осуществляется посредством игровых интерфейсов четырех типов: формы принятия решений, отчетов, виртуальных интерфейсов и аналитических графиков.

Деятельность команды при прохождении компьютерного симулятора подразумевает решение ряда принципиальных задач [12]:

- обеспечение достижения ключевых стратегических показателей, обозначенных акционерами;
- проведение анализа предполагаемой сферы деятельности и рынков с целью выбора ниши для последующего развития собственной организации в данной области (оценка, выбор и корректировка вариантов, представленных в аспекте маркетинга);
- необходимо согласовать и скорректировать решения, выработанные различными отделами (производство, кадры, логистика и др.), под заданный вектор развития корпорации;
- сделать важные стратегические выборы, связанные исключительно с компетенцией финансового управления и выработкой финансовой политики, например: определить допустимый уровень соотношения собственного и заемного капитала, способы привлечения инвестиций и реализации учетной политики, выхода на IPO и др.;
- поскольку компьютерный симулятор предполагает принятие решений по 9 ключевым аспектам управления крупной корпорацией, то необходимо по каждому такому аспекту провести подробную аналитику ключевых показателей и принять несколько решений.

Данная игра предназначена для применения в классе под контролем преподавателя. Класс делится на 6 групп, каждая группа студентов отвечает за управление одной из компаний, конкурирующих на одном рынке. Игра разбита на 11 периодов (полугодий). Каждый раунд решений, принимаемых группами,

представляет собой одно полугодие деловой жизни в игре. В каждом раунде каждая группа должна принять ряд ключевых решений. Эти решения фиксируются на конец сыгранного периода, также рассчитываются показатели эффективности за рассматриваемый период, которые зависят от решений группы и ее конкурентов. В каждом раунде группа имеет возможность обдумать и скорректировать свою стратегию в достижении цели игры — получении наилучших финансовых показателей.

С педагогической точки зрения цель состоит в том, чтобы представить факторы, влияющие на эффективность деятельности компании, комплексно, показав их сложную и динамичную природу. После игры в классе разворачивается дискуссия с целью проработки выводов и решений, что позволяет глубже понять взаимосвязи принятых управленческих решений, обсудить полученные новые знания и навыки.

В конце деловой игры с помощью опросника оценивался вклад игры в обучение и мотивацию студентов. Исследовалась также восприимчивость студентов к применению развивающих игр. Были собраны данные по 7 группам, в среднем по 25 человек в каждой. Также проводились непосредственные наблюдения за экспериментом и интервью с задействованными в проведении деловой игры преподавателями.

Далее представим результаты полученной нами оценки применимости компьютерных обучающих игр в образовательном процессе бакалавриата.

1. Чтобы проанализировать представления студентов о процессе обучения с помощью предложенной игры, участники ответили на следующий вопрос: «На ваш взгляд, научились ли вы чему-то с помощью данной формы учебной деятельности?» На этот вопрос были даны ответы в градациях по пятибалльной шкале, которые варьировались от «узнал немного» до «узнал много». Результаты анкетирования показали, что более 80 % студентов дали наивысший положительный ответ.

2. Также были изучены представления студентов о полезности развивающих игр для обучения. Это восприятие оценивалось по степени согласия респондента с тремя предложенными утверждениями:

- Я убежден, что развивающие игры помогают мне учиться.
- Развивающие игры облегчают изучение сложных ситуаций и позволяют мне осмыслить реальные бизнес-ситуации.
- Использование развивающих игр повысило бы эффективность моего обучения.

Ответы варьировались по градациям пятибалльной шкалы, в диапазоне от категорического несогласия до категорического согласия. Таким образом, мы добиваемся выделения особенностей предлагаемой игры путем оценки общих представлений учащихся о развивающих играх. Ответам участников были присвоены значения, которые варьировались от одного балла, что указывало на сильное несогласие, до пяти, что указывало на уверенное согласие. Внутренняя согласованность утверждений оценивалась путем вычисления

коэффициента альфа Кронбаха, который получил нижний предел 0,7 — для принятия шкалы. После того как шкала была принята, оценка конструкта (рассчитанная как средний балл для оценки всех трех вопросов) использовалась для оценки восприятия полезности развивающих игр.

Оценка восприятия студентами полезности обучения с помощью развивающих игр оказалась следующей: степень согласия респондентов с указанными утверждениями получила в среднем 4,52 балла по шкале от 1 до 5. Это среднее значение указывает на высокую степень согласия студентов с упомянутыми выше утверждениями и говорит о том, что они в целом осознают полезность развивающих игр для обучения.

3. Для оценки качества обучения была разработана анкета, содержащая 50 истинных/ложных вопросов по всем основным 9 темам игры. Вопросы в анкете были представлены в произвольном порядке. Цель анкетирования — проверить способность студентов выявлять аспекты, связанные с контекстом работы менеджмента в игре.

Для оценки уровня знаний студентов анкетирование было проведено до и после предложенной игры в одной из анализируемых групп, в которую входили 27 студентов. Чтобы оценить, повысился ли уровень знаний, был проведен анализ разницы между средними значениями. Необходимые данные были получены из ответов на тесты, проведенные до и после игры в бизнес-симуляторе, и сопоставлены на уровне значимости 0,01.

В анкете с истинными/ложными вопросами итоговый средний балл на одного студента в тесте до игры составлял 78 % положительных ответов при стандартном отклонении 11,5 % положительных ответов на одного студента. При оценке после выполнения задания было получено в среднем 86 % положительных ответов на одного студента со стандартным отклонением 11,1 %. Таким образом, можно констатировать положительный эффект влияния деловой игры на повышение уровня знаний студентов.

4. Важным аспектом повышения качества образовательного процесса является мотивация учащихся. Одним из результатов, ожидаемых от использования предложенной игры, является повышение интереса студентов к учебным курсам образовательной программы. Данная особенность была оценена с помощью вопроса «Мотивировала ли вас игра к дополнительному изучению материалов дисциплин образовательной программы?» Участники ответили на этот вопрос, используя пятибалльную шкалу, градации которой варьировались от «значительно демотивирован» до «значительно мотивирован». Таким образом, стало возможным выявление представлений студентов о потенциале игры относительно их мотивации к освоению знаний.

Помимо оценки потенциальной мотивации к освоению знаний необходима также оценка мотивации студентов к участию в деятельности с помощью развивающих игр. Чтобы оценить внутреннюю мотивацию студентов к использованию предложенной игры, участников спрашивали, нравится ли им принимать участие в игре, поскольку восприятие удовольствия и удовлетворения

от выполнения задачи влияет на внутреннюю мотивацию к выполнению. На этот вопрос был дан ответ по пятибалльной шкале, градации которой варьировались от «не очень понравилось» до «очень понравилось».

В анкету были включены три вопроса, которые измеряли восприятие удовольствия, связанного с работой с развивающими играми. Данное восприятие оценивалось по степени согласия респондента с предложенными утверждениями, которая варьировалась по пятибалльной шкале от категорического несогласия до категорического согласия. После проверки внутренней согласованности утверждений, проведенной на базе расчета альфы Кронбаха, восприятие студентами своего удовольствия от использования развивающих игр оценивалось на основе оценки данной конструкции. Вопросы для оценки:

- Я думаю, что развивающие игры доставляют удовольствие.
- Процесс участия в развивающих играх приятен.
- Я получаю удовольствие, используя развивающие игры.

Что касается мотивационных аспектов, то 68 % студентов указали, что игровая деятельность значительно мотивировала их; этот результат показывает, что игра достигла цели мотивации студентов к лучшему пониманию содержания разных курсов образовательной программы. Что касается удовлетворенности студентов во время занятия, то 71 % студентов указали, что они в значительной степени удовлетворены проведенными занятиями и данной формой работы, также они были высоко мотивированы взаимодействовать с коллегами во время проведения игры.

Удовлетворенность также оценивалась согласно ответам студентов на вопросы. Коэффициент альфа Кронбаха был равен 0,83, что указывает на внутреннюю согласованность данных вопросов. Средняя степень согласия респондентов с высказываниями составила 4,56 по шкале от 1 до 5. Это среднее значение указывает на высокую степень согласия с утверждениями и предполагает, что учащиеся в целом признают получение удовольствия от развивающих игр.

Отметим, что в данном исследовании отдельно изучались два аспекта повышения мотивации от применения развивающих игр. Задавая вопрос о мотивации к игре, новым знаниям, получаемым и применяемым в ходе игры, можно уловить интерес, проявившийся у студентов к своей будущей профессии. Повышение данного аспекта мотивации показывает, что игра может побудить студентов узнать больше о профессии. Восприятие наслаждения дает информацию о полученном удовольствии и указывает на потенциал игры, позволяющий учащимся продолжать получать новые знания. Предложенная в данном исследовании учебная деятельность способна удовлетворить оба аспекта, однако следует отметить, что наличие удовольствия, которое часто испытывают люди в играх, не гарантирует повышения интереса к содержанию курса.

5. Другим исследуемым аспектом применения развивающих игр является степень принятия данного вида деятельности студентами. Студент с высокой степенью принятия к использованию развивающих игр склонен проявлять

активное участие. Учитывая важность этого фактора, следует измерять степень готовности учащихся к использованию развивающих игр.

Одним из методов оценки готовности студентов к использованию развивающих игр является измерение их поведенческого намерения участвовать в игре. Теория мотивированного действия использует поведенческое намерение совершить действие как предиктор фактического поведения индивида. Когда действие, о котором идет речь, связано с использованием новой технологии, намерение неявно показывает принятие этой технологии индивидами [5; 13].

Был использован набор из трех утверждений для измерения поведенческого намерения студентов использовать обучающие игры:

- Учитывая, что у меня есть доступ к обучающей игре, я предполагаю, что буду в ней активно участвовать.
- Я настоятельно рекомендую своим друзьям использовать развивающие игры.
- Я намерен использовать обучающие игры в будущем.

Варианты ответов варьировались по градациям пятибалльной шкалы от категорического несогласия до категорического согласия. Внутренняя непротиворечивость утверждений оценивалась путем вычисления коэффициента альфа Кронбаха, а оценка предполагаемого использования развивающих игр давалась по баллам данной конструкции.

Что касается приемлемости использования обучающимися развивающих игр, то в высказываниях наблюдалось наличие достаточной внутренней согласованности, причем альфа Кронбаха составляла 0,73. Ответы респондентов относительно предполагаемого использования развивающих игр дали среднее значение 4,04 по шкале от 1 до 5, что свидетельствует о частичном согласии с использованием развивающих игр. Это говорит о том, что присутствует определенная степень принятия обучающих игр студентами, но данная форма обучения не является для них доминирующей.

Полученные результаты отражают потенциал развивающих игр в процессе обучения. Преимущество использования развивающих игр заключается в борьбе с фрагментацией знаний. Развивающие игры позволяют студентам выработать собственное видение предмета и постепенно совершенствовать его путем последовательной и постепенной перестройки в ходе изучения курса.

Данное исследование было направлено на оценку применимости развивающих игр в обучении студентов бакалавриата экономических специальностей. Результаты показали, что предложенная игра способствовала повышению качества обучения как в восприятии учащихся, так и в сравнении оценок до и после проведения игры. Мы приходим к выводу, что развивающие игры могут положительно способствовать процессу обучения и повышать мотивацию студентов. Полученные результаты позволяют сделать вывод о вкладе развивающих игр в повышение качества образовательного процесса.

Литература

1. Белеева И. Д., Титова Н. Б. Игра как активная форма учебной деятельности // Педагогическое образование в России. 2019. № 3. С. 48–52.
2. Бессмертный А. М., Гаенкова И. В. Игрофикация как образовательная парадигма обучения // Известия ВГПУ. 2016. № 6 (110). С. 15–21.
3. Воронин В. О., Гребенникова А. А., Масляков В. В. Игровая симуляция «Город, открытый тобой» // Теоретическая и прикладная экономика. 2020. № 4. С. 129–143.
4. Гельман В. Я. Использование игрового подхода в преподавании общепрофессиональных дисциплин // Проблемы современного образования. 2020. № 3. С. 154–161.
5. Казанцев А. К., Серова Л. С. Имитационное моделирование управления организацией: опыт разработки деловых компьютерных игр // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2006. № 4. С. 186–206.
6. Маслова Ю. В. Позитивные и негативные аспекты использования компьютерных технологий у детей и подростков // ОТО. 2013. № 4. С. 493–503.
7. Минкин А. В., Старостин В. А. Использование онлайн-игр при изучении программирования // Мир науки. Педагогика и психология. 2018. № 4. С. 1–7.
8. Неупокоева Е. Е. Деловая игра как ведущий компонент методики обучения дидактическим коммуникациям в области информационных технологий // Социальная педагогика. 2019. № 2. С. 27–34.
9. Никитина Т. В., Мотуз С. А. К вопросу о преимуществах и недостатках различных видов биржевых симуляторов-тренажеров // Модернизация. Инновации. Развитие. 2016. № 4 (28). С. 103–107.
10. Соболева Е. В. Применение обучающих программ на игровых платформах для повышения эффективности образования / Соболева Е. В. и др. // Вестник НГПУ. 2017. № 4. С. 7–25.
11. Токарева А. С., Лавров М. Н. Геймификация как элемент повышения эффективности обучения экономике в общеобразовательных организациях // Современное педагогическое образование. 2020. № 12. С. 259–262.
12. Ходжаева И. Г. Современные информационные технологии для формирования профессиональных компетенций студентов финансово-экономического профиля подготовки // Интернаука. 2017. 10–1 (14). С. 27–32.
13. Чулюков В. А., Сидорова О. А., Дубов В. М. Новые технологии эффективного вовлечения обучающихся в процесс обучения // Современное педагогическое образование. 2019. № 6. С. 70–74.
14. Шабалина О. А. и др. Адаптивные обучающие игры как тренд развития обучающегося // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2018. № 4 (8). С. 11–15.
15. Шутенко А. И., Закервашевич М. И., Шутенко Д. А. Возможности игровых информационных технологий в стимулировании учебной деятельности студентов // Вестник по педагогике и психологии Южной Сибири. 2016. № 4. С. 68–80.

Literatura

1. Beleeva I. D., Titova N. B. Igra kak aktivnaya forma uchebnoj deyatel'nosti // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. 2019. № 3. S. 48–52.
2. Bessmertny`j A. M., Gaenkova I. V. Igrofikaciya kak obrazovatel'naya paradigma obucheniya // Izvestiya VGPU. 2016. № 6 (110). S. 15–21.

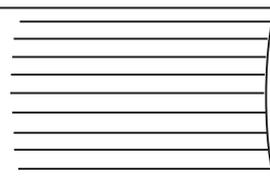
3. Voronin V. O., Grebennikova A. A., Maslyakov V. V. Igrovaya simulyaciya «Gorod, otkry`ty`j toboj» // *Teoreticheskaya i prikladnaya e`konomika*. 2020. № 4. S. 129–143.
4. Gel`man V. Ya. Ispol`zovanie igrovogo podxoda v prepodavanii obshhe-professional`ny`x disciplin // *Problemy` sovremennogo obrazovaniya*. 2020. № 3. S. 154–161.
5. Kazancev A. K., Serova L. S. Imitacionnoe modelirovanie upravleniya organizacij: opy`t razrabotki delovy`x komp`yuterny`x igr // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Menedzhment*. 2006. № 4. S. 186–206.
6. Maslova Yu. V. Pozitivny`e i negativny`e aspekty` ispol`zovaniya komp`yuterny`x texnologij u detej i podrostkov // *OTO*. 2013. № 4. S. 493–503.
7. Minkin A. V., Starostin V. A. Ispol`zovanie onlajn-igr pri izuchenii programirovaniya // *Mir nauki. Pedagogika i psixologiya*. 2018. № 4. S. 1–7.
8. Neupokoeva E. E. Delovaya igra kak vedushhij komponent metodiki obucheniya didakticheskim kommunikacijam v oblasti informacionny`x texnologij // *Social`naya pedagogika*. 2019. № 2. S. 27–34.
9. Nikitina T. V., Motuz S. A. K voprosu o preimushhestvax i nedostatках razlichny`x vidov birzhevy`x simulyatorov-trenazherov // *Modernizaciya. Innovacii. Razvitiye*. 2016. № 4 (28). S. 103–107.
10. Soboleva E. V. Primenenie obuchayushhix programm na igrovy`x platformax dlya povy`sheniya e`ffektivnosti obrazovaniya / E. V. Soboleva i dr. // *Vestnik NGPU*. 2017. № 4. S. 7–25.
11. Tokareva A. S., Lavrov M. N. Gejmifikaciya kak e`lement povy`sheniya e`ffektivnosti obucheniya e`konome v obshheobrazovatel`ny`x organizacijax // *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie*. 2020. № 12. S. 259–262.
12. Xodzhaeva I. G. Sovremenny`e informacionny`e texnologii dlya formirovaniya professional`ny`x kompetencij studentov finansovo-e`konomicheskogo profilya podgotovki // *Internauka*. 2017. 10–1 (14). S. 27–32.
13. Chulyukov V. A., Sidorova O. A., Dubov V. M. Novy`e texnologii e`ffektivnogo вовлечeniya obuchayushhixsya v process obucheniya // *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie*. 2019. № 6. S. 70–74.
14. Shabalina O. A. Adaptivny`e obuchayushhie igry` kak trend razvitiya obuchayushhegosya / O. A. Shabalina i dr. // *Informacionny`e texnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 2018. № 4 (8). S. 11–15.
15. Shutenko A. I., Zakervashevich M. I., Shutenko D. A. Vozmozhnosti igrovy`x informacionny`x texnologij v stimulirovanii uchebnoj deyatel`nosti studentov // *Vestnik po pedagogike i psixologii YUzhnoj Sibiri*. 2016. № 4. S. 68–80.

R. V. Seryshev

Practice of Using Computer Training Games in the Educational Process of Undergraduate Economics Majors

The practice of using the simulation computer educational game «Corporate Management» as an integration mechanism for teaching undergraduate students in the specialty «Management» is investigated. The advantages of educational games as an integrative and stimulating activity in higher education are confirmed: comprehensive development of various theories, consideration of a comprehensive and dynamic example, simultaneous satisfaction of the demand for knowledge and motivation for learning.

Keywords: computer learning games; educational process; motivation of students.



УДК 378.147

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.09

**Д. А. Ахмедзянов,
В. М. Кудоярова,
А. Е. Кишалов**

Реализация и развитие системы дистанционного обучения в технических вузах

Проведен обзор систем дистанционного образования (СДО) в технических вузах и их анализ с учетом опыта реализации и концепции развития СДО в Уфимском государственном авиационном техническом университете (УГАТУ). Приведен пример использования виртуального стенда для проведения испытаний авиационных двигателей. Выполнено сравнение результатов моделирования и экспериментальных данных. Малая относительная погрешность при моделировании позволяет дистанционно использовать описанные технологии для изучения сложных процессов, протекающих в авиационных двигателях.

Ключевые слова: система дистанционного образования; онлайн-обучение; LMS; Moodle; система имитационного моделирования.

Введение

В современных условиях пандемии и угрозы распространения коронавирусной инфекции большинство зарубежных и российских университетов приняли решение о переходе на дистанционное обучение. В результате чего возникла необходимость ввода в учебный процесс современных систем дистанционного обучения (СДО), которые:

- дают возможность организовать непрерывность обучения при соблюдении единого образовательного стандарта вне зависимости от местонахождения всех участников учебного процесса;
- позволяют исключить проблемы, связанные с необходимостью соблюдать социальную дистанцию между людьми в целях сохранения здоровья обучающихся и профессорско-преподавательского персонала;
- обеспечивают легкую доступность учебных материалов.

На сегодняшний день СДО внедрено в большинстве технических вузов, которые используют различные платформы для реализации дистанционного образовательного процесса.

Задачами СДО являются:

- использование единой информационной среды для повышения результативности учебного процесса;
- поддержание непрерывности и повышение доступности процесса обучения за счет использования индивидуального подхода к студентам;
- поддержка обучающихся на всех этапах учебного процесса;
- проведение контроля знаний студентов в виде различных онлайн-тестов, зачетов и экзаменов [5].

Основными функциями СДО являются:

- разработка учебной базы для создания эффективного образовательного процесса;
- формирование базы данных студентов и объединение их в группы;
- обеспечение учебными курсами студентов в соответствии с профилем их подготовки согласно единому образовательному стандарту;
- хранение данных, необходимых для образовательного процесса;
- контроль и анализ полученных знаний;
- создание всех видов отчетных документов.

Основные возможности, предоставляемые СДО, включают: взаимодействие пользователей; возможность выбора модели обучения, например только онлайн-обучение или комбинированное обучение: сочетание онлайн- и оффлайн-обучения под руководством преподавателя; поддержку и создание учебного контента; составление аналитики и отчетов; возможность распространения содержимого учебного курса по принципу социальных сетей с правом ведения дискуссии в виде публикации диалогов между студентами и преподавателем; допустимость интеграции платформы с различными системами кадрового учета с возможностью выдачи сертификата по окончании курса и многое другое¹.

Применение СДО в технических вузах мира и России

Для начала рассмотрим, как внедрялись СДО в мире за последние восемь лет. Согласно [9], в 2012 году СДО были наиболее развиты в США и Канаде, где дистанционное обучение предлагали более 200 университетов, а среди европейских стран — в Великобритании (50 университетов), за которой следовали Германия, Италия и Франция.

Для успешного внедрения СДО используются различные системы управления обучением (LMS — Learning Management System), с помощью которых

¹ Лучшие LMS 2020 и как выбрать систему дистанционного обучения для вашего бизнеса. URL: <https://evergreens.com.ua/ru/articles/best-lms-2020.html> (дата обращения: 23.06.2021).

реализуется эффективный процесс онлайн-обучения с учетом особенностей вуза, читаемых курсов и дисциплин.

По данным [1] за 2014 год, большинство университетов США (с количеством студентов более 1000 человек) использовали различные LMS-системы, среди которых лидерами были Blackboard Learn и Moodle.

В 2020 году, согласно результатам исследований², лидирующие позиции в университетах США занимала платформа Instructure Canvas LMS, в то время как лучшая СДО Blackboard Learn показала снижение, что отражено графиком на рисунке 1.

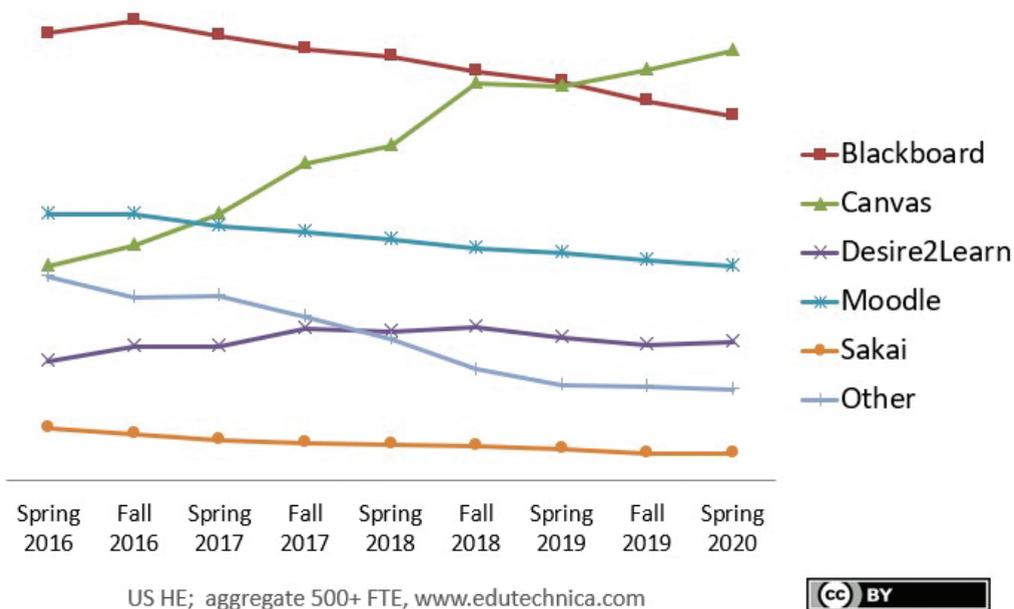


Рис. 1. Анализ использования различных LMS в США в период с 2016 по 2020 год

За пределами США большинство университетов в Австралии, Канаде и Великобритании используют LMS Moodle, которая продолжает занимать лидирующие позиции уже несколько лет (см. рис. 2).

Таким образом, наиболее популярными и ведущими LMS в глобальном масштабе являются бесплатная платформа Moodle и коммерческая платформа Blackboard Learn.

Теперь перейдем к анализу LMS платформ российских вузов. В 2014 году был опубликован отчет³, согласно которому наиболее эффективными LMS/LCMS-платформами являлись Moodle и Sakai. При этом определяющими факторами были следующие: данные платформы бесплатные, имеют открытый программный код, предоставляют возможности гибкого и адаптивного

² LMS Data — Spring 2020 Updates. URL: <https://edutechnica.com/2020/02/02/lms-data-spring-2020-updates> (дата обращения: 25.06.2021).

³ Якушев В. И. Анализ технологий и систем управления электронным обучением. URL: <http://inno.cs.msu.su/implementation/it-university/07> (дата обращения: 26.06.2021).

изменения функционала, содержания и инструментария для эффективного использования контента выбранной LMS.

6-year Historical LMS Breakdown
by Region as Percentage of Total

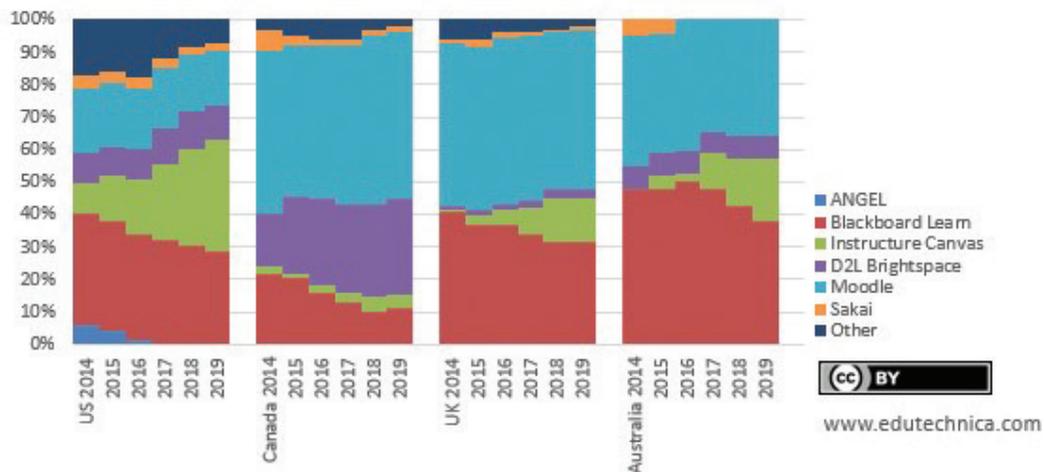


Рис. 2. Использование различных LMS в США, Канаде, Великобритании и Австралии в период с 2014 по 2019 год [5]

Статистика использования различных СДО в 2017 году отражена на рисунке 3, а в таблице 1 показано, какие платформы в основном использовались в российских технических вузах в 2020 году. Согласно приведенным в них сведениям наиболее популярной LMS-платформой в российских технических вузах является СДО Moodle.

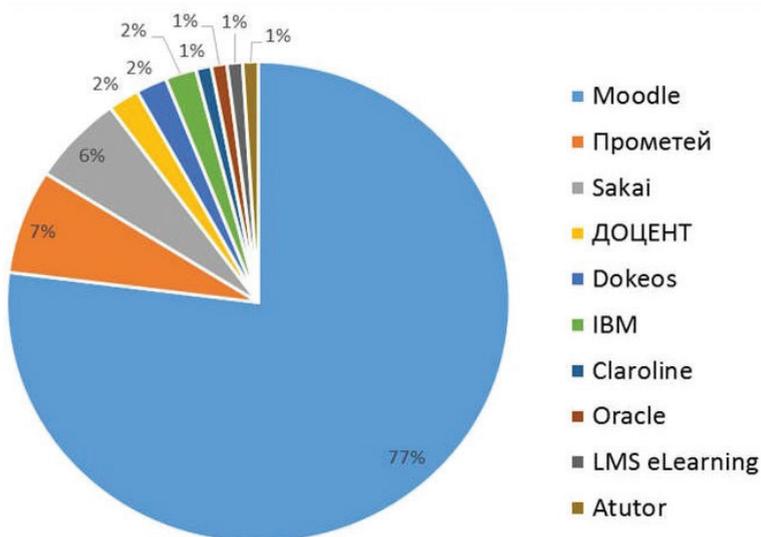


Рис. 3. Статистика использования различных СДО в 2017 году

Таблица 1

LMS-платформы в российских технических вузах

LMS	Технические вузы
Moodle	УГАТУ, МГУ, МФТИ, НГУ, ТПУ, ТГУ, КФУ, СФУ, МГТУ, МАИ, КНИТУ, ГУАП и др.
Coursera	МИФИ, СПбПУ
«Прометей»	МЭСИ, МГТУ, ОмГТУ, МАИ
«Лекториум»	СПБПУ
«ДОЦЕНТ»	РХТУ, МИФИ, ИГХТУ

Платформа LMS Moodle

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) — это виртуальная система управления обучением. Данная платформа распространяется полностью бесплатно, она дает возможность создавать собственные веб-сайты для онлайн-обучения с интерфейсом, подстраиваемым под любые требования образовательного процесса, что возможно благодаря открытому исходному ее коду и встроенной системе разработки курсов, допускающей использование современных информационных технологий.

Согласно данным⁴, сегодня LMS Moodle используют в 197 странах, в которых суммарно зарегистрировано 211 млн пользователей, 211 млн ресурсов, 2,66 млрд тестовых вопросов, 26 млн курсов и 160 тыс. сайтов. В Российской Федерации зарегистрировано 5554 сайтов. РФ входит здесь в первую десятку лидеров и занимает 8-е место по использованию LMS Moodle среди 197 стран.

LMS Moodle имеет интуитивно понятный интерфейс, позволяющий использовать широкий встроенный инструментарий для общения и совместной работы студентов с преподавателями путем использования различных функций управления документами и интегрированных приложений [6, с. 222].

Рассмотрим, какие возможности имеет СДО, построенная на платформе Moodle⁵. При создании образовательного сайта можно использовать любую из множества свободных тем, разработанных для Moodle, которые позволяют создать свой уникальный стиль и удобный для работы вид сайта.

При наполнении структуры курса дисциплины преподаватель может выбрать определенный вид структурного представления дисциплины. Так, например, в УГАТУ выбрана календарная структура, позволяющая учащимся планировать свою учебную работу и своевременно закреплять усвоенный материал в контрольные сроки, заложенные преподавателем.

Преподаватель имеет возможность мгновенного внесения изменений в любой модуль дисциплины. При этом хорошо реализована возможность добавления

⁴ Moodle Statistics. URL: <https://stats.moodle.org> (дата обращения: 26.06.2020).

⁵ Обучающая среда Moodle. URL: <https://docs.altlinux.org/ru-RU/archive/4.1/html-single/school-server/moodle/index.html> (дата обращения: 26.06.2020).

в электронный курс дисциплины различных элементов (они показаны на рисунке 4), в числе которых обязательно есть наиболее часто используемые на практике — лекция, задание, семинар, тест, Hot-pot и другие.

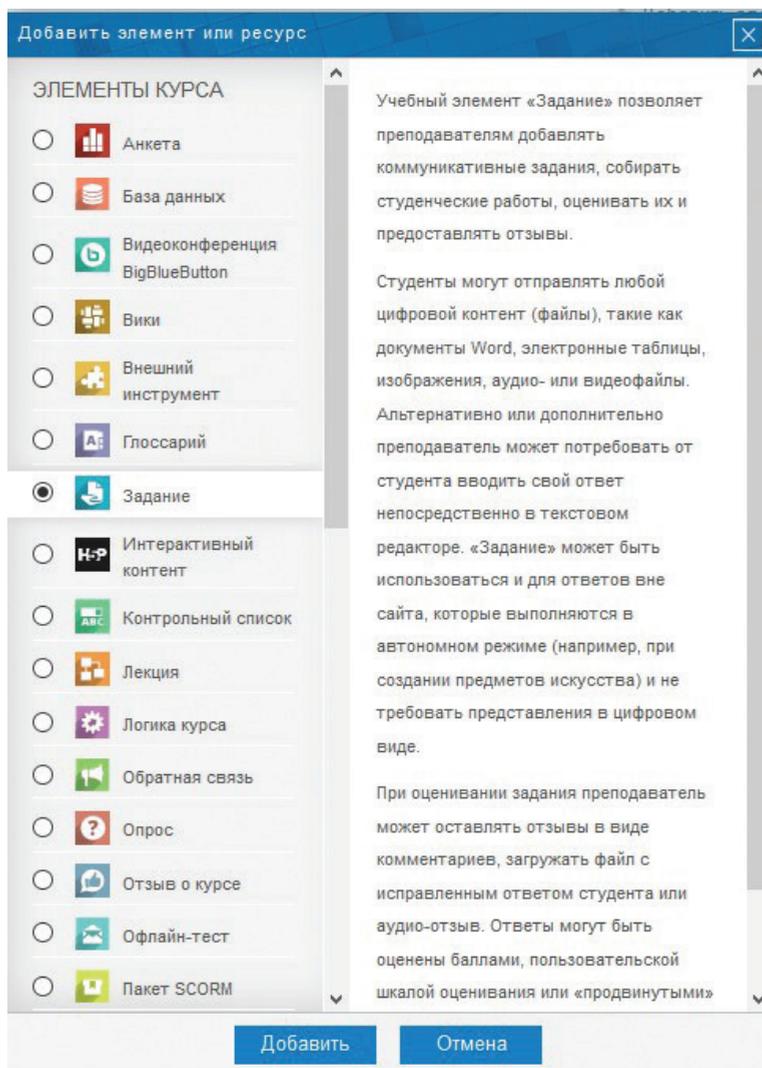


Рис. 4. Окно для добавления различных элементов курса дисциплины

Все дисциплины структурированы и находятся на собственных веб-страницах, что позволяет быстро получать информацию о последних изменениях контента данного курса.

Еще одним преимуществом LMS Moodle является эффективный менеджмент учебного процесса, благодаря которому имеется возможность использовать различные роли для отдельных групп пользователей с определенными заранее правами. Например, студентов можно объединять в различные виртуальные группы, для которых назначаются разные типы заданий с индивидуальными средствами контроля их выполнения в соответствии с заданными

сроками сдачи заданий и с возможностью получения сводного отчета о работе каждого студента.

Также в LMS Moodle встроен модуль для полноценной работы с любым текстом, в частности есть возможность ввода формул, таблиц, вставки рисунков и других графических объектов, позволяющих наглядно и быстро продемонстрировать особенности физических процессов или явлений.

Для расширения возможностей LMS Moodle можно использовать различные плагины и модули (табл. 2).

Таблица 2

Плагины и модули

Задача	Модуль	Реализация
Создание онлайн-курсов	iSpring Suite	Видеолекции, скринкасты, тренажеры, тесты, задания
Интеграция вебинаров через сервис видеоконференций	Zoom Meeting, Openmeeting, Big Blue Button, Global Chat	Вебинары
Загрузка файлов большого размера, хранение файлов	NextCloud	Файловые хранилища Dropbox, Google Drive, Мега, Яндекс. Диск, OneDrive и т. п.
Проверка знаний	JazzQuiz, QUESTOURnament	Интерактивные тесты и викторины в ходе онлайн-лекции
Формирование рейтингов	Level up!	Визуализация результатов работы студентов в группе, мотивирующая на достижение наилучших результатов
Создание сертификатов	Custom Certificate	Создание уникальных сертификатов в формате PDF
Контроль активности и прогресса учащихся	LA Enriched Rubric, Events Graphic Reports, Configurable Reports, My Feedback, Overview Statistic, Monitoring Learning Plans, Device Analytics	Оценка активности и успеваемости студентов
Мобильное приложение	Moodle Mobile	Приложение для смартфона на Android, iOS или Windows
Тайм-менеджмент	Checklist, Facetoface	Чек-листы, напоминания, подтверждения и т. п.

Как видно из таблицы 2, встраиваемые модули позволяют с использованием таймлайнов отслеживать активность работы студентов, создавая отчеты для преподавателя; объединять курсы дисциплин с системами вебкаонференций; предоставлять доступ к облачным сервисам; создавать онлайн-

опросы; генерировать сертификаты по результатам сдачи контрольных заданий и т. п. Кроме того, LMS Moodle можно использовать в мобильных приложениях, что дает возможность в любое время и в любом месте получить доступ к онлайн-курсу, не требуя при этом дополнительных ресурсов⁶.

Таким образом, благодаря высокой гибкости настроек и возможностям интеграции различных модулей в LMS Moodle вузы могут воплотить в жизнь большое количество интересных подходов к решению нестандартных задач современного дистанционного образования.

Виртуальное испытание двигателя

При обучении студентов технических специальностей в условиях пандемии остро встал вопрос организации проведения лабораторных работ, различных экспериментов и практик в дистанционной форме, так как LMS типа Moodle не могут на своей платформе реализовать этот механизм самостоятельно, без привлечения дополнительных модулей или плагинов. При этом для ряда сложных технических дисциплин необходимо обеспечить получение студентами специальных умений и навыков для качественного понимания ими физических процессов, протекающих в исследуемых объектах при проведении экспериментов в рамках лабораторных работ.

Так, например, одна из лабораторных работ, которую можно проводить в онлайн-режиме, в УГАТУ организована при помощи интерактивного испытательного стенда. Стенд включает газотурбинную силовую установку MiniLab от фирмы Turbine Technologies (рис. 5) [4, с. 50].



Рис. 5. Газотурбинная силовая установка MiniLab

Установка MiniLab состоит из турбореактивного двигателя (ТРД) SR-30 (см. рис. 6) и из стойки, в которой смонтированы система шумоглушения,

⁶ Про электронное обучение. Инструменты, технологии, методика, реализация... URL: <http://blog.uchu.pro/lms-moodle/> (дата обращения: 26.06.2020).



Рис. 6. Основные узлы ТРД SR-30

топливная и масляная системы. К стойке подключены датчики давления, температуры и тяги. Слева на рисунке 5 изображена шкаф-стойка, внутри которой расположены блоки сбора данных SCXI, объединенные в одном системном блоке PXI. Процесс испытания и его результаты выводятся на экран монитора и могут быть в режиме реального времени отображены для просмотра студентами.

На рисунке 7 приведена схема установки датчиков. Двигатель препарирован 13 датчиками: 5 датчиков давления (избыточное статическое), 5 датчиков температуры, 1 тахометр, 1 расходомер и 1 силомер для определения силы тяги. Информация со всех этих датчиков передается в шкаф-стойку, где происходит их преобразование и оцифровка [3, с. 26].

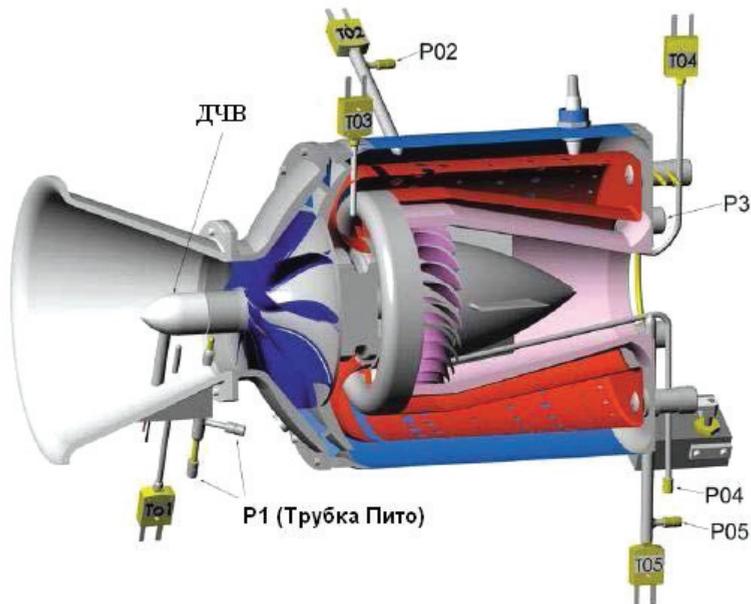


Рис. 7. Схема расположения датчиков

На рисунке 8 представлен виртуальный стенд, созданный в среде программирования LabView для автоматизации испытаний ТРД SR-30. Данный виртуальный стенд осуществляет контроль за всеми параметрами двигателя, собирает информацию с датчиков двигателя на жесткий диск контроллера NI PXI, а также осуществляет визуализацию процесса испытания двигателя с помощью окон графиков, стрелочных и цифровых индикаторов. Результаты испытания записываются в файл с частотой опроса датчиков 10 Гц. Также результаты испытаний двигателя можно наблюдать при помощи системы имитационного моделирования (СИМ) Dvign_Otladka2 [2, с. 123]. Топологическая модель двигателя SR-30 в СИМ представлена на рисунке 9.

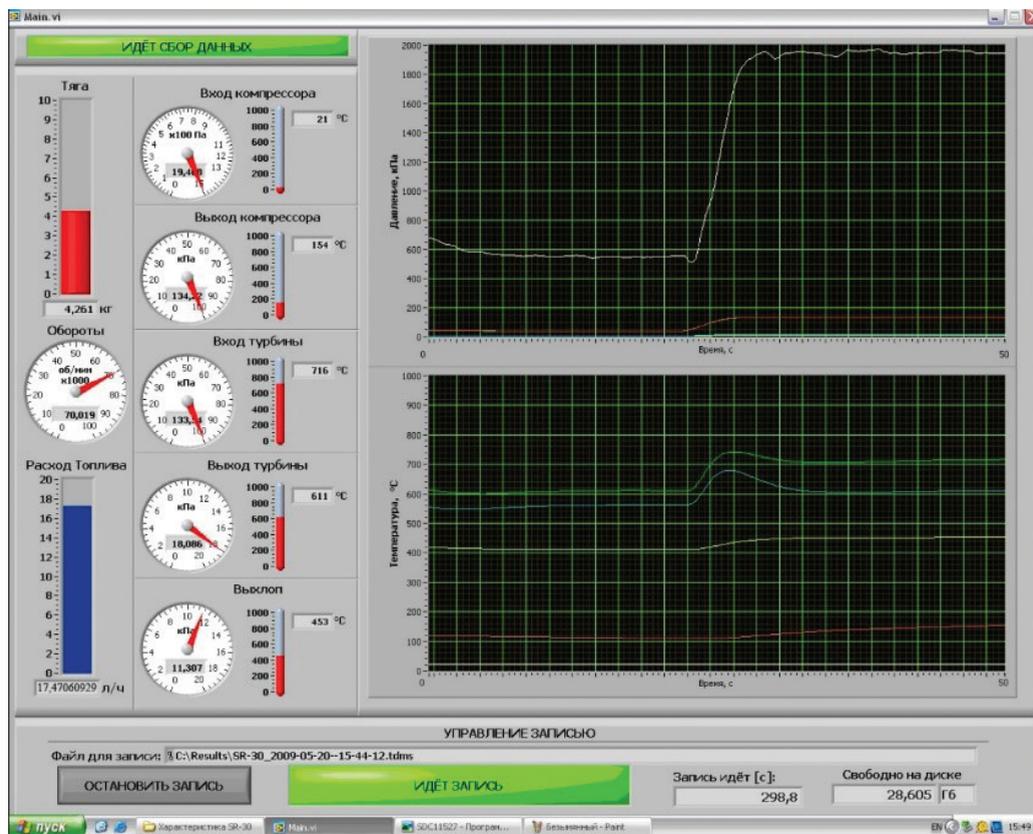


Рис. 8. Виртуальный стенд — рабочее окно программы сбора данных

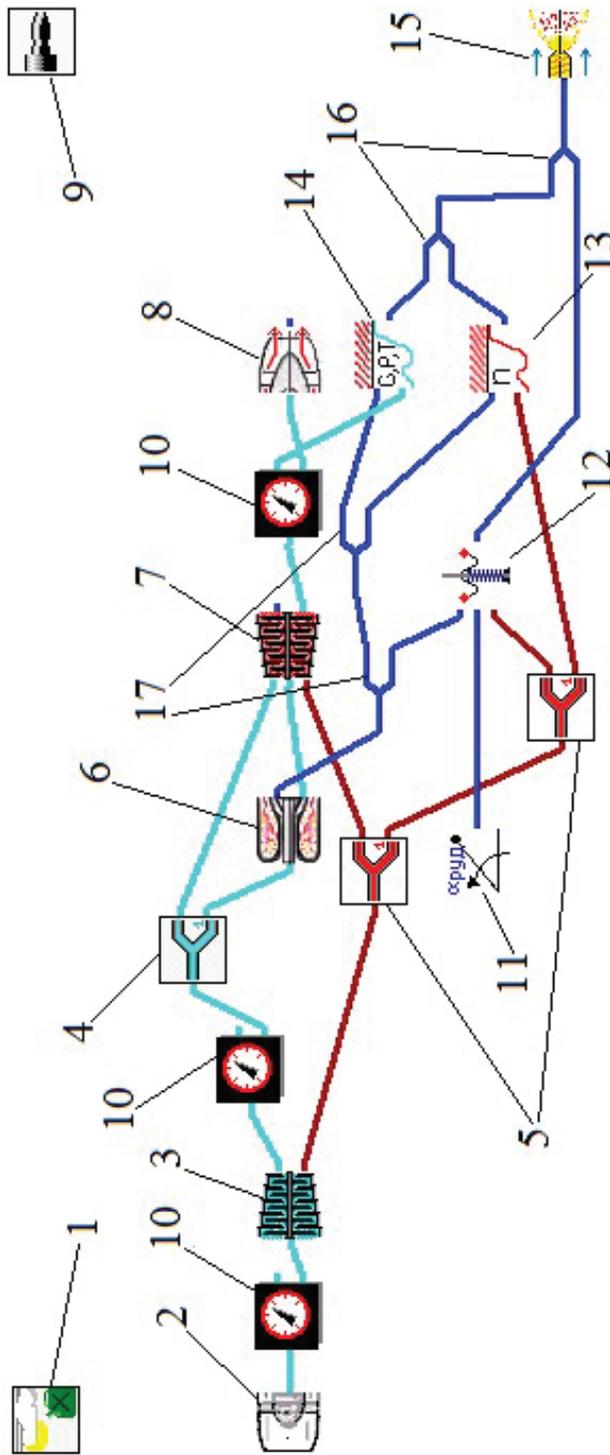


Рис. 9. Топологическая модель ТРД SR-30 и его системы автоматического управления:

1 — начальные условия, 2 — входное устройство, 3 — компрессор, 4 — отбор газа, 5 — отбор мощности, 6 — камера сгорания, 7 — турбина, 8 — реактивное сопло, 9 — реактивное сопло, 10 — общие результаты 10 — датчик, 11 — РУД; 12 — насос-регулятор, 13 — ограничитель предельных параметров (механический), 14 — ограничитель предельных параметров (газодинамический), 15 — подача топлива, 16 — смеситель информационных потоков, 17 — разветвитель информационных потоков

На рисунке 10 приведены результаты моделирования переходного процесса (изменение частоты вращения ротора n во времени t) с различными настройками насоса-регулятора. При моделировании идеального насоса-регулятора ($T_D = 0$ с, $T_K = 1000$ с) частота вращения ротора полностью соответствует частоте вращения, «навязываемой» автоматикой (без динамических запаздываний). При увеличении дифференцирующей постоянной времени $T_D = 0,4$ с переходный процесс протекает с запаздыванием (по сравнению с идеальным вариантом), автоматика не успевает корректировать расход топлива, по частоте вращения видны «забросы». При уменьшении колебательной постоянной времени T_K увеличиваются колебания частоты вращения, частота вращения колеблется вокруг идеальной (процесс с настройками $T_D = 0,063$ с, $T_K = 0,15$ с) [3, с. 27].

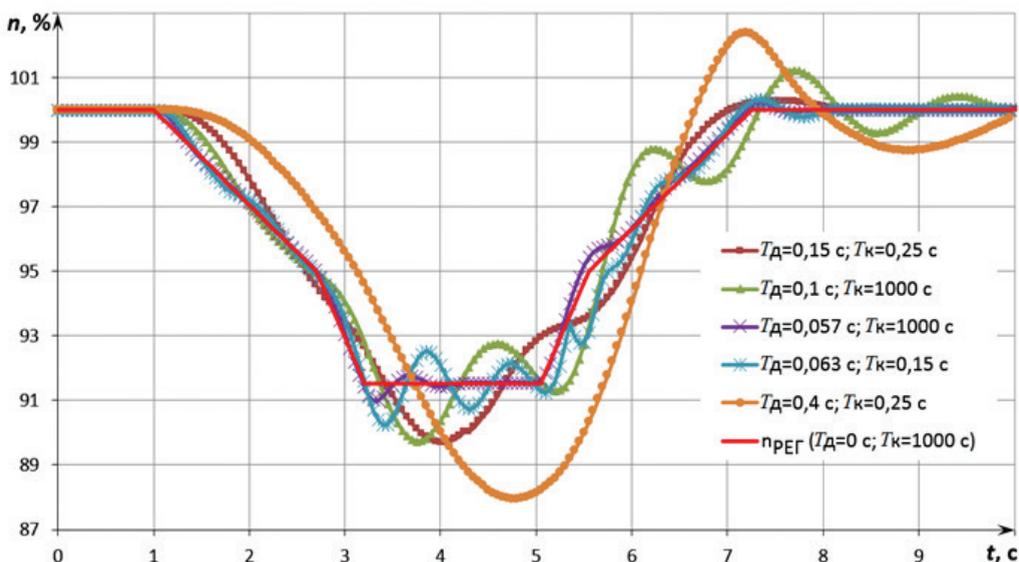


Рис. 10. Результаты моделирования переходного процесса (изменение частоты вращения ротора во времени) с различными настройками

На рисунке 11 приведено сравнение результатов моделирования и экспериментальных данных, записанных в процессе запуска ТРД SR-30 и выхода его на режим.

Относительная погрешность моделирования на установившихся режимах составляет 0,1–0,6 %, для переходного процесса — 0,9–6,9 %. Отклонения параметров модели от экспериментальных данных на режиме малого газа ($t = 50–108$ с) объясняются отсутствием точных данных о параметрах и характеристиках основных узлов и САУ двигателя и прогревом конструкции в процессе работы (и, следовательно, изменением характеристик основных узлов).

Таким образом, применяя описанный виртуальный стенд и СИМ, можно дистанционно изучать достаточно сложные процессы, протекающие в авиационных двигателях на переходных и установившихся режимах. При этом за счет

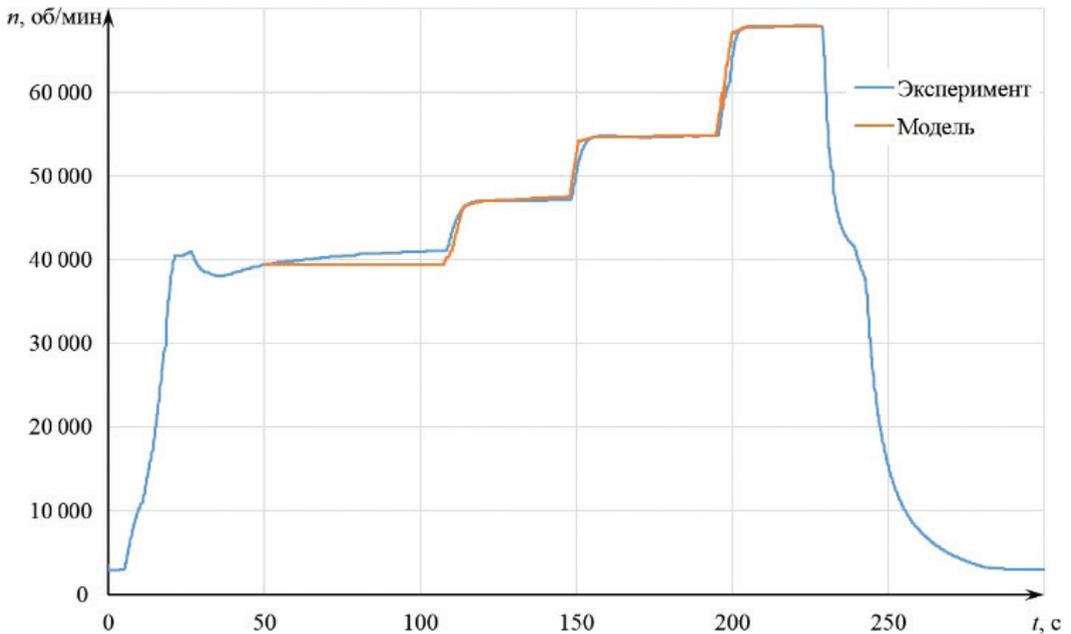


Рис. 11. Сравнение результатов моделирования и экспериментальных данных в процессе запуска SR-30 и выхода его на режим

достаточно высокой точности моделирования и высокой полноты получаемой информации (полный набор параметров потока за каждым из узлов) достигается высокая эффективность обучения.

Виртуальное исследование гидрогазодинамических процессов при помощи 3D-численного моделирования

Еще одним способом замены лабораторных работ, проводимых на экспериментальном оборудовании, является их моделирование при помощи различных программных комплексов. На рисунке 12 приведена фотография стенда для изучения адиабатического течения газа в канале постоянного поперечного сечения с трением [8, с. 18–19]. Также на этом рисунке приведены вектора скоростей в установке, полученные при помощи термогазодинамического моделирования течения в программном комплексе ANSYS CFX.

На рисунке 13 дана фотография стенда для исследования истечения газа из сосуда неограниченной емкости через суживающееся сопло. А на рисунке 14 представлены результаты моделирования этого процесса в ANSYS CFX [7, с. 84]. Видно, как воздух из окружающей среды заходит в сопло, вытекает из него, образуя затопленную струю. Также видно формирование струйного турбулентного пограничного слоя в рабочей части установки.

На рисунке 15 приведена фотография лабораторного стенда для исследования обтекания плоского клина сверхзвуковым потоком (модернизированный

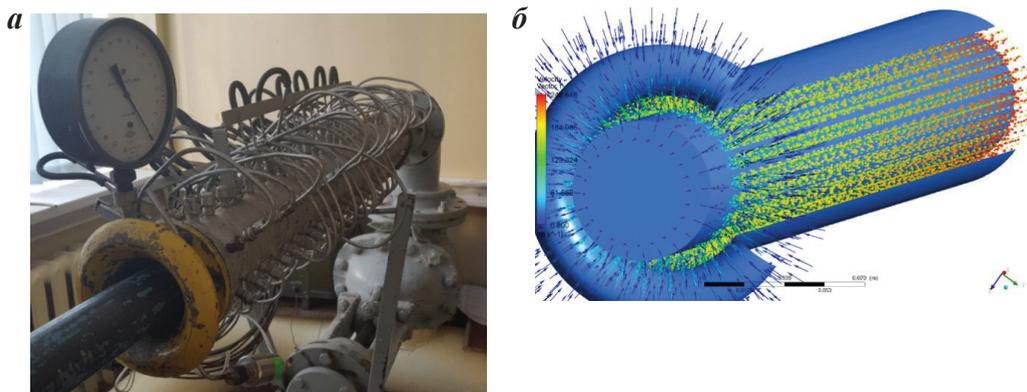


Рис. 12. Исследование дозвукового адиабатического течения с трением:
a — лабораторный стенд; *б* — результаты моделирования



Рис. 13. Стенд для исследования истечения газа через сопло

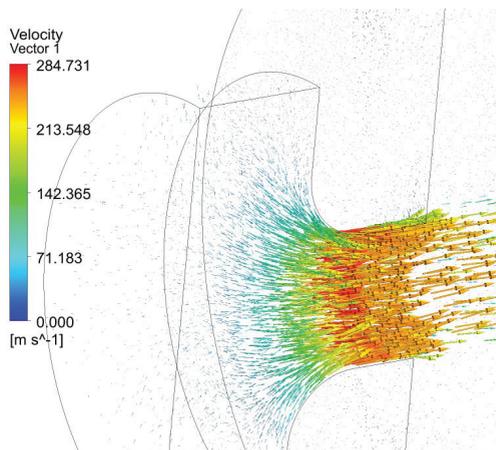


Рис. 14. Результаты моделирования истечения газа через сопло



Рис. 15. Стенд для исследования обтекания клина сверхзвуковым потоком

прибор Теплера). На рисунке 16 показаны результаты моделирования сверхзвукового течения газа в ANSYS CFX. На данном рисунке цветом выделены поля скоростей в установке. Число Маха в рабочей части установки достигает порядка 1,6. В области потока за клином видны скачки уплотнения и волны разряжения, генерированные самим клином. Видно, как они взаимодействуют друг с другом и отражаются от стенок установки.

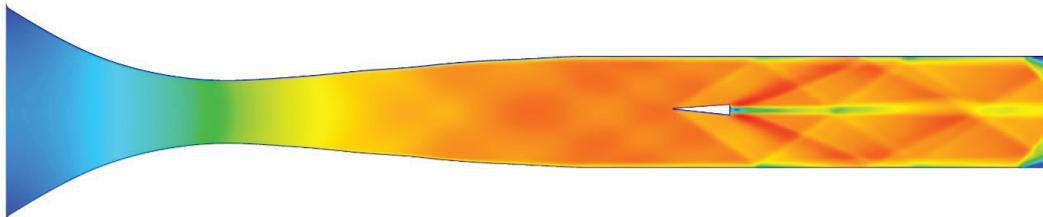


Рис. 16. Поля скоростей, полученные в результате моделирования обтекания плоского клина сверхзвуковым потоком (число Маха 1,6)

При замене полнатурного эксперимента численным моделированием появляется возможность более детально изучить протекающие в установке процессы, визуализировать параметры течения и разобраться во влияющих на процесс параметрах.

Заключение

В статье рассмотрены современные тенденции обеспечения перехода на дистанционное обучение в технических вузах. Выполнен обзор и анализ систем дистанционного образования, применяемых в различных отечественных и зарубежных технических университетах. Определены основные пути дальнейшего развития дистанционного образования, необходимые для успешного освоения студентами профильных дисциплин УГАТУ в ходе проведения виртуальных лабораторных работ, испытаний и экспериментов.

В качестве примера приведен успешный опыт УГАТУ в реализации замены натуральных экспериментов и лабораторных работ их численным моделированием в программном комплексе ANSYS CFX, когда за счет высокой полноты информации и возможности визуализации параметров течения достигается необходимый уровень понимания происходящих процессов и закрепления необходимых навыков. Относительная погрешность моделирования ТРД SR-30 при помощи СИМ Dvlgw_Otladka2 на установившихся режимах составляет 0,1–0,6 %, а в переходном процессе — 0,9–6,9 %, что позволяет при изучении профильных дисциплин студентами УГАТУ дистанционно использовать описанный виртуальный стенд и разработанную СИМ для изучения сложных процессов, протекающих в авиационных двигателях на переходных и установившихся режимах.

Мы полагаем, что опыт УГАТУ, изложенный в данной статье, позволит успешно решать основную задачу высшей школы по обеспечению непрерывного, качественного и эффективного процесса дистанционного обучения с использованием информационных технологий для проведения всех видов занятий в технических университетах, что особенно актуально в условиях пандемии.

Литература

1. Айдрус И. А. З., Асмятулли Р. Р. Мировой опыт использования технологий дистанционного образования // Высшее образование в России. 2015. № 5. С. 139–145.
2. Ахмедзянов Д. А. Методика проведения эксперимента для получения характеристик топливной автоматики одновального газотурбинного двигателя с использованием SCADA-системы / Д. А. Ахмедзянов и др. // Нефтегазовое дело. 2012. Т. 10. № 2. С. 121–125.
3. Ахмедзянов Д. А. Экспериментальное исследование статических и динамических характеристик газотурбинных двигателей на автоматизированных лабораторных установках SR-30 и TJ-100 при различных алгоритмах управления двигателем / Д. А. Ахмедзянов и др. // Молодой ученый. 2013. № 3 (50). С. 26–34.
4. Ахмедзянов Д. А., Кишалов А. Е., Суханов А. В. Обмен данными между SCADA-системой и системой имитационного моделирования авиационных двигателей в процессе испытаний // Молодой ученый. 2011. Т. 1. № 8 (31). С. 50–53.
5. Богданов В. В. Дистанционное обучение — цели, задачи, особенности, характеристика, проблемы // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. 2003. № 1. С. 82–84.
6. Иванова П. О. Преимущества LMS Moodle в сравнении с другими системами обучения e-learning // Вопросы методики преподавания в вузе: ежегодный сборник. 2014. № 3 (17). С. 219–223.
7. Кишалов А. Е., Игнатьев О. И. Моделирование струйных течений в ANSYS CFX // Молодежный вестник УГАТУ. 2013. № 2 (7). С. 82–89.
8. Клеванский В. М., Кишалов А. Е. Исследование адиабатического дозвукового течения газа с трением по каналу постоянного сечения: лабораторный практикум. Уфа: РИК УГАТУ, 2017. 69 с.
9. Сергеев А. Г., Немонтов В. А., Баландина В. В. Введение в электронное обучение. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. 182 с.

Literatura

1. Ajdrus I. A. Z., Asmyatulli R. R. Mirovoj opy`t ispol`zovaniya texnologij distancionnogo obrazovaniya // Vy`sшее образование v Rossii. 2015. № 5. S. 139–145.
2. Axmedzyanov D. A. Metodika provedeniya e`ksperimenta dlya polucheniya karakteristik toplivnoj avtomatiki odnoval`nogo gazoturbinnogo dvigatelya s ispol`zovaniem SCADA-sistemy` / D. A. Axmedzyanov i dr. // Neftegazovoe delo. 2012. T. 10. № 2. S. 121–125.
3. Axmedzyanov D. A. E`ksperimental`noe issledovanie staticheskix i dinamičeskix karakteristik gazoturbiny`x dvigatelej na avtomatizirovanny`x laboratorny`x ustanovkax SR-30 i TJ-100 pri razlichny`x algoritmax upravleniya dvigatelem / D. A. Axmedzyanov i dr. // Molodoj ucheny`j. 2013. № 3 (50). S. 26–34.

4. Axmedzyanov D. A., Kishalov A. E., Suxanov A. V. Obmen danny`mi mezhdu SCADA-sistemoy i sistemoy imitacionnogo modelirovaniya aviacionny`x dvigatelej v processe ispy`tanij // Molodoj ucheny`j. 2011. T. 1. № 8 (31). S. 50–53.
5. Bogdanov V. V. Distancionnoe obuchenie — celi, zadachi, osobennosti, xarakteristika, problemy` // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. 2003. № 1. S. 82–84.
6. Ivanova P. O. Preimushhestva LMS Moodle v sravnenii s drugimi sistemami obucheniya e-learning // Voprosy` metodiki prepodavaniya v vuze: ezhegodny`j sbornik. 2014. № 3 (17). S. 219–223.
7. Kishalov A. E., Ignat`ev O. I. Modelirovanie strujny`x techenij v ANSYS CFX // Molodezhny`j vestnik UGATU. 2013. № 2 (7). S. 82–89.
8. Klevanskij V. M., Kishalov A. E. Issledovanie adiabaticheskogo dozvukovogo techeniya gaza s treniem po kanalu postoyannogo secheniya: laboratorny`j praktikum. Ufa: RIK UGATU, 2017. 69 s.
9. Sergeev A. G., Nemontov V. A., Balandina V. V. Vvedenie v e`lektronnoe obuchenie. Vladimir: Izd-vo VIGU, 2012. 182 s.

**D. A. Akhmedzyanov,
V. M. Kudoyarova,
A. E. Kishalov**

Realization and Development of the System of Distance Learning in Technical Universities

The article performed an overview of distance education systems (LMS) in technical universities and analysis, taking into account the experience of implementation and the concept of development of LMS in USATU. The article also provides an example of using a virtual bench for testing aircraft engines. The comparison of the simulation results in ANSYS CFX and the obtained experimental data from various hydro-gas-dynamic laboratory facilities is carried out. The relative error in the simulation of SR-30 turbojet engines in steady-state conditions is 0,1–0,6 %, and in the transition process 0,9–6,9 %, which allows you to remotely use the described virtual bench and the developed simulation system for studying complex processes flowing in aircraft engines in transitional and steady-state modes when studying specialized disciplines by students of USATU.

Keywords: distance education system; E-learning; LMS; Moodle; simulation system.

УДК 378.18

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.10

М. И. Бернадинер

Подходы к формированию предпринимательских компетенций у студентов вузов

В статье рассматриваются подходы российских и зарубежных университетов к развитию предпринимательских компетенций студентов вузов. Обозначены проблемы, мешающие продвигать задачи развития предпринимательских компетенций студентов, а также пути решения этих проблем.

Ключевые слова: предпринимательские компетенции; доконвергентная модель образования; акселерационная программа; мотивационная готовность.

Новые подходы к образованию в России диктуются изменениями, происходящими как на законодательном уровне, так и в образовательной среде в целом.

А. М. Кондаков¹ определяет актуальную ситуацию образования как доконвергентную модель образования, которая переходит на новый уровень — конвергентную модель образования, которая будет определять ситуацию в образовании будущего. Если в доконвергентной модели ведущей функцией является передача знаний, умений и навыков, то в будущей модели — это подготовка к жизни в меняющемся мире, осуществляемая на основе культурного опыта. Если в доконвергентной модели результатами образования являются знания, умения, навыки, личностные, предметные и метапредметные результаты, универсальные и профессиональные компетенции, то в конвергентной модели это будет комплекс компетенций, нарабатываемых в соответствии

¹ Кондаков А. М. Новая «нормальность» жизни и образования [Электронный ресурс] // Вести образования. 2020. 20 августа. URL: https://vogazeta.ru/articles/2020/8/20/quality_of_education/14420-novaya_normalnost_zhizni_i_obrazovaniya (дата обращения: 20.04.2021).

с определенным уровнем базовой модели компетенций, в том числе и в соответствии с запросами цифровой экономики. Таким образом, конвергентный результат — это личностная зрелость, субъектная позиция личности.

В связи с этим в системе образования появляются и новые требования к компетенциям, которыми должны обладать студенты. Развитию предпринимательских компетенций должна быть отведена одна из ведущих ролей. Предпринимательские компетенции можно охарактеризовать как знания основ бизнеса, умения эффективно организовать бизнес и построить успешную карьеру.

В национальной образовательной инициативе «Наша новая школа» сказано, что «главные задачи современной школы — раскрытие способностей каждого ученика, воспитание порядочного и патриотичного человека, личности, готовой к жизни в высокотехнологичном, конкурентном мире»².

У современной молодежи наблюдается рост потребности к развитию предпринимательских компетенций. Вместе с тем в России на протяжении многих лет на государственном уровне не уделялось этим вопросам должного внимания. Пока мало государственных программ, которые нацелены на развитие предпринимательских компетенций у студентов. В последнее время в Правительстве Российской Федерации обсуждаются вопросы разработки программ по обучению молодых людей навыкам предпринимательства. В некоторых вузах разработаны подходы к развитию предпринимательских компетенций у студентов, однако исследований в этом направлении пока недостаточно.

В Распоряжении Правительства РФ сказано, что «развивающемуся обществу нужны современно образованные, нравственные, предприимчивые люди, которые могут самостоятельно принимать ответственные решения в ситуации выбора, прогнозируя их возможные последствия»³.

Российская государственная поддержка развития предпринимательских компетенций у молодежи нашла свое отражение в федеральной программе «Ты — предприниматель», целью которой стало стимулирование активности молодежи в сфере предпринимательства путем активизации региональных мер, направленных на развитие предпринимательства в молодежной среде.

В рамках проекта Global Competitiveness Report⁴ было проведено исследование, показавшее, что 79 % опрошенных предпринимателей считают, что в организациях среднего профессионального и высшего образования

² Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа» (утв. указом Президента РФ от 4 февраля 2010 г. № Пр-271) [Электронный ресурс] // СПС «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/6744437/> (дата обращения: 20.04.2021).

³ Основы государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года / Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2403-р от 29 ноября 2014 г. [Электронный ресурс] // СПС «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/70813498/> (дата обращения: 20.04.2021).

⁴ Global Competitiveness Report Special Edition 2020: How Countries are Performing on the Road to Recovery. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020> (дата обращения: 20.04.2021).

необходимо ввести курсы по обучению навыкам предпринимательской деятельности. Кроме того, по данным исследования GUESSS (Global University Entrepreneurial Spirit Students Survey — Глобальное исследование предпринимательского духа студентов)⁵, 30 % российских студентов выразили желание изучать в рамках своего основного обучения предпринимательскую деятельность [2].

Для решения этих задач необходимо создавать в вузах такие платформы, которые помогали бы формировать предпринимательские компетенции обучающихся независимо от того, по какой программе они обучаются. Реализация подобного подхода должна стать одной из приоритетных задач образования в России, решаемой с акцентом на конструировании контента, технологии обучения предпринимательству.

Университеты всего мира в современном обществе развиваются в новом направлении. Акцент все больше делается на новых технологиях бизнес-подготовки студентов, потому что обществу нужен предприниматель нового типа. Отсюда следует, что понятие предпринимательского университета стало очень востребованным. Об этом виде высшего образования писал профессор Генри Ицковица. В последние годы предпринимательские университеты стали активно развиваться по всему миру [1].

В некоторых университетах развитию предпринимательских компетенций уделяется значительное внимание. В Европе создаются образовательные и тренинговые схемы по распространению опыта европейских вузов. Например, в Португалии в рамках программы Proinov сконструирован курс по менеджменту и инновационной политике для обучения инновационных агентов, которые будут в своих регионах продвигать инновационные процессы в сфере бизнеса. Подобные программы были разработаны в 13 европейских странах. Но далеко не во всех университетах подобные курсы имели успех, некоторые из вузов столкнулись с определенными трудностями в их проведении.

Но есть и успехи. В немецких университетах число кафедр по предпринимательству значительно возросло. В Ирландском национальном институте менеджмента (Ireland's National Institute of Technology Management) при Университетском колледже Дублина (University Colledge Dublin) был разработан специальный курс по инновационному менеджменту. Бельгийские национальные университеты предлагают студентам обучающие модули по бизнес-стартапам (business start-up training modules). В университетах Швеции созданы предпринимательские центры, в которых обучающимся помогают развивать компетенции в сфере предпринимательства.

В России за последние годы вузы все больше внимания уделяют развитию студенческого предпринимательства. С примерами развития предпринимательских компетенций студентов в разных регионах России можно ознакомиться в таблице 1.

⁵ Global University Entrepreneurial Spirit Students Survey. URL: <https://guesss.uca.es> (дата обращения: 20.04.2021).

Таблица 1

Примеры развития предпринимательских компетенций в разных университетах разных регионов России

№	Университет	Действующие программы	Опыт развития студенческого предпринимательства	Результаты
1	Московский государственный университет	Бизнес-инкубатор МГУ	Стал площадкой для проектирования и дальнейшего продвижения инновационных проектов студентов в разных областях бизнеса и науки	В 2013 году вошел в международное сообщество бизнес-инкубаторов NBIA, а также стал партнером школы управления «Сколково»
2	Высшая школа экономики	Бизнес-инкубатор Высшей школы экономики (HSE Inc)	Работа со стартапами ведется с возникновения идеи и до ее завершения — масштабирования	Бизнес-проекты получают хорошую материальную поддержку, выигрывают конкурсы HSE (Business Cup), организуемые ВШЭ
3	Московский городской педагогический университет	Акселерационная программа «Моло.Ко. Молодые команды»	Университет помогает студентам развивать свои проекты от замысла до стадии реализации по программам с приглашенными спикерами и работавшими методическими указаниями	По завершении программы организаторы предлагают помощь в подаче проектов на грантовую поддержку
4	Томский государственный университет	Проект «Большой университет» от ТПУ и ТГУ	Создана разнопрофильная мастерская Fablab, которая объединила Fablab Томского политехнического университета (ТПУ) и Центр молодежного и инновационного творчества Томского государственного университета (ТГУ)	Создается региональный центр студенческого предпринимательства

5	Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова	Семинары по развитию предпринимательских навыков студентов	Успешными проектами выпускников стали такие проекты, как: «Детский фэнтэзи-лагерь и анти-кафе», «Оптовый магазин овощей и фруктов», «Детский университет робототехники» и т. д.	По некоторым направлениям студенческие стартапы принимаются в качестве дипломной работы
6	СибГУТИ	Разработан курс «Цифровое предпринимательство»	На курсе использованы разнообразные технологии обучения (технологии смешанного обучения — technology blended learning, традиционные технологии — technology face-to-face, технологии дистанционного обучения — distance learning technology и другие)	Ключевой задачей курса была разработка и защита проектов. Это были сайты, различные бизнес-модели, а также организация бизнес-процессов, разработка приложений и т. д.
7	Урфу	Бизнес-школа УрФу	Это школа для молодежи, созданная для поиска идей, создания инновационных бизнес-проектов. Целью школы является популяризация инновационной деятельности среди молодежи	В рамках программы «Инновационный дайвинг» проходит «ИнноФест» — фестиваль инноваций, с помощью которого создается кадровый резерв университета

Как видно из таблицы 1, в некоторых университетах⁶ уделяется особое внимание развитию предпринимательских компетенций [3; 4]. Создаются бизнес-инкубаторы, акселераторы, специальные программы для развития предпринимательских компетенций и продвижения стартапов, от именитых спикеров проводятся вебинары в востребованных областях.

К сожалению, опыт показывает, что существуют определенные проблемы, которые мешают успешно решать задачи развития предпринимательских компетенций студентов.

К этим проблемам можно отнести, в частности, следующие:

- низкая мотивационная готовность студентов к развитию предпринимательских компетенций;
- недостаточный уровень информированности студентов о возможностях продвижения своих идей и проектов;
- страх неудачи от реализации проекта, выражающийся в избегании достижения успеха из-за потенциальной критики в адрес проекта;
- низкий уровень знаниевой культуры продвижения стартап-инфраструктуры (в нормативно-правовой, проектной областях и т. д.).

Все эти проблемы могут быть решены при помощи и поддержке со стороны образовательных организаций, выраженных в:

- создании акселерационных программ или инкубаторов внутри образовательных организаций;
- внедрении курса предпринимательства в систему общего, среднего и высшего образования;
- популяризации предпринимательства и предпринимательских компетенций путем привлечения людей из бизнеса в систему образования для проведения лекций, мастер-классов и курсов для обучающихся;
- внедрении программ наставничества, курируемых компетентными специалистами.

Литература

1. Генри Ицковиц. Тройная спираль: университеты – предприятия – государства: инновации в действии / пер. с англ.; под ред. А. Ф. Уварова. Томск: Изд-во Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2010. 237 с.

2. Казначеев Д. А. Опыт формирования предпринимательских компетенций у студентов Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики в рамках европейского проекта «Ребус» / Д. А. Казначеев и др. // Международный журнал экспериментального образования. 2018. № 12. С. 11–19.

⁶ Кузнецова И. А. Положительный опыт формирования у студентов навыков предпринимательства, эффективного поведения на рынке труда и в трудовом коллективе. URL: <http://rirorzn.ru/publication/professionalnoe-obrazovanie-npo-i-spo/polozhitelnyy-opyt-formirovaniya-u-studentov-navykov-predprinimatelstva-effektivnogo-povedeniya-na-r/> (дата обращения: 20.04.2021).

3. Трусова Л. А. Формирование предпринимательских компетенций школьников в условиях социального партнерства: дис. ... канд. пед. наук. М., 2012. 281 с.
4. Широкова Г. В., Цуканова Т. В., Богатырева К. А. Глобальные исследования предпринимательского духа студентов // Национальный отчет России 2013–2014. СПб.: СПбГУ, 2014. 46 с.

Literatura

1. Genri Ickovic. Trojnaya spiral': universitety` – predpriyatiya – gosudarstva: innovacii v dejstvii / per. s angl.; pod red. A. F. Uvarova. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioe`lektroniki, 2010. 237 s.
2. Kaznacheev D. A. Opy`t formirovaniya predprinimatel`skix kompetencij u studentov Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta telekommunikacij i informatiki v ramkax evropejskogo proekta «Rebus» / D. A. Kaznacheev i dr. // Mezhdunarodny`j zhurnal e`ksperimental`nogo obrazovaniya. 2018. № 12. S. 11–19.
3. Trusova L. A. Formirovanie predprinimatel`skix kompetencij shkol`nikov v usloviyax social`nogo partnerstva: dis. ... kand. ped. nauk. M., 2012. 281 s.
4. Shirokova G. V., Cukanova T. V., Bogaty`reva K. A. Global`ny`e issledovaniya predprinimatel`skogo duxa studentov // Nacional`ny`j otchet Rossii 2013–2014. SPb.: SPGU, 2014. 46 s.

M. I. Bernadiner

Approaches to the Formation of Entrepreneurial Competencies of University Students

The article examines the approaches of Russian and foreign universities to the development of entrepreneurial competencies of university students. The problems that hinder the promotion of the development of students entrepreneurial competencies, as well as ways to solve these problems, are identified. Special attention in the development of entrepreneurial competencies of university students is paid to acceleration programs and incubators.

Keywords: entrepreneurial competencies; pre-convergent model of education; acceleration program; motivational readiness.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

УДК 373

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.11

**С. А. Бешенков,
М. И. Шутикова,
Р. Ф. Рямов**

Факторы развития цифровой образовательной среды

В статье рассматриваются и анализируются основные факторы развития цифровой образовательной среды. Одним из таких системообразующих факторов авторы видят большие данные (big data), которые оказывают наибольшее влияние, как прямое, так и косвенное, на развитие цифровой образовательной среды.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда; большие данные; информатизация образования; образовательный процесс в вузе.

Цифровая трансформация образования — это многоаспектный процесс, который включает в себя: обновление планируемых образовательных результатов, содержания образования, методов и организационных форм учебной работы, а также оценивания достигнутых результатов в быстроразвивающейся цифровой среде для кардинального улучшения образовательных результатов каждого обучающегося¹.

Проникновение цифровых технологий во все сферы жизни и деятельности человека требует от него нового качества образования [1]. Если в предыдущий период основным образовательным трендом было умение использовать компьютер для решения широкого спектра профессиональных задач, то сегодня ситуация кардинально поменялась. На первый план выходят умения,

¹ Паспорт приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации. Утвержден Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 25.10.2016, протокол № 9 [Электронный ресурс] // СПС «Гарант». URL: http://base.garant.ru/71677640/?_utl_t=vk (дата обращения: 22.07.2021).

связанные с аналитической деятельностью, развитием метапредметных навыков, способностью решать слабоструктурированные задачи и др. К сожалению, подготовка современных работников существенно отстает от действующих трендов. Например, только 13 % работников из сферы производства и бизнеса имеют грамотность, превосходящую возможности уже имеющихся на сегодняшний день интеллектуальных информационных продуктов, и их численность имеет тенденцию к уменьшению. Все это говорит о том, что современная подготовка в школе и вузе требует кардинальных изменений.

Ключевым положением, позволяющим сделать решающий шаг в решении принципиальной задачи повышения качества образования, является развитие личностно ориентированного или персонифицированного образования. Этот подход органично сочетается с идеологией четвертой промышленной революции, когда новые технологии, в том числе основанные на искусственном интеллекте, используются для персонифицированного производства материальных продуктов или оказания персонифицированных услуг. В этом плане персонифицированное образование находится в контексте современных технологических трендов [2].

Цифровая образовательная среда (ЦОС) вуза является обязательным условием успешности взаимодействия всех участников современного образовательного процесса. Эффективность ЦОС определяется прежде всего тем, насколько она оперативно и качественно реализует эти взаимодействия.

Разделим условия, обеспечивающие такие взаимодействия, на *необходимые* и *достаточные*.

Сформулируем, прежде всего, *необходимые* условия. Как показало наше исследование, такими условиями являются условия системности. Действительно, поскольку система прежде всего характеризуется наличием связей между всеми ее элементами, то этот фактор и является необходимым условием взаимодействия всех элементов. Наличие изолированных по тем или иным параметрам элементов отрицательно сказывается на взаимодействии элементов системы в целом. Например, если какое-либо средство информатизации не используется в обучении, его можно рассматривать как изолированный элемент ЦОС.

Важно отметить, что ЦОС целесообразно рассматривать одновременно как технико-технологическую, социальную, методическую систему. Условие системности действует, как правило, в пределах системы одного вида.

Вторым необходимым условием обеспечения взаимодействия является сбалансированность всех информационных потоков внутри ЦОС. Одним из важных, практически значимых следствий этого условия является необходимость унификации всех используемых в рамках ЦОС инструментальных средств. В этом случае можно преодолеть узкие места в информационных потоках ЦОС.

Перечисленные выше факторы обеспечивают необходимые условия функционирования ЦОС и, более того, определенным образом их расширяют (см. табл. 1). Однако это еще не позволяет говорить о достаточных условиях

Таблица 1

Факторы, обеспечивающие необходимые условия функционирования цифровой образовательной среды

Наименование фактора	Описание сущности фактора	Описание механизма влияния фактора на результативность	Направление воздействия
Появление новых цифровых технологий	Появились новые технологии, включающие интеллектуальную составляющую	Интеллектуальные информационные технологии позволяют, в частности, анализировать большие объемы учебной информации, генерировать индивидуальную траекторию обучения	Оценить однозначно направление влияния (с плюсом или с минусом) в настоящее время не представляется возможным. Теоретики не имеют по данному предмету единой точки зрения, а эмпирическая база слишком мала
Появление конвергентных технологий, в частности информационно-когнитивных технологий	Объективная тенденция взаимного проникновения технологий, в частности информационных и когнитивных	Информационно-когнитивные технологии в аспекте образования нацелены преимущественно на развитие способностей самостоятельно добывания знаний	В современных условиях внедрение подобных технологий в обучение исключительно важно и однозначно позитивно
Феномен больших данных	Экспоненциальный рост неструктурированных или слабо структурированных данных, имеющих значительное разнообразие в формах представления и динамике изменений	Данный феномен оказывает самое решительное и во многом определяющее действие на ЦОС. Можно выделить два ракурса такого воздействия: а) проблема перегруженности информационных потоков в ЦОС; б) проблема размывания системных знаний обучаемых	Воздействие этого феномена на ЦОС однозначно негативное. Однако он стимулирует поиск новых решений

<p>Глобализация</p>	<p>Реализация глобальных трендов в технико-технологической, социальной и педагогической сферах</p>	<p>Унификация информационного оборудования, реализация общих образовательных трендов</p>	<p>Однозначного ответа нет. Многие моменты, безусловно позитивны, особенно в технико-технологической сфере. В остальных случаях ситуация проблемная</p>
<p>Развитие содержания и методических стандартов</p>	<p>Можно назвать два аспекта связи содержания с ЦОС: новые технологии становятся предметом изучения, содержание отражает всю идеологию информатизации, в частности информатизации образования</p>	<p>Принципиальное значение имеет развитие содержания общеобразовательного курса информатики как системообразующего элемента всего процесса информатизации (что подтверждено многочисленными теоретическими работами и самой практикой информатизации)</p>	<p>Момент, безусловно, положительный, важна только его своевременная реализация</p>
<p>Появление новых форм и методов обучения</p>	<p>Появление самых разнообразных форм и методов основных преимущественно на использовании информационных средств обучения</p>	<p>Большая часть информационных образовательных ресурсов может оказаться невостребованной, если оставаться в рамках традиционных методов и форм обучения. Новые формы и методы очень часто позволяют реально запустить использование этих ресурсов</p>	<p>Безусловно положительное</p>
<p>Появление новых информационных платформ дистанционного обучения</p>	<p>Развитие таких платформ позволяет реализовать новые формы взаимодействия с обучающимися</p>	<p>Разнообразие форм позволяет настраивать ЦОС под потребности обучения</p>	<p>Безусловно позитивное</p>

эффективности функционирования ЦОС. Поскольку современная ЦОС — это открытая система, в которой реализуются особенности динамики открытых систем (имеет место структуры-аттракторы и точки бифуркации), то поиск достаточных условий весьма затруднен (если вообще имеет смысл).

Следуя логике факторного анализа, всю совокупность выделенных факторов необходимо рассматривать как систему. В этом случае необходимо прежде всего выделить системный фактор, который в максимальной степени оказывает влияние на ЦОС и который в той или иной мере определяет остальные факторы.

Как показало наше исследование, таким системообразующим фактором можно считать большие данные (big data). Этот фактор оказывает наибольшее влияние на развитие цифровой образовательной среды, как прямое, так и косвенное.

Суть этого влияния состоит в следующем. Появление самого феномена больших данных связано с развитием информационной среды, в частности информационно-образовательной среды. Требование создания информационных пространств для каждого обучающегося (что прописано во всех последних версиях ФГОС) вложило свою лепту в общий тренд появления разнообразных и в большинстве своем не систематизированных, недостоверных, неактуальных (и много других «не») информационных продуктов, доступных самому широкому кругу пользователей. Для обучающегося это будет причиной резкого увеличения информационной нагрузки на все его каналы восприятия информации и вызовет, как следствие, психологически оправданное отключение этих каналов. Естественно, человек с отключенными каналами (или работающими в случайном режиме) не готов не только учиться, но и осмысленно воспринимать какую-либо информацию.

Решение этой проблемы может осуществляться в двух направлениях:

- технологическом,
- собственно педагогическом.

Оба этих направления реализуются в рамках ЦОС.

В первом случае необходимо привлечь в ЦОС новые цифровые технологии с элементами искусственного интеллекта. Использование этих технологий должно помочь обучающимся навести определенный порядок в окружающей их цифровой среде. Разумеется, это возможно только в теории. В реальности стоит ожидать обратного эффекта. У обучающегося изначально закрыты все информационные каналы и нет повода переходить в иное состояние (метафизический «принцип лени» всегда остается в силе) — искусственный интеллект все сделает за человека. Фактически это не так и всегда требуется человеческое вмешательство, но это никак не воспринимается. В результате развивается феномен цифрового аутизма. С другой стороны, интеллектуальные цифровые технологии очень помогают обучающимся, которые не утратили навыков обработки и анализа информации.

Второе направление решения проблемы представляется более фундаментальным. Все оставшиеся факторы (конвергенция технологий, глобализация,

а также все сформулированные выше внутренние факторы) кластеризуются в рамках педагогического способа решения проблемы больших данных.

Суть этого решения состоит в том, что все внутренние факторы можно рассматривать как элементы методической системы обучения (по А. М. Пышкало), т. е. как систему, включающую содержание, методы, формы и средства обучения. В данном случае роль средств играют платформы дистанционного обучения. Как было подчеркнуто выше, эту систему можно считать методической проекцией ЦОС.

Изменение содержание обучения связано прежде всего с необходимостью развития метапредметных умений (умений работать с данными, информацией, знаниями), а также необходимых для этого метазнаний [3]. Владение метазнаниями и метапредметными умениями позволяет обучающимся самостоятельно находить внутренние закономерности в массивах данных и целых темах, выделять в них смысловые структуры, которые затем переходят в структуры знаний. Согласно общепринятой психологической теории формирования знаний Ж. Пиаже, ровно так и происходит формирование интеллекта человека. Таким образом, для преодоления негативного влияния больших данных, человеку в определенной мере надо повторить путь, который он осуществил в ранние годы своей жизни, но, разумеется, уже на другом уровне и с другими средствами. Названное содержание целесообразно реализовывать в общеобразовательном курсе информатики (который преподается в большинстве вузов), поскольку именно этот курс в его идеологическом, методическом и технологическом аспектах является одним из важнейших элементов ЦОС.

Литература

1. Бешенков С. А., Шутикова М. И., Смирнова Е. А. Применение интегративных средств — современный подход к образованию // Информатика и образование. 2017. № 6 (285). С. 20–24.
2. Гриншкун В. В., Краснова Г. А. Развитие образования в эпоху четвертой промышленной революции // Информатика и образование. 2017. № 1 (280). С. 42–45.
3. Beshenkov S. A. Information education in Russia / S. A. Beshenkov i dr. // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2016. Т. 59. С. 563–571.

Literatura

1. Beshenkov S. A., Shutikova M. I., Smirnova E. A. Primenenie integrativny`x sredstv — sovremenny`j podxod k obrazovaniyu // Informatika i obrazovanie. 2017. № 6 (285). S. 20–24.
2. Grinshkun V. V., Krasnova G. A. Razvitie obrazovaniya v e`poxu chetvertoj promy`shlennoj revolyucii // Informatika i obrazovanie. 2017. № 1 (280). S. 42–45.
3. Beshenkov S. A. Information education in Russia / S. A. Beshenkov i dr. // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2016. Т. 59. С. 563–571.

S. A. Beshenkov,
M. I. Shutikova,
R. F. Ryamov

Factors of Development of the Digital Educational Environment

The article discusses and analyzes the main factors of the development of the digital educational environment. The authors see big data as one of such system-forming factors, which has the greatest impact on the development of the digital educational environment, both direct and indirect.

Keywords: digital educational environment; big data; informatization of education; educational process at the university.

УДК 001.1:378.09

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.12

Я. В. Чупахина

Наукометрические базы данных в цифровой образовательной среде вуза

В статье излагается краткая характеристика наукометрических баз данных, таких как Web of Science, Scopus, РИНЦ, и наукометрических показателей. Приведены рекомендации ВАК РФ для соискателей ученой степени доктора наук и кандидата наук по публикациям их научных работ в наукометрических базах данных.

Ключевые слова: база данных; цифровая образовательная среда; вуз; наукометрия; высшее образование.

Наше настоящее меняется ежедневно и информационные цифровые технологии помогают ему совершенствоваться. Человек должен быть готовым к существованию в этих условиях: обладать высоким уровнем коммуникации, уметь перестраивать свою работу и окружение, в котором живет, делать свою жизнь более продуктивной.

Государство не может оставаться в стороне от процесса цифровизации образовательной сферы. В настоящее время на основании поручения Президента РФ В. В. Путина от 04.05.2016 г. и с учетом положений стратегии научно-технического развития РФ, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642, а также национальной технологической инициативы (Постановление Правительства РФ от 16.04.2016 № 317 «О реализации национальной технологической инициативы») и программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Распоряжением Правительства РФ № 1632-р от 28.07.2017 г., принят ряд документов. Кроме того, Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам в 2016 году был разработан проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации», согласно которому к концу 2025 года цифровая образовательная среда должна быть создана во всех вузах.

Последние правительственные решения поставили перед вузами актуальную задачу — повысить глобальную университетскую конкурентоспособность.

Ключевыми индикаторами выполнения государственных задач здесь выступают число публикаций российских авторов в научных журналах и их цитируемость по данным глобальных индексов цитирования Web of Science

и Scopus¹. В связи с этим для вуза стало важно не только вести научно-исследовательскую деятельность, но и с максимальной точностью отражать ее в научной статистике на уровне региона, страны и мира.

Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования РФ издала рекомендацию «Новые подходы к нормативно-правовому регулированию системы аттестации научных кадров высшей квалификации в РФ». В части защиты диссертации есть требование к соискателям ученой степени — наличие опубликованных работ в изданиях из международных баз данных Web of Science, Scopus. Требование касается как соискателей ученой степени доктора наук, так и соискателей ученой степени кандидата наук. Соискатели ученой степени доктора медицинских, технических, аграрных наук для защиты диссертации после 01.01.2021 года обязательно должны иметь не менее трех публикаций в изданиях уровня Q1–Q3. Соискатели ученой степени доктора физико-математических, химических и биологических наук обязаны опубликовать не менее пяти работ в изданиях уровня Q1–Q2 для защиты после 01.09.2020 года. Соискатели ученой степени доктора социально-экономических, гуманитарных и общественных наук для защиты диссертации после 01.01.2021 года обязаны иметь не менее двух публикаций в журналах этого же ранга.

Соискатели ученой степени кандидата физико-математических, химических и биологических наук обязаны опубликовать не менее одной работы после 01.01.2021 года.

За рубежом и в РФ для оценки эффективности работы научных коллективов и отдельных ученых сегодня используются различные наукометрические показатели². Эти показатели складываются из подсчета числа предоставленных электронных материалов и данных по цитируемости научных работ. Крупные библиографические базы данных (далее — БД) индексируют публикации (статьи, книги и другие виды публикаций) и вычисляют количество ссылок на эти работы. Самые известные базы, которые знакомы любому ученому, — Scopus и Web Of Science.

БД Scopus — закрытая реферативная база данных и наукометрическая платформа, основанная в 2004 году издательской корпорацией Elsevier (Нидерланды). Она является серьезной и надежной базой данных научных изданий. Ее возможности позволяют не только публиковать научные труды, но и отслеживать их цитируемость. Свыше 50 млн записей и 40 тыс. научных изданий индексируются в Scopus. Эта зарубежная база данных рассчитана

¹ Смарт-системы для издателей и библиотек [Электронный ресурс] // Университетская книга: информационно-аналитический журнал. 2020. № 12. URL: <http://www.unkniga.ru/biblioteki/vuzbiblio/11860-smart-siatemy-dlya-izdateley-i-bibliotek.html> (дата обращения: 28.04.2021).

² Современные педагогические технологии в высших учебных заведениях в рамках обновленного содержания образования для преподавателей педагогических специальностей высших учебных заведений. URL: <http://bl.orkleu-edu.kz> (дата обращения: 20.10.2021).

на включение прежде всего вторичной информации о документах и основную информацию содержит по научным журналам и материалам конференций. Кроме того, в ее состав также входят серийные научные издания и профессиональные журналы (Trade Journals). Содержание базы данных включает всевозможные отрасли знаний. Так, по гуманитарным, медицинским и техническим наукам в БД Scopus мы можем найти до 24 000 наименований научных материалов 5000 издателей. Ценной является и реферативная часть ко многим научным изданиям, входящим в состав базы данных. Рефераты есть к 28 млн статей, опубликованных в 15 тыс. научных журналов. Половина журналов, входящих в состав этой базы данных, представлены из европейских стран, где задействованы более 4000 издательств. Доля российских журналов невелика: пока насчитывается 350 их наименований. Связано это с тем, что журналы должны быть изданы на английском языке. Но постепенно количество их увеличивается, ученые активно проявляют интерес к публикациям в этой зарубежной базе данных. База данных Scopus представлена на собственном сайте и доступна на условиях подписки.

Если у организации оформлена подписка, то ее специалисты получают возможность работать в профиле учреждения. При опубликовании сотрудниками хотя бы одной статьи, в Scopus создаются профили с уникальными идентификаторами. В этом случае необходимо заполнить адрес учреждения и число его авторов-сотрудников, отметить издания, в которых опубликованы работы, и их тематику, а также число их публикаций.

В случае, когда подписка у организации на эту БД отсутствует, но у работающего в ней ученого есть желание публиковаться, Scopus позволяет самостоятельно создавать профили авторов, также присваивая им свои уникальные идентификаторы.

При регистрации в профиле необходимо заполнить анкету. Поля стандартные: нужно указать имя автора, количество публикаций по годам, места его работы, включая последнее, области научного исследования, ссылки на соавторов, индекс Хирша (цитирования работ исследователя), общее число цитирований.

И также в интерфейсе БД есть профили журналов — это инструменты Scopus, которые позволяют проводить расширенный анализ научного уровня изданий.

Цитируемость опубликованных статей в научных изданиях можно мониторить через поисковый аппарат, он объединен с поисковой системой Scirus и патентной базой данных [2].

Для Scopus корпорацией Elsevier была поставлена задача стать востребованной и полноресурсной базой данных в области научной информации. Сейчас Scopus является одной из самых авторитетных БД. Свыше 85 % всех публикаций берется с веб-сайта издания и, соответственно, поступает в Scopus в электронном виде. Все работы индексируются на разных языках мира. Приоритетным остается английский язык изданий, а для публикаций на иных

языках есть обязательное условие — опубликованная версия их аннотации переводится на английский язык.

База данных разработана таким образом, чтобы формировать показатели качества (рейтинговости) научного журнала, поэтому учет ведется по данным о цитируемости опубликованных в нем статей. Это прежде всего учет импакт-фактора (IF) двухлетнего (классического) и пятилетнего и индикатора Eigenfactor, уточняющего индекс к импакт-фактору. Именно Scopus рассчитывает показатели SJR и SNIP, а также процентиль и квартиль.

База данных учитывает так называемые нежурнальные индексы. Речь идет о показателях научной деятельности ученого или организации. К ним относятся общее количество публикаций в Scopus, индекс цитируемости, то есть суммарное количество цитирований всех статей, а также средняя цитируемость, что есть среднее количество цитирований на одну статью, и индекс Хирша (h-index) и его модификации — gindex, i-index и др.

При работе с БД нужно знать показатели, характерные для наукометрической базы данных Scopus, — это Cite Score, SJR, SNIP, квартиль, процентиль по Cite Score.

Квартили журналов — это иерархическая система, которая отражает стабильность и устойчивость того или иного журнала в БД. На этот показатель необходимо ориентироваться ученому при выборе журнала для публикации своей статьи. Так как процесс опубликования и индексации занимает от 6 месяцев до полутора лет, понимание квартиля выбранного журнала очень актуально.

Q1 (квартиль 1) и Q2 (квартиль 2) — это «элита» научных изданий, где журналы по своему высокому уровню соответствуют всем международным требованиям и сохраняют высокую вероятность того, что будут в этом составе не один год.

Q3 (квартиль 3) — это золотая середина, она включает в себя известные и профессиональные издания, в которых также можно и нужно публиковаться.

Q4 (квартиль 4) включает большое количество новых изданий достаточно высокого уровня, которые активно развиваются в своей деятельности. Это самый шаткий квартиль на предмет публикации статей в журналах, входящих в него. Как показывает практика, именно в этом квартиле некоторые журналы могут выпадать из списка по причине потери соответствия требованиям. Иногда такие ситуации приводят к тому, что отправленная на публикацию статья по итогу может не успеть пройти индексацию в журнале, а значит, она не отразится в показателях автора и учреждения.

SJR (SCImago Journal Rank) — это специфический показатель только этой БД, модифицированный вариант показателя «импакт-фактор + eigenfactor», два в одном.

CITE SCORE — показатель, который оценивает научное влияние изданий, входящих в состав Scopus. Он рассчитывается по формуле деления количества цитирований статей, обзоров, рецензий, тезисов на общее количество документов статей, обзоров, рецензий, тезисов.

Source Normalized Impact per Paper (SNIP) — это нормированный по источникам уровень цитируемости статьи. Характеризует количество фактически полученных цитат в сравнении с ожидаемой их величиной для отрасли знаний, в которой работает данный журнал. SNIP учитывает различия в вероятности цитирования и предметных областях, обрабатываются только рецензированные научные статьи. Индекс имеет трехлетнее окно анализа цитирования³.

Процентиль показывает относительное положение журнала в своей области знания. Процентиль, равный 98 %, указывает на то, что соответствующий журнал входит в 2 % самых цитируемых в своей области. Процентиль и квартиль являются похожими в вычислении, но не тождественными понятиями.

Таким образом, публикации в Scopus позволяют ученым повысить «видимость» их публикаций, получить доступ к глобальному сообществу исследователей и экспертов, читать высококачественные рецензированные статьи, отслеживать результативность публикаций и находить авторов для потенциального сотрудничества.

Web of Science (сокращенно — WoS, прежнее название — ISI Web of Knowledge) — информационная поисковая платформа (рис. 1), образована она медиакомпанией Thomson Reuters в апреле 2008 года. Работала до 2016 года. С ноября 2016-го управляется новой компанией Clarivate Analytics. Это платформа, на которой размещены базы научной литературы и патентов. Web of Science охватывает материалы по естественным, техническим, биологическим, общественным, гуманитарным наукам и искусству.

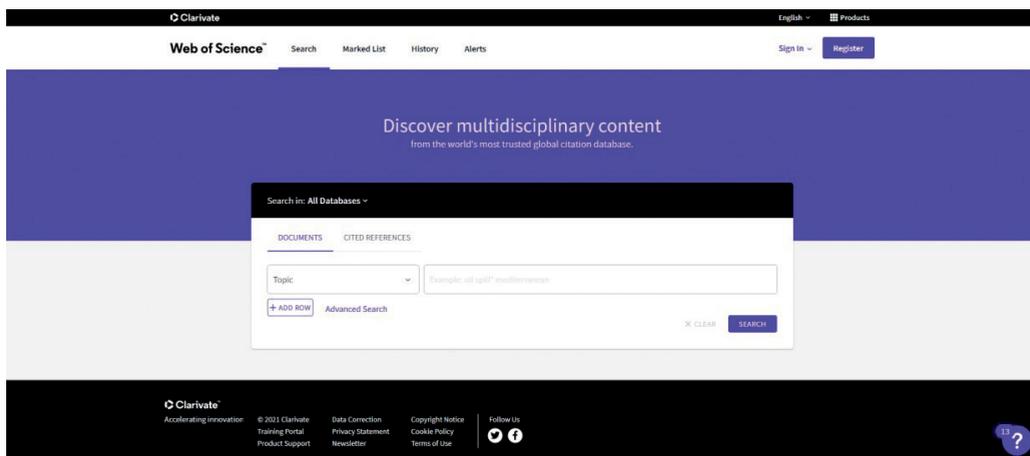


Рис. 1. Главная страница сайта БД Web of Science

Наукометрическая база Web of Science состоит из Web of Science Group и Web of Science Core Collection. Web of Science Group насчитывает 15 баз

³ How are CiteScore metrics used in Scopus? // Elsevier. 2020. URL: https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/14880/supporthub/scopus (дата обращения: 28.04.2021).

данных, в которые входят более 34 тыс. журналов, более 160 млн документов и более 80 тыс. патентов.

В Web of Science Core Collection наблюдается свыше 21 100 журналов, из них более 11 тыс. с импакт-фактором, более 75 млн документов, более 100 тыс. книг, более 200 тыс. материалов конференций.

Core Collection имеет особенность в том, что содержит материалы Science Citation Index Expanded, архив которых представлен с 1898 года и Social Sciences Citation, здесь архив — с 1900 года. Все они имеют импакт-фактор.

WoS также является авторитетной закрытой БД, как и Scopus. Публикация в WoS позволяет ученым эффективно оценивать свои научные исследования в мировом сообществе. WoS уступает Scopus в количестве изданий, так как очень тщательно отбирает научные журналы, но в то же время накапливает свой архив авторитетных научно-журнальных индексов.

Показатели, которые автоматически формируются в наукометрической базе данных Web of Science, — это квартиль и импакт-фактор.

Импакт-фактор (ИФ) — это показатель влияния издания, который рассчитывается только для изданий Web of Science SCIE и SSCI. Расчет идет на основе статистической обработки журнальных публикаций только в базах данных Web of Science и РИНЦ.

Варианты расчета импакт-фактора такие же, как и в Scopus: это двухлетний (классический) и пятилетний импакт-фактор. В Web of Science основным журнальным индексом является двухлетний ИФ. Пятилетний рассчитывается для журналов, в которых оперативность (то есть момент, после которого статьи, опубликованные в журнале, начинают цитироваться) запаздывает, чаще всего это касается социальных журналов.

WoS отличается простотой и комфортом в работе с информацией. Поиск данных можно проводить по различным параметрам, затрагивающим даты цитирований, фамилии авторов, названия их трудов. В этой базе данных создаются все библиографические правила для возможности идентификации данных об авторе, названии документа и источнике, в котором опубликован данный документ. Кроме того, все статьи сопровождаются рефератами⁴.

Определить индекс цитируемого ученого, организации или исследовательского коллектива можно применяя основные элементы этой базы:

Arts and Humanities Citation Index — база изданий по искусству и гуманитарным наукам, индексирует более 1300 научных журналов и публикаций, ее архив ведется с 1975 года;

Book Citation Index – Science — этот индекс охватывает научные издания и монографии, которые издаются и сериями, и единожды и обязательно включают в себя полные списки ссылок и авторский профиль;

⁴ Писляков В. Наукометрическая интроспекция: что знают базы данных о самих себе // Университетская книга: информационно-аналитический журнал. 2021. № 1–2. URL: <http://www.unkniga.ru/biblioteki/bibdelo/11889-naukometricheskaya-introspektsiya-chno-znayut-bazy-dannyh-o-smih-sebe.html> (дата обращения: 28.04.2021).

Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities — база материалов конференций по общественным и гуманитарным наукам, архив ведется с 1990 года;

Conference Proceedings Citation Index – Science — база материалов конференций по естественным и техническим наукам, архив ведется с 1990 года;

Science Citation Index Expanded — БД по естественным наукам, архив ведется с 1945 года, индексируется более 5866 научных журналов и публикаций;

Social Science Citation Index — БД по социальным наукам, архив ведется с 1956 года, индексируется более 1747 научных журналов и публикаций.

В базе данных WoS показатель «Наука» включает литературу по нескольким отраслям знаний. Это естественные и технические науки, медицина, сельское хозяйство, а также вычислительная техника.

База Book Citation Index Social Science & Humanities содержит монографии по общественным и гуманитарным наукам. Оба индекса в настоящее время включают в себя серии научных изданий в виде электронных и печатных текстов, изданных после 2005 года.

В настоящее время Scopus и WoS являются самыми большими базами данных научных изданий и периодики и взаимно дополняют друг друга. Если WoS ориентирована в большей мере на традиционные источники (особенно из США), то Scopus охватывает более широкий диапазон изданий науки. WoS передает более глубокое цитирование по избранным источникам, а Scopus восполняет это более широким набором инструментариев к источникам и, кроме того, добавляет архивы и готовящиеся к публикации материалы (Articles-in-Press) крупных издательств и чаще обновляет данные в базе [1].

Scopus, по сравнению с WoS, работает более активно. Например, в ней уже на 1/3 больше контента, чем в WoS. В базу данных Scopus входит более 90 % контента WoS. А главное, что в Scopus внедрена прозрачная и независимая система отбора источников. К тому же эта база данных проще в использовании для поиска информации и возможности размещения научной статьи.

В ресурсе WoS в основном индексируются работы по естественным и точным, а также по общественным наукам. В базе не так много журналов по гуманитарным наукам, поэтому специалистам в этой области следует выбирать журнал для публикации из базы данных Scopus.

Со списками российских журналов, представленных в Scopus, и журналов стран СНГ, представленных в WoS, можно ознакомиться на сайте Зональной научной библиотеки Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина.

Мощной платформой на российском рынке с 2005 года выступает eLIBRARY.RU. Это научная электронная библиотека, целью которой на начальном этапе был запуск проекта по накоплению информации о научных результатах, публикуемых в российской периодической печати. На этой основе закрепился Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), который представляет собой библиографическую базу данных научных публикаций российских ученых.

База данных РИНЦ позволяет проводить анализ публикационной активности как организации в целом, имеющей подписку, так и каждого автора в отдельности, зарегистрированного и имеющего аффилиацию. На современном этапе эта база данных содержит в себе не только вторичную информацию о документах, но и полные тексты статей, учебников, учебных пособий, монографий и других документов. Банк данных является авторитетным в российской научной печати источником полнотекстовой и библиографической информации.

В последние годы ведется активная работа по заполнению этого ресурса, разработан и активен аналитический инструмент Science Index [3]. Согласно постановлению президиума РАН № 201 от 12.10.2010 для оценки результативности научных организаций Российской академии наук используются следующие показатели:

- научный потенциал и эффективность научных исследований;
- публикационная активность;
- число публикаций работников научной организации, отнесенное к численности исследователей (в том числе в зарубежных научно-технических изданиях, в отечественных изданиях, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки России).

В России база данных РИНЦ является одним из основных источников информации для оценки эффективности организаций, занимающихся НИР⁵.

Одним из наиболее эффективных инструментов в достижении нового уровня цифровизации за последние десять лет стал интернет вещей (Internet of Things, IoT113), распространение которого позволило улучшить почти всю деятельность, внедрив в практику следующие технологические тренды [1]:

- снижение стоимости вычислительных мощностей (процессоров, памяти и систем хранения данных) и передачи данных;
- развитие облачных технологий и технологии больших данных, благодаря чему становятся доступными гибкие системы хранения и анализа данных, позволяющие справляться с постоянным увеличением объема получаемой информации;
- увеличение числа подключенных устройств.

Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года определяет интернет вещей как «информатизацию различных предметов и включение их в единую сеть». В Указе Президента России от 09.05.2017 года № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» содержится следующее определение: «Интернет вещей — концепция вычислительной сети, соединяющей вещи (физические предметы), оснащенные встроенными информационными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней

⁵ Научная электронная библиотека. URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 27.05.2021).

средой без участия человека». Практическое применение данное явление найдет и в области образования и просвещения.

Базы данных. Современные информационные технологии позволяют накапливать и распространять информацию в базах данных. Важным фактором развития баз данных является принцип открытости информации. Современные системы управления базами данных в среде Интернет ориентированы на увеличение уровня информирования различных субъектов научной и промышленной деятельности, в том числе научно-исследовательских учреждений и товаропроизводителей.

Для формирования вузовской БД можно использовать информационные ресурсы следующих международных баз:

- British Library for Development Studies E-Journals — электронная библиотека академических журналов Великобритании и других стран, собранная по направлениям научных исследований университета Кембриджа;

- Directory of Open access Journals (DOAJ) — справочник по полнотекстовым научным журналам (открытый доступ к 4,6 тыс. журналов);

- Elsevier Open Access — крупнейшее в мире издательство Elsevier;

- ERIC — электронная библиотека полнотекстовых научных публикаций исследовательских и образовательных учреждений;

- Figshare — международная научная социальная сеть со структурированным архивом доступных результатов научных исследований и презентаций ученых;

- Nature — международная электронная библиотека научных публикаций результатов исследований и обзоров научных статей по различным направлениям естественных наук;

- OAJ — полнотекстовая международная база данных научных журналов открытого доступа, которая осуществляет индексацию мирового потока научных изданий;

- OMICS International Open Access Journal — электронная библиотека, созданная сообществом более чем 1000 научных организаций США, Европы и Азии. Предоставлен доступ к научным публикациям международных научных конференций с участием более чем 50 тыс. научных работников;

- ProQuest — база данных диссертаций и дипломных работ со всего мира, опубликованных с 1861 года. Содержит более 3,5 млн диссертаций от 2700 организаций из 88 стран мира;

- ResearchGate — открытая социальная сеть, объединяющая более 9 млн исследователей и научных работников со всего мира. Предоставляет доступ к научным статьям и публикациям специализированных журналов, а также возможность обмена материалами научных исследований;

- Science Direct — это интерактивная информационная система, включающая более 10 млн статей из более чем 2500 журналов и 6000 электронных книг, куда входят также различные научные сборники, справочники, словари и энциклопедии;

- в Scopus представлены более 5000 издателей. Эта БД индексирует более 21 000 научных изданий по различным областям науки. Количество рефератов насчитывает более 28 млн статей, опубликованных в более чем 15 000 научных изданиях;

- Web of Science — поисковая платформа по всем областям знаний, индексирует более 12 000 журналов, 120 000 различных материалов конференций, свыше 4 400 сайтов;

- Wiley Online Library — электронная библиотека издательской компании Wiley (основана в 1807 году) специализируется на академических изданиях для профессиональных исследователей.

Для информационного мониторинга китайского рынка инноваций нужно применять китайскую поисковую систему Baidu с поисковиком DeepDyve, так как до 99 % его объема не индексируется мировыми поисковиками.

Специалисты могут эффективно использовать эти базы данных для подготовки аналитических материалов, их оценки и мониторинга, составления и обновления прогнозов и оценки приоритетов в развитии [4].

Можно уверенно говорить о том, что перечисленные выше ресурсы необходимы сегодня для успешной научной деятельности профессорско-преподавательского состава вузов. Наличие их в составе цифровой информационной среды вуза будет способствовать лучшему анализу зарубежных и отечественных информационных ресурсов, упорядочению информационных потоков, упрощению поиска и обмена информацией между экспертом и специалистами, что повысит эффективность внедрения инновационных разработок в любой сфере деятельности. Еще раз отметим, что публикации российских ученых в международных базах данных есть не только отражение обновления научных знаний, но и популяризация отечественной науки.

Литература

1. Григорьев С. Г., Гриншкун В. В. Информатизация образования. Фундаментальные основы. Томск: ТМЛ-Пресс, 2008. 286 с.
2. Григорьев С. Г. Цифровой университет — интеграция технологий // Вестник Казахского национального педагогического университета им. Абая. 2018. № 2. С. 10–13.
3. Кондаков А. М. Концепция совершенствования (модернизации) единой информационной образовательной среды, обеспечивающей реализацию национальных стратегий развития Российской Федерации / А. М. Кондаков и др. // Педагогика. 2018. № 4. С. 98–125.
4. Лукин В. В. Образование. Технологии. Экономика: монография / В. В. Лукин и др. М.: Образование и информатика, 2018. 112 с.

Literatura

1. Grigor`ev S. G., Grinshkun V. V. Informatizaciya obrazovaniya. Fundamental`ny`e osnovy`. Tomsk: TML-Press, 2008. 286 s.
2. Grigor`ev S. G. Cifrovoy universitet — integraciya texnologij // Vestnik Kazaxskogo nacional`nogo pedagogicheskogo universiteta im. Abaya. 2018. № 2. S. 10–13.

3. Kondakov A. M. *Koncepciya sovershenstvovaniya (modernizacii) edinoj informacionnoj obrazovatel'noj sredy, obespechivayushhej realizaciyu nacional'nyx strategij razvitiya Rossijskoj Federacii* / A. M. Kondakov i dr. // *Pedagogika*. 2018. № 4. S. 98–125.

4. Lukin V. V. *Obrazovanie. Texnologii. E'konomika: monografiya* / V. V. Lukin i dr. M.: *Obrazovanie i informatika*, 2018. 112 s.

Ya. V. Chupakhina

Scientometric Databases in the Digital Educational Environment of the University

The article presents a brief description of scientometric databases such as: Web of Science, Scopus, RSCI, scientometric indicators. The recommendations of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation on publications in scientometric databases of scientific works for applicants for the degree of Doctor of Science and Candidate of Science are given.

Keywords: data base; digital educational environment; university; scientometrics; higher education.

**АВТОРЫ «ВЕСТНИКА МГПУ. СЕРИЯ
«ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ
ОБРАЗОВАНИЯ», 2021, № 4 (58)**

Ахмедзянов Дмитрий Альбертович — доктор технических наук, профессор, декан факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта Уфимского государственного авиационного технического университета.

E-mail: dekanat-fad@mail.ru

Белоус Игорь Александрович — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и систем Института информационных технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса.

E-mail: Igor.Belous@vvsu.ru

Бернадинер Максим Игоревич — начальник отдела развития стартап инфраструктуры управления инновационной политики МГПУ.

E-mail: bernadinermi@mgpu.ru

Бешенков Сергей Александрович — доктор педагогических наук, профессор, заведующий центром информатизации образования Института управления образованием Российской академии образования.

E-mail: srg57@mail.ru

Булгаков Владислав Васильевич — кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России — начальник Института профессиональной подготовки.

E-mail: vbulgakov@rambler.ru

Григорьев Сергей Георгиевич — доктор технических наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: grigorsg@mgpu.ru

Гриншкун Вадим Валерьевич — доктор педагогических наук, профессор, начальник департамента информатизации образования Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: vadim@grinshkun.ru

Денищева Лариса Олеговна — кандидат педагогических наук, профессор департамента математики и физики Института цифрового образования МГПУ.
E-mail: denisheva@inbox.ru

Заславская Ольга Юрьевна — доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента информатизации образования Института цифрового образования МГПУ.
E-mail: Zaslavskaya@mgpu.ru

Заславский Алексей Андреевич — кандидат педагогических наук, доцент дирекции образовательных программ МГПУ.
E-mail: zaslavskijjaa@mgpu.ru

Кишалов Александр Евгеньевич — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта Уфимского государственного авиационного технического университета.
E-mail: dekanat-fad@mail.ru

Клюкман Михаил Владимирович — студент кафедры информационных технологий и систем Института информационных технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса.
E-mail: misha.supker@gmail.com

Ковырнев Михаил Валерьевич — студент кафедры информационных технологий и систем Института информационных технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса.
E-mail: misha.kovyrnev@gmail.com

Кудоярова Вилина Маратовна — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта Уфимского государственного авиационного технического университета.
E-mail: dekanat-fad@mail.ru

Курносенко Михаил Валерьевич — старший преподаватель департамента информатики, управления и технологий Института цифрового образования МГПУ.
E-mail: kurnosenkomv@mgpu.ru

Левицкий Михаил Львович — доктор педагогических наук, профессор.
E-mail: LevitzckyL@mgpu.ru

Пяткова Ирина Александровна — студент кафедры информационных технологий и систем Института информационных технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса.

E-mail: mellkiss@outlook.com

Реброва Ирина Юрьевна — кандидат физико-математических наук, доцент, декан факультета математики, физики и информатики Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н. Толстого.

E-mail: i_rebrova@mail.ru

Рямов Рустам Фаритович — сотрудник Института развития образования Республики Башкортостан.

E-mail: ryamov@mail.ru

Сафуанов Ильдар Суфиянович — доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента математики и физики Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: SafuanovIS@mgpu.ru

Семеняченко Юлия Александровна — кандидат педагогических наук, доцент, начальник департамента математики и физики Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: SemenyachenkoUA@mgpu.ru

Серышев Роман Викторович — кандидат экономических наук, доцент, доцент департамента информатики, управления и технологий Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: SeryshevRV@mgpu.ru

Сорока Дмитрий Геннадьевич — студент кафедры информационных технологий и систем Института информационных технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса.

E-mail: dima.soroka.2014@mail.ru

Стоянова Юлия Владимировна — магистрант факультета математики, физики и информатики Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н. Толстого.

E-mail: stoyanova.uv@yandex.ru

Ушаков Андрей Владимирович — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент департамента математики и физики Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: UshakovAV@mgpu.ru

Чугунов Владимир Аркадьевич — доктор физико-математических наук, профессор, профессор департамента математики и физики Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: ChugunovVA@mgpu.ru

Чупахина Ярина Васильевна — аспирант департамента информатики, управления и технологий Института цифрового образования МГПУ.

E-mail: yarinachupahina@mail.ru

Шутикова Маргарита Ивановна — доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник Центра экономики непрерывного образования Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ.

E-mail: raisins764@gmail.com

A U T H O R S

**of the MCU Journal of Informatics and Informatization of Education,
2021, № 4 (58)**

Akhmedzyanov Dmitry Albertovich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Aircraft Engines, Energy and Transport of the Ufa State Aviation Technical University.

E-mail: dekanat-fad@mail.ru

Belous Igor Aleksandrovich — PhD (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Systems of the Institute of Information Technologies of the Vladivostok State University of Economics and Service.

E-mail: Igor.Belous@vvsu.ru

Beshenkov Sergey Alexandrovich — Doctor of Pedagogy, Full Professor, Head of the Center for Informatization of Education, Institute of Education Management, Russian Academy of Education.

E-mail: srg57@mail.ru

Bernadiner Maxim Igorevich — Head of the Startup Infrastructure Development Department at the University of Innovation Policy Management, Moscow City University.

E-mail: bernadinermi@mgpu.ru

Bulgakov Vladislav Vasilyevich — PhD (Technical Sciences), associate Professor, Deputy Head of the Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters — Head of the Institute of Professional Training.

E-mail: vbulgakov@rambler.ru

Chugunov Vladimir Arkadyevich — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Mathematics and Physics, Moscow City University.

E-mail: CHugunovVA@mgpu.ru

Chupakhina Yarina Vasilyevna — Postgraduate student of the Department of Informatics, Management and Technologies, Institute of Digital Education, Moscow City University.

E-mail: yarinachupahina@mail.ru

Denischeva Larisa Olegovna — PhD (Pedagogy), Full Professor Department of Mathematics and Physics, Institute of Digital Education, Moscow City University.

E-mail: denisheva@inbox.ru

Grigoriev Sergey Georgievich — Corresponding Member of RAO, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Informatics, Management and Technologies, Institute of Digital Education, Moscow City University.
E-mail: grigorsg@mgpu.ru

Grinshkun Vadim Valerievich — Academician of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor, head of the Department of Informatization of education, Institute of digital education, Moscow City University.
E-mail: vadim@grinshkun.ru

Kishalov Alexander Evgenievich — PhD (Technical Sciences), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Aviation Heat Engineering and Heat Power Engineering, Faculty of Aircraft Engines, Energy and Transport, Ufa State Aviation Technical University.
E-mail: dekanat-fad@mail.ru

Klyukman Mikhail Vladimirovich — student, Department of Information Technologies and Systems, Institute of Information Technologies, Vladivostok State University of Economics and Service.
E-mail: misha.supker@gmail.com

Kovyrnev Mikhail Valeryevich — student, Department of Information Technologies and Systems, Institute of Information Technologies, Vladivostok State University of Economics and Service.
E-mail: misha.kovyrnev@gmail.com

Kudoyarova Vilina Maratovna — PhD (Technical Sciences), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Aviation Heat Engineering and Heat Power Engineering, Faculty of Aircraft Engines, Energy and Transport, Ufa State Aviation Technical University.
E-mail: dekanat-fad@mail.ru

Kurnosenko Mikhail Valeryevich — Senior Lecturer, Department of Informatics, Management and Technologies, Moscow City University.
E-mail: kurnosenkomv@mgpu.ru

Levitsky Mikhail Lvovich — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor.
E-mail: LevitzckyL@mgpu.ru

Pyatkova Irina Aleksandrovna — student, Department of Information Technologies and Systems, Institute of Information Technologies, Vladivostok State University of Economics and Service.
E-mail: mellkiss@outlook.com

Rebrova Irina Yuryevna — PhD (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor, Dean of the Faculty of Mathematics, Physics and Computer Science, Tolstoy Tula State Pedagogical University.
E-mail: i_rebrova@mail.ru

Ryamov Rustam Faritovich — is an employee of the Institute of Education Development of the Republic of Bashkortostan.

E-mail: ryamov@mail.ru

Safuanov Ildar Sufiyanovich — Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Mathematics and Physics, Moscow City University.

E-mail: SafuanovIS@mgpu.ru

Semenyachenko Yulia Aleksandrovna — PhD (Pedagogy), Associate Professor, Head of the Department of Mathematics and Physics, Moscow City University.

E-mail: SemenyachenkoUA@mgpu.ru

Seryshev Roman Viktorovich — PhD (Economic Sciences), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Informatics, Management and Technologies, Moscow City University.

E-mail: SeryshevRV@mgpu.ru

Shutikova Margarita Ivanovna — doctor of pedagogical sciences, leading researcher, Center for Continuing Education Economics, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA).

E-mail: raisins764@gmail.com

Soroka Dmitry Gennadievich — student, Department of Information Technologies and Systems, Institute of Information Technologies, Vladivostok State University of Economics and Service.

E-mail: dima.soroka.2014@mail.ru

Stoyanova Yulia Vladimirovna — master's student, Faculty of Mathematics, Physics and Computer Science, Tolstoy Tula State Pedagogical University.

E-mail: stoyanova.uv@yandex.ru

Ushakov Andrey Vladimirovich — PhD (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Physics, Moscow City University.

E-mail: UshakovAV@mgpu.ru

Zaslavsky Alexey Andreevich — PhD (Pedagogy), Associate Professor of the Directorate of Educational Programs, Moscow City University.

E-mail: zaslavskijjaa@mgpu.ru

Zaslavskaya Olga Yurievna — Doctor of Pedagogy, Full Professor, professor of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University.

E-mail: Zaslavskaya@mgpu.ru

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Уважаемые авторы!

В журнале печатаются как оригинальные, так и обзорные статьи по информатике, информационным технологиям в образовании, а также методики преподавания информатики, разработки в области информатизации образования. Журнал адресован педагогам высших и средних специальных учебных заведений, учителям школ, аспирантам, соискателям ученой степени, студентам.

Редакция просит вас при подготовке материалов, предназначенных для публикации в «Вестнике», руководствоваться следующими требованиями к оформлению научной литературы.

1. Шрифт: Times New Roman, 14 кегль; межстрочный интервал — 1,5; поля: верхнее, нижнее и левое — по 20 мм, правое — 10 мм. Объем статьи, включая список литературы и постраничные сноски, не должен превышать 18–20 тыс. печатных знаков (0,4–0,5 а. л.). При использовании латинского или греческого алфавита обозначения набираются: латинскими буквами — в светлом курсивном начертании; греческими буквами — в светлом прямом. Рисунки должны выполняться в графических редакторах. Графики, схемы, таблицы нельзя сканировать. Формулы набираются в математическом редакторе Microsoft Word. Размеры формул: обычный — 11 пт, крупный индекс — 6 пт, мелкий индекс — 5 пт, крупный символ — 18 пт, мелкий символ — 10 пт.

2. Инициалы и фамилия автора набираются полужирным шрифтом в начале статьи слева, заголовок — посередине полужирным шрифтом.

3. В начале статьи после названия помещаются аннотация на русском языке (не более 500 печатных знаков) и ключевые слова и словосочетания (не более 5), разделяют их точкой с запятой.

4. Статья снабжается пристатейным списком литературы, оформленным в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись», на русском и английском языках.

5. Ссылки на издания из пристатейного списка даются в тексте в квадратных скобках, например: [3, с. 57] или [6, т. 1, кн. 2, с. 89].

6. Ссылки на интернет-ресурсы и архивные документы помещаются в тексте в круглых скобках или внизу страницы по образцам, приведенным в ГОСТ Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка».

7. В конце статьи (после списка литературы) указываются название статьи, автор, аннотация (Resume) и ключевые слова (Keywords) на английском языке.

8. Рукопись подается в редакцию журнала в установленные сроки на электронном и бумажном носителях.

9. К рукописи прилагаются сведения об авторе (Ф. И. О., ученая степень, звание, должность, место работы, электронный или почтовый адрес для контактов) на русском и английском языках.

10. В случае несоблюдения какого-либо из перечисленных требований автор обязан внести необходимые изменения в рукопись в пределах срока, установленного для ее доработки.

Более подробные сведения о требованиях к оформлению рукописи можно найти на официальном сайте журнала: dlt.mgri.ru.

Плата за публикацию рукописей в журнале не взимается.

По вопросам публикаций статей в журнале обращаться к заместителю главного редактора *Виктору Семеновичу Корнилову* (Москва, ул. Шереметьевская, д. 29, департамент информатизации образования Института цифрового образования Московского городского педагогического университета).

Телефон редакции: (495) 618-40-33.

E-mail: vs_kornilov@mail.ru

Научный журнал / Scientific Journal

Вестник МГПУ

Серия «Информатика и информатизация образования»

MCU Journal of Informatics and Informatization of Education

2021, № 4 (58)

Зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации:
серия ПИ № ФС77-82089 от 12 октября 2021 г.

Главный редактор:

член-корреспондент РАО, доктор технических наук,
профессор *С. Г. Григорьев*

Главный редактор выпуска:

кандидат исторических наук, старший научный сотрудник

Т. П. Веденеева

Редактор:

С. П. Пузырьков

Корректор:

К. М. Музамилова

Техническое редактирование и верстка:

А. В. Бармин, О. Г. Арефьева

Научно-информационный издательский центр МГПУ
129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4
Телефон: (499) 181-50-36

Подписано в печать: 20.12.2021 г.
Формат 70 × 108 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Объем 9 усл. печ. л. Тираж 1000 экз.