

УДК 378

DOI 10.54835/18102883_2022_31_1

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЧНОГО И ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Вишнеков Андрей Владленович,

профессор, доктор технических наук,
профессор департамента компьютерной инженерии,
avishnekov@hse.ru

Ерохина Елена Альфредовна,

старший преподаватель департамента компьютерной инженерии,
eeroikhina@hse.ru

Иванова Елена Михайловна, доцент, кандидат технических наук,
доцент департамента компьютерной инженерии,
emivanova@hse.ru

Высшая школа экономики (НИУ),
Россия, 109028, г. Москва, Покровский бульвар, 11.

Актуальность данной работы обусловлена постоянно меняющейся окружающей эпидемиологической и политической обстановкой, что заставляет динамично перестраивать образовательный процесс в высших учебных заведениях, а преподавателей заставляет модифицировать образовательную траекторию для повышения её эффективности. В этих условиях задача нахождения наиболее рационального баланса между очным и онлайн-форматами обучения становится все более актуальной. Целью исследования является разработка рекомендаций по реализации элементов интегрированной образовательной траектории учебной дисциплины, обеспечивающей совмещение инструментов и средств очного и онлайн-обучения в системе инженерного образования с учетом особенностей направления подготовки. Трудности, возникающие при принятии решения по сочетанию инструментов и средств очного и онлайн-обучения, обуславливают необходимость применения методов вербального анализа и принятия решений в условиях отсутствия значимой статистической информации. В работе используются качественные методы исследования, такие как: наблюдение, обобщение собственного практического опыта, комбинированные парные сравнения, сбор информации и ее интерпретация. Проведен анализ механизмов реализации элементов образовательной траектории в очном и онлайн-форматах, оценка их сильных и слабых сторон с точки зрения обучения по инженерным специальностям. Выделены эффективные средства и подходы к организации очного и онлайн-обучения для реализации различных элементов образовательной траектории с учетом особенностей подготовки бакалавров, магистров и специалистов. Рекомендованы подходы к обновлению образовательной траектории на основании моделей педагогического дизайна. Показано, что результаты исследований в области педагогического дизайна помогают найти правильный подход и применить выбранную модель на практике с учетом особенностей различных форматов обучения.

Ключевые слова: Онлайн-обучение, очное обучение, образовательная траектория, инженерное образование, методики преподавания.

Введение

Настоящее время выдвигает новые вызовы перед высшим образованием: постоянные переходы между онлайн- и очным (офлайн) форматом обучения как для всего потока студентов, так и для отдельной группы или для отдельных студентов; невозможность для части студентов присутствовать очно на занятиях из-за отсутствия в стране/городе по различным причинам; невозможность онлайн-обучения для части студентов из-за отсутствия стабильного интернета или ограниченного трафика (всегда или в разное время суток). С начала пандемии COVID19 и перехода об-

учения в онлайн появилось множество статей, критикующих этот формат обучения. Однако с течением времени все (и преподаватели, и студенты) привыкли к особенностям онлайн-формата и увидели множество преимуществ этого вида образования. Многие мировые и российские университеты открыли полностью онлайн-программы обучения (рис. 1) [1].

Исследователи отмечают, что эффект от онлайн-преподавания дисциплин может быть двояким. С одной стороны, многие преподаватели и студенты в новых условиях почувствовали разобщенность из-за отсутствия или

ПРОГРАММЫ ONLINE DEGREE РОССИЙСКИХ ВУЗОВ

12 УНИВЕРСИТЕТОВ

32 ПРОГРАММЫ



Рис. 1. Программы Online Degree российских вузов
Fig. 1. Online Degree programs of Russian universities

перебоев в высокоскоростном доступе к Интернету [2], столкнулись с отсутствием социального взаимодействия, с новой (не всегда удобной) средой обучения и трудными технологическими вызовами, испытывали усталость от видеоконтента [3]. С другой стороны, дисциплины, грамотно переведенные в онлайн, понравились студентам и продемонстрировали увеличение показателей, что связано с более интересными решениями и эффективными методами преподавания, автоматической генерацией отчетов, экономией времени на дорогу в университет, возможностью совмещать учёбу с работой, но также, к сожалению, и со снижением контроля со стороны преподавателей.

Можно увидеть увеличение успеваемости в первый год преобладающего онлайн-обучения (2020/2021), что даже было воспринято как инфляция оценок, и стабилизацию результатов во второй 2021/2022 уч. г. (рис. 2 [1]). Студенты прочувствовали выгоды от онлайн-обучения и все чаще осознанно выбирают этот вид образования, а значит, преподавателям стоит это учитывать при выстраивании новой траектории обучения.

Истина, вероятно, находится в разумном сочетании средств и методов очного и онлайн-форматов обучения. Сейчас университеты и преподаватели имеют уникальную возможность выбирать тот или иной формат обучения для разных видов занятий. Анали-



Рис. 2. Динамика распределения оценок в НИУ ВШЭ в 2019/2020–2021/2022 уч. гг.
Fig. 2. HSE grades distribution dynamics in 2019/2020–2021/2022

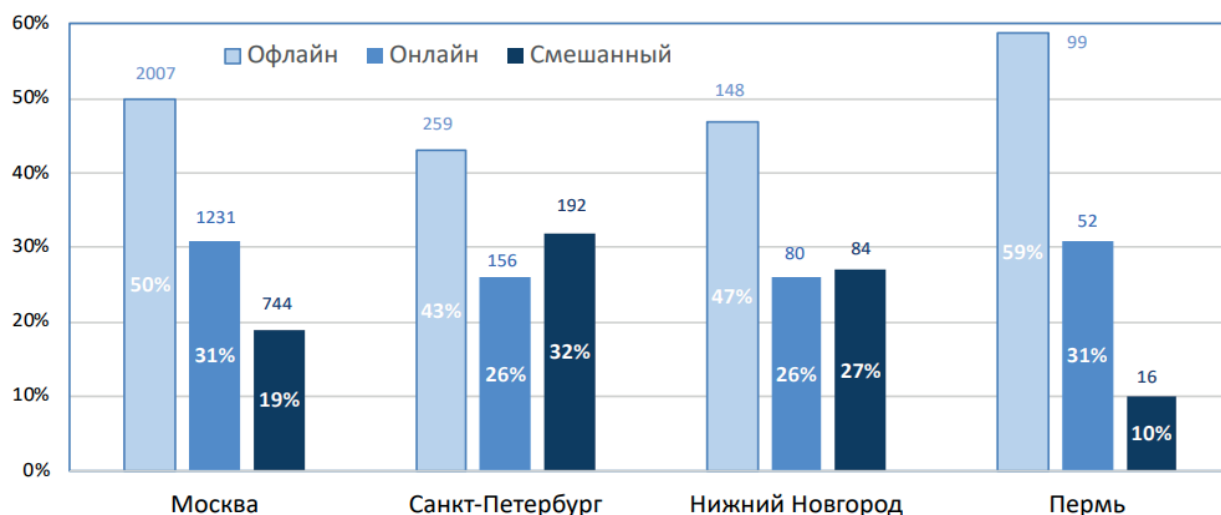


Рис. 3. Распределение ППС по формату проведения занятий в кампусах НИУ ВШЭ

Fig. 3. Teaching staff distribution according to the classes' format of at HSE campuses

зируя выбор преподавателей, можно увидеть, что многие используют возможности смешанного формата. Согласно данным внутреннего мониторинга на конец февраля 2022 г. в кампусах НИУ ВШЭ такой способ выбрали 10–32 % преподавателей (рис. 3 [1]).

В настоящее время происходит масштабный возврат к очному образовательному формату, поэтому требуется обобщить ценный опыт и внедрить подходы, показавшие свою эффективность в онлайн-формате. Особенно важно систематизировать такой опыт в инженерном образовании, где имеются свои особенности в реализации. Последний глобальный тренд перевода многих процессов, в том числе и образования, в онлайн-формат заставил многих преподавателей пересмотреть собственные практики преподавания и оценивания. Часть преподавателей переносили акцент на увеличение консультативных занятий [4], индивидуальное взаимодействие со студентами в чатах, LMS-системах¹, что особенно сложно организовать для больших потоков (от 100 студентов и более). Каждый преподаватель выработал для себя новую стратегию преподавания. А обратная связь со студентами помогает оценить, насколько выбранная стратегия была хороша/правильна и если её требуется модифицировать, то как именно. Каждую программу дисциплины требуется согласовать не только с ус-

ловиями организации учебного процесса, но и со спецификой образовательной программы, которая для инженерных специальностей зачастую требует обязательного выполнения части работ на реальном оборудовании в лаборатории.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что современному и успешному преподавателю необходимо интегрировать в единую образовательную траекторию удачные подходы и инструменты из очного и онлайн-обучения. В данной статье анализируются преимущества обоих подходов и даются рекомендации и примеры использования образовательных технологий в обучении в рамках направлений подготовки «Информатика и вычислительная техника» и «Информационные технологии и системы связи» [5]. Достижение целей инженерного образования будет рассмотрено через сравнение возможности приобретения инженерных компетенций в онлайн- и очном формате по каждому элементу образовательной траектории.

Особенности реализации элементов образовательной траектории

Под образовательной траекторией в данном контексте будем понимать совокупность образовательных элементов, определяющих набор и последовательность применяемых способов, технологий и средств обучения [6], с указанием степени предпочтительности различных видов их реализации (рис. 4).

В условиях частого перехода от проведения занятий в формате онлайн в очный формат и обратно возникает необходимость учета

¹ LMS (Learning Management System) – программная платформа, используемая для администрирования учебных курсов в рамках дистанционного обучения и для организации информационного взаимодействия преподавателей, студентов и администрации университета.



Рис. 4. Элементы образовательной траектории

Fig. 4. Elements of the educational trajectory

особенностей реализации каждого элемента образовательной траектории². В качестве основных критериев сравнительной оценки эффективности подходов очного и онлайн-форматов обучения предлагается рассмотреть следующее:

- трудоемкость подготовки траектории преподавателем,
- академическая успеваемость,
- сложность процесса обучения для студентов,
- удовлетворенность студентов результатами обучения,
- возможность использования отечественного программного обеспечения.

Одним из рассмотренных элементов образовательной траектории является *численность учебной группы*. В условиях очного обучения численность ограничена количеством посадочных мест в аудитории, а также необходимостью соблюдать социальную дистанцию. Онлайн обучение имеет здесь неоспоримые преимущества: подключиться к занятию/видеоконференции может гораздо большее число слушателей (с учетом ограничений конкретной платформы: для Zoom – 100/300 пользователей [7], для MsTeams – до 20000 [8], для Jitsi – 35/100 [9]). Стоит иметь в виду, что в условиях санкционного давления доступ к этим продуктам может быть ограничен или закрыт. Однако в настоящее время на отечественном рынке присутствуют несколько российских платформ для проведения онлайн-мероприятий [10], среди которых одна из наиболее известных – экосистема сервисов Webinar [11], поддерживающая до 100 участников (выступающих на встрече) и до 10000 слушателей. Как в очном, так и в онлайн формате существует возможность организовать большие и малые

группы студентов для решения различных образовательных задач: потоковые лекции, семинары в группах, лабораторные работы в бригадах, индивидуальные консультации. Стоит заметить, что быстрая реорганизация групп (с динамическим изменением графика встреч) возможна только в онлайн формате.

Другим образовательным элементом является *способ получения материалов* курса: печатных учебников и учебных пособий, справочной литературы, научных периодических изданий, материалов конференций и интернет-ресурсов. В очном формате гораздо проще получить доступ к печатным изданиям, тогда как в онлайн-формате быстро и легко использовать в процессе обучения более широкий спектр электронных материалов (копии учебных пособий, текстовые файлы, презентации, статистические таблицы, мультимедийные материалы, онлайн-курсы, а также любую инженерную документацию). Однако для обеспечения оперативного доступа к релевантным ресурсам в институте должна быть организована электронная библиотека.

Что касается *темпа подачи материала*, для очного формата характерен скорее стандартный темп с фиксацией основных положений. Тогда как для онлайн-формата этот темп может регулироваться самим студентом: от медленного, с многократным повторением пройденного путем нескольких просмотров видеоконтента (презентаций или записи лекций/семинаров), до ускоренного, с акцентом на новые для конкретного учащегося темы. Возможность повторного просмотра записанных занятий особенно важна для освоения сложных физико-математических методов инженерного анализа. Одним из достоинств проведения занятий в формате онлайн, как показывает опыт, является возможность включить большее количество материала в одно занятие, чем в очном формате.

² далее по тексту названия образовательных элементов выделены жирным шрифтом.

Материалы к занятиям можно заранее выложить на каком-либо ресурсе (LMS университета (например, в НИУ ВШЭ это SMART LMS [12] на платформе Moodle [13]) или в облачных хранилищах: Yandex Disk [14], Google Disk [15], Google Classroom [16], MsTeams [8] и др.) и поощрять предварительную работу студентов с ними, самостоятельный поиск дополнительных материалов, развитие ИТ-навыков в ходе участия студентов в процессе их улучшения (что особенно важно для освоения инженерных компетенций), например, оценивая наиболее удачные предложения дополнительными баллами.

Если рассматривать различные *способы восприятия материала* со стороны обучаемого, то здесь онлайн-формат скорее проигрывает очному, т. к. делает сложным или практически невозможным некоторые виды деятельности: практические занятия с использованием профессионального оборудования, тренировка моторных навыков, преобладание визуальной информации (текстовой, числовой, графической) при самостоятельном чтении учебных пособий подходит не всем студентам. В онлайн-формате преобладают мультимедийные ресурсы, аналоги лабораторных стендов, компьютерные симуляторы. Разработка подобных симуляторов требует больших трудозатрат и финансовых вложений, но за последние два года этот процесс стал активно развиваться [17, 18]. Если для проведения лабораторных работ требуется только среда разработки, их рекомендуется провести в онлайн-формате. Однако очное выполнение задания под контролем преподавателя следует перенести в разряд самостоятельной работы, как и оформление отчета. Для ускорения процесса сдачи работ студент должен заранее открыть все нужные файлы, а также запустить программу и выполнить тесты. На этом экономится довольно много времени. Студенты могут оперативно учесть замечания, которые преподаватель сделал другим студентам и исправить свою работу до того, как преподаватель начнет её проверять. При сдаче работы в аудитории такая возможность затруднена.

Для очного формата характерен такой способ подачи теоретического материала, как лекция, групповые очные консультации в форме «вопрос–ответ». В онлайн-формате аналоги этих видов занятий могут быть более интересными и разнообразными: видеокон-

ференции с обратной связью, совместная работа с электронными ресурсами (Google-документами, таблицами, презентациями [19], общими файлами в каналах MsTeams [8], отечественным аналогом могут служить форумы в корпоративной LMS или группы в Webinar [11]). Также возможно одновременное взаимодействие одного или нескольких преподавателей с одним или несколькими студентами через видеоконференции, электронную почту, мессенджеры, чаты, форумы, информационную образовательную среду учебного заведения. Эти технологии позволяют разнообразить процесс обучения и повышать мотивацию студентов. Если аудитория оснащена современным компьютерным оборудованием, то приёмы онлайн-обучения можно эффективно применять и в очном обучении, например, при освоении профессиональных программных пакетов для инженерного проектирования.

При проведении семинарских занятий как в очном, так и в онлайн-формате возможна организация диалога с одним или несколькими студентами. Во втором случае демонстрация экрана в формате видеоконференций позволяет всем студентам наблюдать за процессом решения задачи и оперативно усвоить правильные идеи и исправить допущенные ошибки. Особенно эффективны онлайн-занятия, включающие решение задач проектирования аппаратно-программного обеспечения на основе системного подхода. В частности, это даёт возможность писать код и отлаживать программу, привлекая всю группу к этому процессу. Условие задачи, уже разработанные фрагменты кода, замечания к алгоритму можно быстро передать всем студентам группы в текстовом виде, используя чат. При этом студент может сохранять и исправлять как свой код, так и код своих коллег. При правильном подходе у студента после занятия в распоряжении будет больше материалов, чем можно получить в аудитории. Онлайн-занятие несложно сопроводить презентацией, организовать видеозапись и выложить в общий доступ. Тогда как в очном формате требуется множество аппаратуры в каждом классе. Опросы студентов показывают, что они регулярно, в том числе повторно, просматривают эти материалы. Более того, иногда это происходит и после завершения изучения курса.

Целесообразно разрешить студентам сдавать *отчеты о выполненных работах* как на бу-

мажных носителях, так и в электронном виде, рекомендовав самостоятельно дублировать эти результаты. Для сохранности результатов оценивания в бумажном виде при смене формата обучения следует выполнить фото титульного листа отчета в момент его сдачи (с оценкой и подписью преподавателя). Электронные отчеты можно принимать по почте, собирать в каналах MsTeams или с помощью специальных модулей отечественной/корпоративной LMS системы, где есть возможность хранить как сами оценки, так и комментарии проверяющего. Электронные отчеты позволяют выявлять плагиат, отправлять на передачу или принимать административные меры, вплоть до отчисления.

При организации *текущего контроля* знаний (контрольные работы, блиц-опросы, зачеты) в очном формате легко организовать контроль за аудиторией, отслеживать моменты списывания работ у других студентов. Напротив, электронный вид работы открывает широкие возможности копирования, и решением проблемы может стать: предупреждение студентов о наказании за плагиат, увеличение числа различных вариантов задания (в идеале по количеству студентов, но можно придать одним и тем же вариантам разные номера в разных группах). Для очного формата обучения легко можно использовать такой онлайн-инструмент, как тесты, в любой LMS системе или отдельные приложения (например, российская StartExam [20], Google формы [19] или Socrative [21] с элементами геймификации). Достоинствами онлайн-тестов являются: возможность запуска как на очном, так и на онлайн-занятии; доступность для всех присутствующих и отсутствующих в аудитории; автоматизация составления заданий и проверки выполненных работ; удобство проведения одновременного контроля во всем потоке/группе; более справедливое оценивание и быстрая публикации результатов проверки; возможность редактирования исходных вопросов теста с автоматическим пересчетом балльных оценок каждому участнику. Формат теста требует больше времени от преподавателя на подготовку (особенно для больших потоков студентов), однако набор тестовых вопросов можно с небольшой редакцией использовать повторно. Выполнение и защита домашних заданий, курсовых и дипломных работ могут быть с равным успехом реализованы как в очном, так и в он-

лайн-формате. Применяемые моментальные опросы в видеочатах [11]/LMS-системах [13] или автоматические отчеты по результатам встречи [8] позволяют избежать переключки, дополнительно повышая контроль и вовлеченность студентов. Различные онлайн-курсы активно используют взаимное оценивание, что способствует развитию навыков проведения научно-технических экспертиз. Также в формате онлайн можно более эффективно организовать коллективное обсуждение с демонстрацией наиболее распространенных ошибок в тестах и контрольных работах.

Экзамен может проводиться как в очном, так и в онлайн-формате с использованием различных форм контроля: экзамен по билетам (теоретическая часть и решение задач на листе бумаги), тест, решение задач на компьютере, решение инженерных задач (с использованием реальных схем и оборудования). Очный формат предполагает малую трудоемкость в подготовке для преподавателя и может использоваться в случае ограниченности времени и ресурсов. Однако следует отметить и ряд минусов: высокая длительность мероприятия, нервозность для студентов, списывание и шпаргалки, малая эффективность для больших потоков студентов, большое количество времени, затрачиваемое на проверку письменных работ. Для онлайн-формата строгий присмотр со стороны экзаменатора с успехом заменит система видеofиксации, прокторинга [22] или дополнительной защиты Safe Exam Browser [23], которые внедрены во все современные образовательные платформы LMS систем, такие как Moodle [13] или Stepik [24] (рис. 5).

Стоит также обратить внимание на российские аналоги MyLMS [25], iSpring [26], а также на систему Экзамус [27]. Единственная сложность может возникнуть при проверке рукописных черновиков (для преподавателя), прикрепленных к ответу, или при использовании встроенного в систему редактора текста/формул (для студентов).

Форма решения задачи на компьютере одинаково удобна как для очного, так и для дистанционного формата. При этом в очном формате требуется заказ дисплейного класса либо наличие у студентов ноутбуков при сдаче экзамена. При онлайн-сдаче дисплейный класс не требуется, но препятствием к успешной сдаче экзамена, например, может служить недостаточная мощность персонального компьютера студента, плохая связь, а также

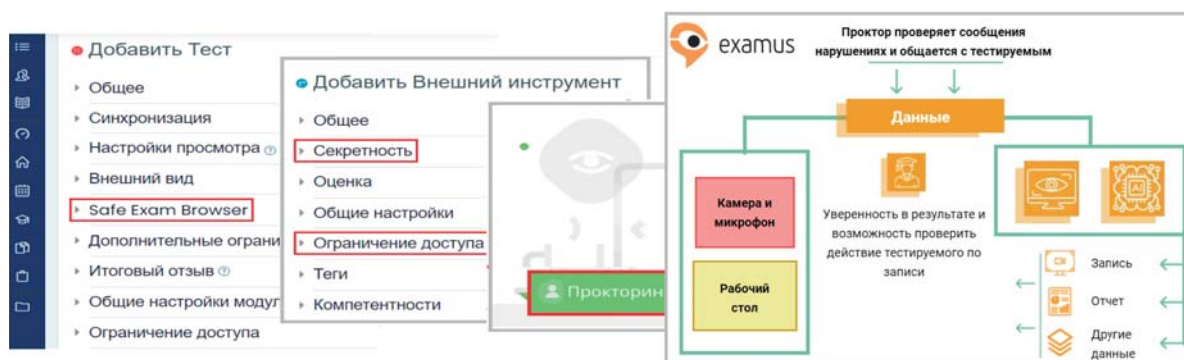


Рис. 5. Онлайн-инструменты для настройки прокторинга
Fig. 5. Online proctoring and protection setting tools

отсутствие необходимого программного обеспечения. Демонстрация умения работать с оборудованием удобна в очном формате, но практически невозможна в формате онлайн. Исключением является случай наличия программных эмуляторов соответствующего оборудования [5, 17, 18].

Итоговая аттестация ГИА также с успехом может быть проведена как в очном, так и онлайн-формате. Во втором случае легче привлечь к защитах сторонних специалистов из профессиональных сообществ (которым бывает сложно физически отлучиться со своего постоянного рабочего места), требуется меньше ресурсов на видеофиксацию, упрощен пересмотр результатов при необходимости, например, при апелляции. Допустим и гибридный формат. Ещё до карантина были случаи онлайн-присутствия студентов (обучающихся временно в других университетах в рамках обмена студентами) на сдаче групповых проектных работ, что не вызывало особых нареканий у комиссии.

С точки зрения *очередности и числа одновременно изучаемых предметов* в онлайн-формате также можно увидеть упрощение в перестройке расписания занятий. Некоторые вузы применили разумный подход (гибридный формат): несколько дней в неделю – только очные занятия и несколько дней – только онлайн-обучение.

Дополнительные виды учебных занятий способствуют развитию навыков организации самостоятельной индивидуальной работы, работы небольших коллективов и самостоятельного повышения профессиональной квалификации. Онлайн-инструменты для динамического планирования графика дополнительных занятий, коллективных встреч для обсуждения профессиональных задач, отсле-

живания планируемых и выполненных задач, освоенные при онлайн-обучении, могут быть легко внедрены в очный формат.

До начала внедрения массового онлайн-обучения дополнительное взаимодействие (*обратная связь*) со студентами в очном формате предполагало либо групповые, либо индивидуальные консультации. Во время пандемии и вынужденного перехода в онлайн-формат участники учебного процесса обнаружили и освоили множество альтернативных технологий взаимодействия: консультирование в чатах, форумах, мессенджерах, в LMS-системах, комментарии в Google-документах, в результатах онлайн-тестирования или видеоконференциях, онлайн-опросы [28]. Этот опыт можно легко внедрить в очное обучение. Существенный недостаток онлайн-общения со студентами – это необходимость быстрого реагирования на их вопросы. Это требует установить временные рамки, потому что, если преподаватель работает в формате «доступен 24/7», может быстро наступить профессиональное выгорание. Результаты опросов студентов показывают, что с их точки зрения в онлайн-формате:

- повышается активность участия в дискуссиях;
- стало осознаннее отношение к учебе;
- стали активнее развиваться навыки самостоятельной работы и самообразования;
- появилось стремление восполнять пробелы в любую свободную минуту;
- индивидуальное общение через чаты/почту во время³ или сразу после завершения занятия предпочтительнее групповых консультаций по расписанию.

³ менее удобно преподавателю во время лекции, но легко организовать на семинарах и практических занятиях.

Также эффективно проведение анкетирования студентов в процессе изучения курса и по его завершении с целью совершенствования материалов курса и учета пожеланий студентов о содержании курса. Это позволит повысить мотивацию и удовлетворенность процессом обучения.

Проектная деятельность и проектное обучение получили широкое признание еще до массового образования в онлайн. Отсутствие возможности непосредственного общения руководителей и исполнителей проектов привело к активному использованию существующих и развитию новых цифровых сервисов: таск-трекеров (Trello [29], Мегатлан [30], Яндекс.Трекер [31] и др.), веб-сервисов для хостинга IT-проектов и их совместной разработки (GitHub [32] или российского аналога GitFlic [33]), платформ управления проектной работой студентов как внутриуниверситетского единого окна в онлайн-сервисы, личных кабинетов проектных команд, единого университетского форума, платформ видеоконференций, чатов и форумов и др. [34].

Эта область образовательной деятельности новая, и разные университеты предлагают свои экспериментальные решения [5]. В том числе предлагается организация проектного обучения на основе опросов работодателей и заявок от организаций [35], что вызвало интерес участников проектов, но выявила нехватку знаний и профессиональных навыков и необходимость их самостоятельного освоения с привлечением специалиста от предприятия. При наличии внешнего заказчика можно объявлять тендер среди студенческих команд и разрешать выполнение проекта на платформе компании, а не в университете. В контексте организации взаимодействия с представителями заказчика, методики онлайн-обучения показывают свою эффективность.

Один из путей модернизации проектной деятельности – предоставить больше инициативы студентам по выбору тематики проектов. Предлагается также ввести два потенциальных образовательных трека инженерной магистратуры: практико-ориентированной и научно-педагогической [36], выбираемые студентами самостоятельно. В этом случае встает вопрос достижения одной из важнейших задач проектного обучения, достижения ключевых образовательных результатов по блоку профессиональных спец дисциплин, закрепление теоретических знаний, полученных по

этим дисциплинам на практике. Отмечается целесообразность перехода от отдельных курсовых проектов по различным дисциплинам к комплексному междисциплинарному проекту по принципу «бригадного метода» с имитацией модели выполнения проекта на предприятии [37]. При этом несколько студенческих проектных групп могут работать над одной задачей, пытаясь получить собственное решение с последующим анализом результатов и выбором наилучшего варианта проектного решения [38].

Некоторые особенности инженерного образования делают весьма затруднительным или даже невозможным онлайн-выполнение аппаратно-программных проектов, требующих макетирования, отладки разрабатываемых изделий и проведение экспериментов на реальных объектах. Но даже в этом случае можно воспользоваться преимуществами онлайн-инструментов коллективной работы, цифрового сопровождения проектов, удаленного общения с командой исполнителей, руководителем, заказчиками, инвесторами, консультантами, внешними заказчиками. Особенно это актуально при выполнении цифровых проектов.

Особенности формата обучения для разных уровней высшего образования

Если сравнивать студентов магистратуры и бакалавриата, то можно заметить, что магистры – люди более занятые, по сравнению с бакалаврами и специалистами, т. к. практически все работают. Значит, для них предпочтительно онлайн-образование. При этом часть наиболее сильных студентов либо не рассматривают обучение в магистратуре при отсутствии онлайн-формата, либо отчисляются при вынужденном переходе в очный формат. Поэтому множество магистерских образовательных программ рассматривают вопрос о полном переходе в онлайн-формат. Для бакалавриата (особенно на младших курсах) предпочтителен очный формат, который позволяет адаптироваться к академической среде, лично пообщаться с педагогами и учеными, привыкнуть к формату университетского обучения. Для бакалавров-старшекурсников предпочтителен гибридный формат, поскольку многие из них начинают работать. Гибридный формат (с частичным сохранением очных занятий) необходим, т. к. в инженерном образовании существуют дисциплины, требующие практи-

ческой работы с оборудованием в лабораториях, и в основном эти специальные дисциплины изучаются на старших курсах.

Технологии модификации образовательной траектории

При модификации образовательной траектории необходимо выбрать варианты реализации образовательных элементов, продумать последовательность занятий, улучшить соответствие контрольных мероприятий и элементов контроля темам и разделам курса, варьировать практические задания для повышения заинтересованности студентов. В этих целях можно воспользоваться одной из существующих моделей педагогического дизайна: ADDIE [39], SAM [40], SMART [41], ALD [42] и др. Исследования и примеры в этой области [39–45] помогут правильно подойти к вопросу и применить выбранную модель на практике. Например, модель SAM последовательного приближения делит процесс разработки траектории на короткие повторяющиеся шаги-итерации, во время которых постепенно нарабатываются новые качества продукта. Модель SMART предполагает, что в основу модификации положено четкое целеполагание и переход к использованию адекватных измеримых оценочных критериев. В работе [43] обобщены способы повышения мотивации студентов в образовательном процессе вуза в условиях вынужденной дистанционной формы обучения в рамках модели ARCS Джона Келлера

[44], включая поощрения и рейтинговые награды, такие как значки в Moodle [45].

Заключение

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы. Наиболее эффективной методикой обучения представляется смешанный формат, при котором онлайн-технологии применяются параллельно с очными, возможно дублируя некоторые виды занятий (например, очные лекции с видеофиксацией и размещением в LMS-системах). Студенты и многие преподаватели все чаще предпочитают онлайн- или смешанный форматы обучения, что необходимо учитывать при выстраивании образовательных траекторий. Для этого целесообразно использовать цифровые сервисы: task-менеджеры, web-сервисы для хостинга IT-проектов и их совместной разработки, платформы управления проектной работой студентов, систему единого окна для всех IT-сервисов, личные кабинеты, электронные ведомости, инструмент цифровой подписи, электронные диспетчерские для быстрого изменения расписания занятий, комплекс IP-телестудий, модули автоматической проверки заданий, облачные видеорекордеры и архив для видеоконтента (лекции, семинары, защиты ВКР, пересдач экзаменов...), единый университетский форум и др. Для каждого элемента образовательной траектории существует наиболее рациональное сочетание очных и онлайн-инструментов и средств поддержки обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы отчетов Дирекции основных образовательных программ НИУ ВШЭ. URL: <https://www.hse.ru/deprog/otchetstatistika> (дата обращения 12.03.2022).
2. The disconnected: COVID-19 and disparities in access to quality broadband for higher education students / J. Cullinan, D. Flannery, J. Harold et al. // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2021. – № 18 (26). DOI: 10.1186/s41239-021-00262-1
3. Chazen D. Factors affecting students academic performance in 2020–2021. URL: <https://verbit.ai/factors-affecting-students-academic-performance/> (дата обращения 12.03.2022)
4. Towards understanding online question & answer interactions and their effects on student performance in large-scale STEM classes / D. Smith IV, Q. Hao, V. Dennen et al. // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2020. – № 17 (20). DOI: 10.1186/s41239-020-00200-7
5. Вишнеков А.В., Иванова Е.М., Ерохина Е.А. Опыт применения цифровых технологий при переходе базового университетского образования на онлайн-формат обучения // *Информационные технологии*. – 2021. – Т. 27. – № 9. – С. 494–504. DOI: 10.17587/it.27.494-504
6. Ivanova E.M., Vishnekov A.V. A computer design method of an effective educational trajectory in blended learning based on students' assessment // *Education and Information Technologies*. – 2020. – V. 25. – № 2. – P. 1439–1458. DOI: 10.1007/s10639-020-10109-3
7. Ограничение на количество участников в Zoom. URL: <https://zoomapp.ru/faq/participants-limits-in-zoom-meetings> (дата обращения 12.03.2022).
8. Документы для администраторов Microsoft Teams <https://docs.microsoft.com/ru-ru/MicrosoftTeams/> (дата обращения 12.03.2022).
9. Maximum number of participants on a meeting on meet.jit.si server. URL: <https://community.jitsi.org/t/maximum-number-of-participants-on-a-meeting-on-meet-jit-si-server/22273> (дата обращения 12.03.2022).

10. 6 отечественных платформ для проведения онлайн-трансляций и видеоконференций. URL: <https://habr.com/ru/post/519280/> (дата обращения 12.03.2022).
11. Webinar Group – российская экосистема сервисов для онлайн-мероприятий, обучения, встреч и вебинаров. URL: <https://webinar.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
12. Вышка Digital I Smart LMS. URL: <https://edu.hse.ru> (дата обращения 12.03.2022).
13. Moodle. URL: <https://moodle.org/> (дата обращения 12.03.2022).
14. Яндекс.Диск. URL: <https://disk.yandex.ru/client/disk> (дата обращения 12.03.2022).
15. Google Диск. URL: <https://www.google.ru/drive/> (дата обращения 12.03.2022).
16. Google Classroom. URL: <https://edu.google.com/products/classroom/> (дата обращения 12.03.2022).
17. Применение виртуальных лабораторных стендов в образовательном процессе / А.И. Юрин, М.И. Красивская, А.В. Дмитриев, Г.Ю. Злодеев // Информационные технологии. – 2014. – № 6. – С. 70–72.
18. Интерактивный учебно-исследовательский комплекс для моделирования процессов в вычислительных системах / А.В. Вишнеков, Е.М. Иванова, К.Э. Басова, Е.О. Ветелина // Информационные технологии. – 2019. – Т. 25. – № 8. – С. 490–501. DOI: 10.17587/it.25.490-501
19. Google Документы/Таблицы/Презентации/Формы. URL: <https://www.google.ru/intl/ru/docs/about/> (дата обращения 12.03.2022).
20. Система тестирования сотрудников. URL: <https://www.startexam.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
21. Meet Socrative. URL: <https://www.socrative.com/> (дата обращения 12.03.2022).
22. Прокторинг в онлайн-экзаменах: как это работает? URL: <https://habr.com/ru/company/stepic/blog/329420/> (дата обращения 12.03.2022).
23. Safe Exam Browser Overview. URL: https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html (дата обращения 12.03.2022).
24. Stepik. URL: <https://welcome.stepik.org/ru> (дата обращения 12.03.2022).
25. MyLMS. URL: https://www.mylms.ru/view_doc.html?mode=welcome (дата обращения 12.03.2022).
26. Платформа для онлайн-обучения. URL: <https://www.ispring.ru> (дата обращения 12.03.2022).
27. Экзамус – анализ поведения пользователей. URL: <https://cyberproctor.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
28. Investigating feedback implemented by instructors to support online competency-based learning (CBL): a multiple case study / H. Wang, A. Tlili, J.D. Lehman et al. // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2021. – № 18 (5). DOI: 10.1186/s41239-021-00241-6
29. Trello. URL: <https://trello.com/> (дата обращения 12.03.2022).
30. Мегаплан. URL: <https://megaplan.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
31. Yandex Tracker. URL: <https://cloud.yandex.ru/services/tracker> (дата обращения 12.03.2022).
32. GitHub. URL: <https://github.com/> (дата обращения 12.03.2022).
33. GitFlic – первый российский сервис для хранения кода и работы с ним. URL: <https://gitflic.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
34. Servisy MIEM. URL: <https://wiki.miem.hse.ru/docs/miem-digital> (дата обращения 12.03.2022).
35. Меренков А.В., Мельникова О.Я. Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрий 4.0. // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 23–33. DOI: 10.54835/18102883_2021_29_2
36. Тучина О.Р., Бурлаченко Л.С. Магистратура в инженерном вузе: взгляд студентов. // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 64–71. DOI: 10.54835/18102883_2021_29_6
37. Хохлова Я.А., Шульгин Д.Б. Опыт реализации обучения проектного типа на основе междисциплинарного технологического проекта // Интеллектуальная собственность и инновации: материалы X международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – С. 260–268.
38. Кузлякина В.В. Интеграция учебных дисциплин и процедур в инженерном образовании на основе ЭСОО // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 45–52. DOI: 10.54835/18102883_2021_29_4
39. Widyastuti E., Susiana. Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – V. 1188. – P. 012052. DOI: 10.1088/1742-6596/1188/1/012052.
40. Rapchak M., Ahlin E. Instructional Design in LIS education: preparing for new educational roles in an interconnected world. URL: <https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/108803> (дата обращения 05.02.2022).
41. Meng Q., Jia J., Zhang Z. A framework of smart pedagogy based on the facilitating of high order thinking skills // Interactive Technology and Smart Education. – 2020. – V. 17. – № 3. – P. 251–266.
42. Денисова К. Педагогический дизайн: понятие, принципы, модели. URL: <https://moluch.ru/information/pedagogicheskij-dizajn-ponyatie-principy-modeli/> (дата обращения 12.03.2022).
43. Исакова А.И., Левин С.М. Модели повышения мотивации студентов в образовательном процессе ВУЗА // Инженерное образование. – 2020. – № 28. – С. 20–30.
44. Li K., Keller J.M. Use of the ARCS model in education: a literature review // Computers & Education. – 2018. – V. 122. – P. 54–62.
45. Золотухин С. Геймификация в Moodle. Бейджификация (Значки) URL: <https://vc.ru/video/309249-geymifikaciya-v-moodle-3-x-beydzifikaciya-znachki> (дата обращения 12.03.2022).

Дата поступления 20.03.2022 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883_2022_31_1

COMPARATIVE ANALYSIS OF FULLTIME AND ONLINE LEARNING FOR ENGINEERING STUDENTS TO BUILD A SINGLE INTEGRATED EDUCATIONAL TRAJECTORY

Andrey V. Vishnekov,

Dr. Sc., professor,
avishnekov@hse.ru

Elena A. Erokhina,

senior lecturer,
eerokhina@hse.ru

Elena M. Ivanova,

Cand. Sc., associate professor,
emivanova@hse.ru

Higher School of Economics (Research University),
11, Pokrovsky boulevard, Moscow, 109028, Russia.

The relevance of this work is caused by the constantly changing epidemiological and political environment, which makes it necessary to dynamically rebuild the educational process in higher educational institutions, and forces teachers to modify the educational trajectory to increase its effectiveness. Under these conditions, the task of finding the most rational balance between full-time and online learning formats is becoming increasingly important. The aim of the study is to develop recommendations for the implementation of elements of an integrated educational trajectory of an academic discipline, which ensures the combination of tools and means of full-time and online education in the system of engineering education, taking into account the specifics of the direction of training. The difficulties that arise when deciding on a combination of tools and means of full-time and online learning necessitate the use of methods of verbal analysis and decision-making in the absence of significant statistical information. The work uses qualitative research methods, such as: observation, generalization of own practical experience, combined pairwise comparisons, collection of information and its interpretation. The authors have carried out the analysis of the mechanisms for implementing the elements of the educational trajectory in full-time and online formats and assessed their strengths and weaknesses in terms of training in engineering specialties. Effective means and approaches to the organization of full-time and online learning for the implementation of various elements of the educational trajectory are identified, taking into account the specifics of training bachelors, masters and specialists. The authors recommended the approaches to updating the educational trajectory based on pedagogical design models. It is shown that the results of research in the field of pedagogical design help to find the right approach and apply the chosen model in practice, taking into account the characteristics of various learning formats.

Key words: Online learning, full-time learning, educational trajectory, engineering education, teaching methods.

REFERENCES

1. *Materialy otchetov Direktsii osnovnykh obrazovatelnykh programm NIU VSHE* [Materials of the reports of the Directorate of Basic Educational Programs of the National Research University Higher School of Economics]. Available at: <https://www.hse.ru/deprog/otchetstatistika> (accessed 12 march 2022).
2. Cullinan J., Flannery D., Harold J. The disconnected: COVID-19 and disparities in access to quality broadband for higher education students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2021, no. 18 (26). DOI: 10.1186/s41239-021-00262-1
3. Chazen D. Factors affecting students academic performance in 2020–2021. Available at: <https://verbit.ai/factors-affecting-students-academic-performance/> (accessed 12 March 2022).
4. Smith D.H. IV, Qiang Hao, Dennen V., Tsikerdekis M., Barnes B., Martin L., Tresham N. Towards understanding online question & answer interactions and their effects on student performance in large-scale STEM classes. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2020, no. 17 (20). DOI: 10.1186/s41239-020-00200-7
5. Vishnekov A.V., Ivanova E.M., Erokhina E.A. Opyt primeneniya tsifrovyykh tekhnologiy pri perekhode bazovogo universitetskogo obrazovaniya na onlayn-format obucheniya [Experience in the use

- of digital technologies in the transition of basic university education to an online learning format]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2021, vol. 27, no. 9, pp. 494–504. DOI: 10.17587/it.27.494-504
6. Ivanova E.M., Vishnekov A.V. A computer design method of an effective educational trajectory in blended learning based on students' assessment. *Education and Information Technologies*, 2020, vol. 25, no. 2, pp. 1439–1458. DOI: 10.1007/s10639-020-10109-3
 7. *Ogranichenie na kolichestvo uchastnikov v Zoom* [Limit on the number of participants in Zoom]. Available at: <https://zoomapp.ru/faq/participants-limits-in-zoom-meetings> (accessed 12 March 2022).
 8. *Dokumenty dlya administratorov Microsoft Teams* [Documents for Microsoft Teams administrators]. Available at: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/MicrosoftTeams/> (accessed 12 March 2022).
 9. *Maximum number of participants on a meeting on meet.jit.si server*. Available at: <https://community.jitsi.org/t/maximum-number-of-participants-on-a-meeting-on-meet-jit-si-server/22273> (accessed 12 March 2022).
 10. *6 otechestvennykh platform dlya provedeniya onlayn-translyatsiy i videokonferentsiy* [6 domestic platforms for online broadcasts and video conferencing]. Available at: <https://habr.com/ru/post/519280/> (accessed 12 March 2022).
 11. *Webinar Group – rossiyskaya ekosistema servisov dlya onlayn-meropriyatiy, obucheniya, vstrech i webinarov* [Webinar Group is a Russian ecosystem of services for online events, training, meetings and webinars]. Available at: <https://webinar.ru/> (accessed 12 March 2022).
 12. *Vyshka Digital I Smart LMS* [Tower Digital I Smart LMS]. Available at: <https://edu.hse.ru> (accessed 12 March 2022).
 13. *Moodle*. Available at: <https://moodle.org/> (accessed 12 March 2022).
 14. *Yandex.Disk*. Available at: <https://disk.yandex.ru/client/disk> (accessed 12 March 2022).
 15. *Google Disk*. Available at: <https://www.google.ru/drive/> (accessed 12 March 2022).
 16. *Google Classroom*. Available at: <https://edu.google.com/products/classroom/> (accessed 12 March 2022).
 17. Yurin A.I., Krasivskaya M.I., Dmitriev A.V., Zlodeev G.Yu. Primenenie virtualnykh laboratornykh stendov v obrazovatel'nom protsesse [The use of virtual laboratory stands in the educational process]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2014, no. 6, pp. 70–72.
 18. Vishnekov A.V., Ivanova E.M., Basova K.E., Vetelina E.O. Interaktivnyy uchebno-issledovatel'skiy kompleks dlya modelirovaniya protsessov v vychislitel'nykh sistemakh [Interactive educational and research complex for modeling processes in computing systems]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2019, vol. 25, no. 8, pp. 490–501. DOI: 10.17587/it.25.490-501
 19. *Google Dokumenty/Tablitsy/Prezentatsii/Formy* [Google Docs/Sheets/Slides/Forms]. Available at: <https://www.google.ru/intl/ru/docs/about/> (accessed 12 March 2022).
 20. *Sistema testirovaniya sotrudnikov* [Employee testing system]. Available at: <https://www.startexam.ru/> (accessed 12 March 2022).
 21. *Meet Socrative*. Available at: <https://www.socrative.com/> (accessed 12 March 2022).
 22. *Proktoring v onlayn-ekzamenakh: kak eto rabotaet?* [Proctoring in online exams: how does it work?] Available at: <https://habr.com/ru/company/stepic/blog/329420/> (accessed 12 March 2022).
 23. *Safe Exam Browser Overview*. Available at: https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html (accessed 12 March 2022).
 24. *Stepik*. Available at: <https://welcome.stepik.org/ru> (accessed 12 March 2022).
 25. *MyLMS*. Available at: https://www.mylms.ru/view_doc.html?mode=welcome (accessed 12 March 2022).
 26. *Platforma dlya onlayn-obucheniya* [Online learning platform]. Available at: <https://www.ispring.ru> (accessed 12 March 2022).
 27. *Ekzamus – analiz povedeniya polzovateley* [Examus – analysis of user behavior]. Available at: <https://cyberproctor.ru/> (accessed 12 March 2022).
 28. Wang H., Tlili A., Lehman J.D. Investigating feedback implemented by instructors to support online competency-based learning (CBL): a multiple case study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2021, no. 18 (5). DOI: 10.1186/s41239-021-00241-6
 29. *Trello*. Available at: <https://trello.com/> (accessed 12 March 2022).
 30. *Megaplan*. Available at: <https://megaplan.ru/> (accessed 12 March 2022).
 31. *Yandex Tracker*. Available at: <https://cloud.yandex.ru/services/tracker> (accessed 12 March 2022).
 32. *GitHub*. Available at: <https://github.com/> (accessed 12 March 2022).
 33. *GitFlic – pervy rossiyskiy servis dlya khraneniya koda i raboty s nim* [GitFlic – the first Russian service for storing code and working with it]. Available at: <https://gitflic.ru/> (accessed 12 March 2022).
 34. *Servisy MIEM*. Available at: <https://wiki.miem.hse.ru/docs/miem-digital> (accessed 12 March 2022).
 35. Merenkov A.V., Melnikova O.Ya. Organizational practices for the training of engineering personnel in demand by industry 4.0. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 23–33. DOI: 10.54835/18102883_2021_29_2. In Rus.
 36. Tuchina O.R., Burlachenko L.S. Master's degree in engineering: students' point of view. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 64–71. DOI: 10.54835/18102883_2021_29_6. In Rus.

37. Khokhlova Ya.A., Shulgin D.B. Opyt realizatsii obucheniya proyektного типа na osnove mezhdistiplinarnogo tekhnologicheskogo proekta [Experience in the implementation of project-based learning based on an interdisciplinary technological project]. *Intellektualnaya sobstvennost i innovatsii: materialy X mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Intellectual property and innovations. Materials of the X international scientific and practical conference]. Ekaterinburg, UrFU Publ., 2018. pp. 260–268.
38. Kuzlyakina V.V. Integration of educational disciplines and procedures in engineering education based on ES00. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 45–52. In Rus. DOI: 10.54835/18102883_2021_29_4
39. Widyastuti E., Susiana. Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1188, pp. 012052. DOI: 10.1088/1742-6596/1188/1/012052.
40. Rapchak M., Ahlin E. *Instructional design in LIS education: preparing for new educational roles in an interconnected world*. Available at: <https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/108803> (accessed 05 February 2022).
41. Meng Q., Jia J., Zhang Z. A framework of smart pedagogy based on the facilitating of high order thinking skills. *Interactive Technology and Smart Education*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 251–266.
42. Denisova K. *Pedagogicheskiy dizayn: ponyatie, printsipy, modeli* [Denisova K. Pedagogical design: concept, principles, models]. Available at: <https://moluch.ru/information/pedagogicheskij-dizajn-ponyatie-principy-modeli/> (accessed 12 March 2022).
43. Isakova A.I., Levin S.M. Models of increasing students' motivation in the educational process of the university. *Engineering education*, 2020, no. 28, pp. 20–30. In Rus.
44. Li K., Keller J.M. Use of the ARCS model in education: a literature review. *Computers & Education*, 2018, vol. 122, pp. 54–62.
45. Zolotukhin S. *Geymifikatsiya v Moodle. Beydzhifikatsiya (Znachki)* [Gamification in Moodle. Badging (Badges)]. Available at: <https://vc.ru/video/309249-geymifikatsiya-v-moodle-3-x-beydzhifikatsiya-znachki> (accessed 12 March 2022).

Received: 20 March 2022.