

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-22-29

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ГИБКИЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. А. Никандров¹ ✉¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

✉ nik190397@mail.ru

Аннотация

В статье актуализируется необходимость использования многофункциональных, гибких онлайн-платформ для содействия образовательной деятельности, в частности, для дисциплины «Машинное обучение». Описаны основные характеристические черты дисциплины «Машинное обучение», преподавание которой реализуется с помощью задачного подхода через написание программных кодов на языке программирования, в качестве которого выбран интерпретатор Python 3 со связкой библиотек NumPy, Pandas, Matplotlib и Seaborn для обработки и визуализации данных. Непосредственно для машинного обучения задействуется библиотека Scikit-learn. В дополнение к интерпретатору Python 3 задействованы средства набора программного кода, а именно: кроссплатформенная среда разработки PyCharm Community и веб-приложение с открытым исходным кодом Jupyter Notebook. Оценивается потенциал образовательных многофункциональных, гибких онлайн-платформ, включающих в себя конструкторы открытых онлайн-курсов для содействия обучению студентов. Выделены самые упоминаемые онлайн-платформы, проведен анализ их функционала, касающегося размещения материала по программированию и машинному обучению в различных форматах отечественных и зарубежных научных публикаций. На основании анализа функционала выделена, разобрана и обсуждена группа потенциальных основных требований к образовательным платформам при обучении программированию в рамках дисциплины «Машинное обучение».

Ключевые слова: образовательная платформа, конструктор онлайн-курсов, Stepik, программирование, машинное обучение, Python 3.

Для цитирования:

Никандров А. А. Многофункциональные и гибкие онлайн-платформы для создания образовательных материалов. *Информатика и образование*. 2022;37(6):22–29. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-22-29

MULTIFUNCTIONAL AND FLEXIBLE ONLINE PLATFORMS FOR CREATING EDUCATIONAL MATERIALS

A. A. Nikandrov¹ ✉¹ The Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia

✉ nik190397@mail.ru

Abstract

The article actualizes the need to use multifunctional flexible online platforms to promote educational activities, in particular the discipline “Machine Learning”. The main characteristic features of the discipline “Machine Learning” are described, the teaching of which consists in a task-based approach through writing program codes in a programming language, which is the Python 3 interpreter with a bundle of libraries selected: NumPy, Pandas, Matplotlib and Seaborn for data processing and visualization. The Scikit-learn library is used directly for machine learning. In addition to the Python 3 interpreter, coding tools are involved, namely: the PyCharm Community cross-platform development environment and the Jupyter Notebook open source web application. The potential of educational multifunctional flexible online platforms including designers of open online courses to facilitate independent learning of students is evaluated. According to the versions of various domestic and foreign scientific publications, the most mentioned online platforms are identified, their functionality regarding the placement of material in the fields of programming and machine learning was analyzed. Based on the analysis of the functional, a group of potential basic requirements for educational platforms in teaching programming within the discipline “Machine Learning” was identified, analyzed and discussed.

Keywords: educational platform, online course constructor, Stepik, programming, machine learning, Python 3.

For citation:

Nikandrov A. A. Multifunctional and flexible online platforms for creating educational materials. *Informatics and Education*. 2022;37(6):22–29. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-22-29

1. Введение

Современные образовательные платформы, включающие в себя конструкторы открытых онлайн-курсов, способствуют как обучению на основе запросов, так и независимому обучению студентов вузов, поскольку облегчают взаимодействие между преподавателем и учащимися. Преподаватель имеет возможность распределять задания, устанавливать дедлайн подачи выполненных заданий, следить за успеваемостью учащихся и организовывать учебную работу с учетом персонализации и персонификации процесса обучения. Доступные платформы поощряют студентов учиться в любом месте и в любое время с помощью компьютеров, планшетов или смартфонов. Свободно владея цифровыми технологиями на бытовом уровне, являясь «цифровыми аборигенами» и используя привычные средства на занятиях, современные учащиеся демонстрируют высокий уровень заинтересованности. Для профессионального персонализированного развития студентов необходим динамический подход к образовательному процессу, который позволяет обеспечить адаптивное содержание, адаптивную последовательность действий и адаптивную оценку успешности обучения [1].

В 2022 году в Российском государственном педагогическом университете им. А. И. Герцена организовано пилотное исследование по организации электронной поддержки обучения ряду дисциплин, которые предусматривают автоматическую проверку решенных студентами задач по программированию. Исследование проводится на примере дисциплины «Машинное обучение». Необходимо, опираясь на специфику содержания курса, выработать определенные требования, которые позволят эффективно организовывать образовательный контент и управлять им. Лишь немногочисленные платформы онлайн-обучения позволяют преподавателям не только создавать материалы для поддержки обучения студентов и обмениваться такими материалами, но также предоставлять учебные задания, помогающие практиковать использование языка программирования. Выделим наиболее подходящие онлайн-платформы для осуществления учебного процесса, связанного со студенческими активностями в области программирования в рамках дисциплины «Машинное обучение».

2. Анализ дисциплины «Машинное обучение»

Современная мировая практика высшего образования предполагает обязательную организацию дистанционной поддержки обучения с активным использованием смешанных форм обучения [2]. Одной из дисциплин по направлению «01.03.02. Прикладная математика и информатика, уровень бакалавриата» в РГПУ им. А. И. Герцена (в модуле «Компьютерное обучение») является дисциплина «Машинное обучение» [3].

Цель изучения дисциплины состоит в развитии компетенции по использованию естественнонаучных и математических знаний для ориентирования в современном информационном пространстве через овладение системой знаний и умений, связанных с особенностями математических способов представления и обработки информации.

В качестве основного подхода при преподавании выступает задачный подход. Одной из мировых практик реализации этой дисциплины является решение задач машинного обучения через написание программных кодов на языке программирования, в качестве которого выбран Python 3 [4, 5]. Этот язык имеет более низкий порог вхождения по сравнению с иными языками программирования. Уже имея некоторые базовые знания в области названного языка, студенты смогут быстрее включиться в процесс освоения дисциплины, так как не будут перегружены вводным освоением синтаксиса и лексики языка.

Для обработки и визуализации данных в области машинного обучения задействована связка библиотек: NumPy, Pandas, Matplotlib и Seaborn. По умолчанию они отсутствуют в Python 3, но их можно дополнительно загрузить из открытых хранилищ и установить.

Кроме самого Python 3, который в своей базовой версии является интерпретатором, надо привлечь дополнительные средства набора программного кода — кроссплатформенную среду разработки PyCharm Community и веб-приложение Jupyter Notebook с открытым исходным кодом, которое можно использовать для создания документов, содержащих живой код, уравнения, визуализации и текст, и для обмена такими документами. Конечно, вся реализация возможна лишь с одним интерпретатором, но это происходит в ущерб производительности, так как перечисленные выше средства призваны помогать (и тем самым ускорять) набор кода и его отладку.

Содержание обучения дисциплине «Машинное обучение» детализировано в таблице 1. Предусмотрены лекционные (18 часов) и практические занятия (18 часов), а также интенсивная самостоятельная работа обучающихся (36 часов).

Стоит заметить, что машинное обучение не состоит лишь из темы № 4 (см. табл. 1), ибо в подавляющем большинстве случаев необходимы предварительная обработка данных с последующей визуализацией, позволяющие существенно увеличить качество итогового результата [6]. Невозможно осуществить предварительную обработку данных без специализированных средств, которыми в данном случае являются Jupyter Notebook и библиотеки, перечисленные в теме № 3 (табл. 1). Нельзя осознанно применить перечисленные в последнем предложении средства без знания фундамента, то есть синтаксиса языка программирования Python 3 (темы № 1 и № 2 в таблице 1). В итоге можно сделать вывод, что машинное обучение — это не только математически доказанные алгоритмы, но и средства, способные эти алгоритмы реализовать.

Таблица 1 / Table 1

Содержание дисциплины «Машинное обучение» с указанием тем и часов**The content of the discipline “Machine learning” with topics and hours**

№ темы	Название темы с кратким содержанием	Кол-во часов
1	Основы Python 3 в среде PyCharm Community: • стандартные структуры данных; • пространства имен и области видимости; • функции	18
2	Стандартная библиотека Python 3: • библиотека collections; • библиотека functools; • библиотека itertools	18
3	Библиотеки Python 3 для обработки данных и их визуализации в Jupyter Notebook: • библиотека numpy; • библиотека pandas; • библиотека matplotlib; • библиотека seaborn	18
4	Машинное обучение на обработанных данных. Классическое обучение с учителем и без. Ансамблевые методы: • библиотека Scikit-learn	18

Познавательная активность на практических занятиях обеспечивается рациональным сочетанием словесных, наглядных и практических методов обучения, работой с различными источниками информации, решением познавательных и практико-ориентированных задач из предметной области «Машинное обучение». Задача дисциплины — научить создавать освоенную модель на доступных данных, целью которой является осуществление прогнозирования по вопросу, который определен в задании. Дисциплина реализуется только на одном направлении подготовки, а именно «Прикладная математика и информатика», что позволяет адаптировать содержание к уровню подготовленности учащихся в области математики и информатики. Важно отметить, что дисциплина рассчитана на студентов 3-го курса академического бакалавриата с профильным уровнем подготовки в области прикладной математики и информатики.

До изучения дисциплины «Машинное обучение» студенты имели опыт работы с языком программирования Python 3. Использовали его для написания известных базовых алгоритмов (бинарный поиск, сортировка слиянием, сортировка вставками, алгоритм Хаффмана и т. д.) и структур данных (массив, связный список, стек, очередь и т. д.) по соответствующей дисциплине. Нельзя не отметить, что при этом им требовались элементарные знания Python 3 на уровне создания переменной и применения встроенных структур данных из built-in. Таким образом, знаний синтаксиса было недостаточно для машинного обучения.

Кроме того, студенты имели первоначальные сведения по предварительной обработке данных благодаря прохождению дисциплины «Интеллектуальный анализ данных», освоили обучение моделей в Weka (k-ближайших соседей, k-среднее, классификация

текстов и наивный байесовский алгоритм) и их дальнейшую визуализацию, но в основном применяли лишь выборочные метрики оценки качества моделей, так как эти задачи не являлись ключевыми.

Как уже было отмечено, в рамках дисциплины «Машинное обучение» все виды учебной деятельности организуются при поддержке образовательной онлайн-платформы, которая позволяет практиковать язык программирования, в данном случае — Python 3.

3. Анализ платформ

С 2019 года мир образования фактически повсеместно перешел на смешанную форму обучения, что было связано с пандемией COVID-19 и цифровой трансформацией образования. Это потребовало разработки систем электронной поддержки и сопровождения практически для всех дисциплин. Стоит отметить, что при организации дистанционной поддержки специфика содержания самой дисциплины и особенностей контингента учащихся позволяют применять различные современные методы анализа данных, осваиваемых студентами. Результаты этого анализа при правильной трактовке позволяют скорректировать учебный контент и организацию самостоятельной работы студентов с учетом ее персонализации [3].

В последнее время массовые открытые онлайн-курсы (МООК) стали популярными из-за их доступности и масштабируемости. Эффективность МООК для изучения программирования была доказана продуктивностью использования курсов по различным языкам программирования, таким как Java, Visual Basic, Haskell и многим другим [7–10].

При выборе образовательной платформы ведущим становится требование *автоматической про-*

верки кода на одном из языков программирования. Оно является ключевым для дисциплин, в рамках которых студенту необходимо написать программный код. На курсах с аудиторией в несколько сотен тысяч человек оценивание результатов работы преподавателем или даже группой преподавателей невозможно, хотя бы по причине отсутствия дедлайна: в любой момент могут появиться новые слушатели, рассчитывающие на полный функционал.

Под автоматической проверкой кода на одном из языков программирования понимается соответствие шаблону или прохождение всех тестов. Благодаря такому подходу возможно сэкономить преподавательское время на тестирование студентов. При желании преподаватель всегда может лично обратиться к решениям отдельных студентов для самостоятельного анализа.

Особенности дисциплины «Машинное обучение» учитывались также в рамках автоматизированной проверки программного кода, написанного студентами. В данном случае надо выйти за границы сопоставления ответа, предоставленного программой студента, с шаблонным вариантом. Обученная модель при одних и тех же входных данных, но различных параметрах может генерировать разные результаты (например, из-за кросс-валидации). В таком случае в качестве ответа бралось среднее значение по одной из метрик оценки качества обученной модели (например, можно использовать `cross_val_score` из библиотеки `scikit-learn`). Принимался во внимание образовательный характер решения задач, поэтому, естественно, данные для обучения подбирались таким образом, чтобы решения студентов проходили обозначенный порог при должной калибровке параметров модели.

Второе требование — *открытость онлайн-курсов* — проявляется не только в свободной записи с целью получения знаний, но и в возможности выбрать область размещения собственных материалов. Это удобно для преподавателей, которые проектируют курсы указанного выше типа, но не работают в организации, готовой заключить контракт с платформой, имеющей средства проверки программного кода.

Третье требование — *независимость от партнерства* — позволяет создателю курса не проходить череду шагов для установления контакта с владельцами интересующей его платформы. В некоторых случаях такая процедура может занимать продолжительное время или же вообще завершаться неудачей. Это требование не является существенным в случае заблаговременного обращения и наличия средств для заключения партнерства.

Открытый доступ к размещенным материалам для каждого желающего — это четвертое и прозрачное требование к платформе. Сегодня многие различные веб-приложения предоставляют свои ресурсы на основе ограниченного количества личных данных, то есть регистрация происходит, как правило, только при помощи указания адреса электронной почты.

Современным направлением в обучении на любом этапе образования является *адаптивность материала, управления и анализа результатов обучения* под конкретного учащегося. Некоторые из продвинутых онлайн-платформ имеют в своем функционале возможности для адаптивного обучения. Под адаптивностью мы будем понимать отслеживание активностей пользователя и построение образовательного маршрута, лучше других соответствующего уровню подготовки учащегося.

Кроме всего перечисленного, нужно добавить пятое требование — *гибкость платформы*. Под гибкостью будем понимать свойство, благодаря которому можно собрать курс, как конструктор. Именно гибкость платформы гарантирует индивидуализацию обучения для разноуровневых студентов, адаптацию контента под дисциплину, использование внешних ссылок, позволяющих организовать необходимые материалы типа «текст» или «медиа».

На основании вышеперечисленных первых пяти требований можно сделать вывод о том, что платформа будет являться гибкой, так как предоставляет выбор, удовлетворяющий обозначенным критериям. В дальнейшем будем подразумевать любую подходящую под первые пять требований платформу как гибкую.

Сегодня только в США и Канаде существует более двух тысяч проектов в области онлайн-образования. Среди крупных игроков мирового уровня стоит выделить Udemy, Coursera, Udacity [11–14]. Некоторые платформы (например, Coursera) сообщают о возможности создания адаптивных курсов.

На примере анализа российского рынка онлайн-обучения рассмотрим, как реализуются на практике выделяемые нами основные требования к образовательной платформе при обучении дисциплинам, связанным с программированием.

Называя признанных мировых лидеров массового онлайн-образования, нельзя не упомянуть отечественные образцы. По оценкам EdMarket, российский рынок EdTech опережает рост мирового рынка, а в 2019 году объем рынка российских EdTech-проектов составил 38,5 млрд рублей при среднегодовом росте в 20 % [15].

Основными лидерами на российском рынке являются Skillbox, Skyeng и Stepik [16, 17]. Отличие ведущих отечественных платформ от мировых заключается в подходе к образовательному процессу.

Компания Skillbox была основан в 2016 году и быстро заняла лидирующие позиции на рынке образования, привлекая отраслевых партнеров [18]. Платформа проводит отбор преподавателей и утверждает учебные программы.

Всемирно известный проект Skyeng, основанный в 2012 году, представляет собой хаб, в котором собираются студенты и преподаватели. Skyeng является модератором курсов и следит за тем, чтобы преподаватели придерживались учебных программ. Подобным образом устроенные платформы не позволяют каждому желающему размещать собственные

учебные материалы, к тому же явно требуют напрямую контактировать с представителями проектов, что занимает определенное время и ограничивает преподавательское творчество.

Российский проект под названием «Интуит» предоставляет доступ к массивам открытых онлайн-курсов [19, 20]. Большое количество представленных там курсов проверяют знания обучающихся с помощью традиционного тестирования с выбором вариантов ответов, заранее подготовленных преподавателем. Подобного типа проекты накладывают новое требование, касающееся автоматической проверки кода по заданному шаблону или его тестирования на определенном наборе данных. Но платформа, к сожалению, не поддерживает автоматическую проверку кода ни на одном из языков программирования.

«Лекториум» — еще один отечественный проект, входящий в Консорциум открытого образования (Open Education Consortium) и представляющий собой ассоциацию образовательных организаций из различных стран. Этот проект поддерживает создание онлайн-курсов с помощью команды бета-тестеров и экспертов, оценивающих созданный материал перед запуском [21]. Процесс проверки контента и его утверждения занимает много времени, и причины одобрения или отказа в публикации не всегда прозрачны.

Некоторые платформы указанного консорциума, таких как Udemu и Eduardo, требуют разместить базовую часть учебного контента электронного курса еще до его публикации. Курс публикуется только при условии полного соответствия требованиям, которые установлены владельцами, что приводит к зависимости преподавателей от мнения представителей платформы. Не исключен и отказ в публикации без объяснения причины. Если исследователь не имеет никакой информации о интересующей его платформе, в частности о проценте одобренных к запуску электронных курсов за все время ее существования, то размещение на ней собственных материалов превращается для разработчика в азартную игру. И даже при наличии положительной статистики все равно существует некоторый процент авторов, которые не получают разрешения опубликовать свой уже частично готовый электронный курс. Последователь «Лекториума» — платформа Eduardo — имеет эффективный конструктор создания курсов [22].

Некоторые платформы предлагают собственный аппарат для сбора статистики успеваемости, но в целом эта возможность, как правило, весьма ограничена. В зависимости от реализации такая вспомогательная функция могла бы способствовать тщательному анализу результатов обучения, но обычно при их мониторинге приходится собирать и обрабатывать данные с помощью сторонних, не встроенных программных средств.

Специфичность содержания самой дисциплины «Машинное обучение» (см. табл. 1) и контингента учащихся (серьезная подготовка в области математики и программирования) дает основания предположить, что организация дистанционной поддержки

предоставит возможности для развернутого анализа данных по студенческим активностям и успеваемости на курсе [23]. При правильной трактовке получаемые результаты в конечном итоге могут позволить скорректировать тексты лекций, изменить формулировки соответствующих задач, организовать единую электронную поддержку самостоятельной работы студентов.

Из всего многообразия перечисленных выше платформ выделим лишь четыре: Stepik, Coursera, Eduardo, «Интуит». Остальные платформы, упомянутые ранее, не удовлетворяют выдвигаемым нами требованиям, поэтому не являются объектами дальнейшего рассмотрения.

Stepik

1.1. Позволяет создать свой курс и собрать всю необходимую информацию для студентов в одном месте: видео или трансляция занятия, задания, ссылки на дополнительные источники.

1.2. Хорошо разработан для преподавания любой дисциплины предметной области «Информатика». Задачи с автоматической проверкой кода просты в настройке и эффективны при обучении программированию.

1.3. Может автоматически проверять множество типов заданий: тест, свободный ответ, задачи на соответствие — всего более 20 типов задач.

1.4. Некоторые задания не могут быть проверены без участия инструктора. Существует функция «обзор», помогающая оценить эссе, решение сложной проблемы или прокомментировать решение, которое уже было автоматически проверено.

1.5. Предоставляет возможность общаться со студентами в ходе курса непосредственно в рамках задач и видеоуроков. Следовательно, предоставляет возможность узнать, какую обратную связь вызывает материал.

1.6. Имеется служба поддержки, отвечающая на возникающие вопросы.

Образовательная электронная система Stepik включает в себя конструктор занятий и уроков [24, 25], позволяет создавать интерактивный обучающий курс любому зарегистрированному пользователю. При этом авторы обучающих материалов сохраняют авторские права. Сервис не имеет ограничений по числу обучающихся на курсе.

Coursera

2.1. Имеет возможности, аналогичные возможностям Stepik (пункты 1.1–1.6).

2.2. Требуется заключения партнерства, при этом размещает курсы от экспертов более чем в 200 ведущих университетах и компаниях, работает с партнерами из 140 стран.

2.3. Предоставляет возможность получения высшего образования, то есть размещает образовательные программы бакалавриата и магистратуры. Например, таких университетов, как НИУ ВШЭ, Мичиганский и Лондонский университеты.

Чтобы создать свой электронный курс на Coursera, необходимо стать официальным партнером платформы, что значительно снижает интерес к ней со стороны преподавателей, которые не готовы заключить личные договоры о партнерстве. Безусловно, платформа таким образом гарантирует качество своего контента, но возможны и иные подходы. Например, на бесплатном Stepik есть модераторы, которые в короткие сроки, без ограничений и без участия преподавателя проверяют адекватность выложенных материалов.

Eduardo

3.1. Платформа позволяет использовать в обучении видео, тексты, документы, создавать более десятка различных заданий и коллективно работать над проектированием курса.

3.2. Предусмотрена возможность проверять задачи на языке Python 3, но нельзя создавать упражнения по написанию программного кода.

3.3. Является дочерним проектом «Лекториума».

Недостатком данной платформы являются ограничения в проверках кода на одном из языков программирования. Это не позволяет размещать задачи по машинному обучению, если используется язык программирования Python 3. Стоит отметить, что на платформе присутствует функция самостоятельной проверки на Python 3, то есть программа принимает входные данные от обучающегося, а далее совершает требуемые необходимые операции.

«Интуит»

4.1. Размещает курсы по тематикам компьютерных наук, информационных технологий, математике, физике, экономике, менеджменту и другим областям современных знаний.

4.2. Организует съемку видеокурсов и лекций в ведущих вузах и в телестудии.

4.3. Не позволяет автоматически проверять код программы.

4.4. Не ведет статистику обучения.

В сфере дистанционного обучения имеется большой опыт использования платформы «Интуит» (она

старше всех рассматриваемых платформ), но при этом ее учебные материалы ограничены ссылками на видео, лекциями в текстовом формате, скромным количеством видов заданий. Нет проверки кода на одном из языков программирования.

Результаты проведенного анализа выделяемых нами характеристик обзораемых платформ приведены в таблице 2.

4. Заключение

В настоящее время для содействия образовательной деятельности возможно применять информационные технологии. В данной статье рассмотрено использование многофункциональных, гибких онлайн-платформ для осуществления задачного подхода по дисциплине «Машинное обучение», изучением которой занимались студенты третьего курса бакалавриата РГПУ им. А. И. Герцена по направлению «Прикладная математика и информатика».

Для выбора подходящей онлайн-платформы определены требования, напрямую зависящие от задачного подхода. Основное условие — автоматическая проверка кода на языке программирования Python 3, что позволяет преподавателю отойти от самостоятельной проверки практических заданий и дает возможность перераспределить освободившееся время на другие задачи. Приведены результаты сравнительного анализа образовательных платформ.

Далее был создан открытый онлайн-курс на наиболее подходящей онлайн-платформе, а затем в него добавлены все практические задачи по дисциплине и осуществлена их проверка.

Для создания и размещения открытого онлайн-курса был сделан выбор в пользу платформы Stepik, которая наилучшим образом отвечает всем требованиям, так как может использоваться для организации учебного процесса любым индивидуальным лицом, имеет функцию создания курса с любым количеством материала, поддерживает быструю регистрацию по электронной почте и проверку задач с кодом на одном из языков программирования.

Таблица 2 / Table 2

Сравнительный анализ образовательных платформ

Comparative analysis of educational platforms

Название платформы	Stepik	Coursera	Eduardo	«Интуит»
Без заключения партнерства	+	–	+	+
Размещение любого количества материалов	+	+	+	+
Доступ по электронному адресу	+	+	+	+
Автоматическая проверка кода	+	+	–	–
Сбор данных об обучении	+	+	–	–
Возможности организовывать адаптивное обучение	+	+	–	–

Список источников / References

1. Носкова Т. Н., Павлова Т. Б., Яковлева О. В. ИКТ-инструменты профессиональной деятельности педагога: сравнительный анализ российского и европейского опыта. *Интеграция образования*. 2018;22(1):25–45. DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.025-045
[Noskova T. N., Pavlova T. B., Yakovleva O. V. ICT tools of professional teacher activity: A comparative analysis of Russian and European experience. *Integration of Education*. 2018;22(1):25–45. (In Russian.) DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.025-045]
2. Trapp S. Blended learning concepts — a short overview. *Proceedings of the EC-TEL06 Workshops*. Crete (Greece): CEUR-WS.org. 2006:28–35. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-213/paper7.pdf>
3. Piotrowska X., Terbusheva E. Educational data mining for future educational employees. *CEUR Workshop Proceedings: 14th International Conference “New Educational Strategies in Modern Information Space” (NESinMIS-2019)*. Saint Petersburg, 2019:38–49. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41645157>
4. Коэльо Л. П., Ричерт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. М.: ДМК-Пресс; 2016. 302 с.
[Coelho L. P., Richert W. Building machine learning systems with Python. Moscow, DMK-Press; 2016, 302 p. (In Russian.)]
5. Воронцов К. В. Машинное обучение. Курс лекций. Режим доступа: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_\(курс_лекций%2C_К.В.Воронцов\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций%2C_К.В.Воронцов))
[Vorontsov K. V. Machine Learning. Course of lectures. (In Russian.) Available at: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_\(курс_лекций%2C_К.В.Воронцов\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций%2C_К.В.Воронцов))]
6. Zheng X., Wang M., Ordieres-Meré J. Comparison of data preprocessing approaches for applying deep learning to human activity recognition in the context of industry 4.0. *Sensors*. 2018;18(7):2146. DOI: 10.3390/s18072146
7. Catalán Aguirre C., González Castro N., Delgado Kloos C., Alario-Hoyos C., Muñoz Merino P. J. Conversational agent for supporting learners on a MOOC on programming with Java. *Computer Science and Information Systems*. 2021;18(4):1271–1286. DOI: 10.2298/csis200731020c
8. Király S., Nehéz K., Hornyák O. Some aspects of grading Java code submissions in MOOCs. *Research in Learning Technology*. 2017;25:1–16. DOI: 10.25304/rlt.v25.1945
9. Zhang X., Huang X., Wang F., Cao X. Research on MOOC-based blended learning of programming language course. *DEStech Transactions on Social Science Education and Human Science*. 2018:586–591. DOI: 10.12783/dtssehs/ichae2018/25707
10. Dale V. H. M., Singer J. Learner experiences of a blended course incorporating a MOOC on Haskell functional programming. *Research in Learning Technology*. 2019;27:1–15. DOI: 10.25304/rlt.v27.2248
11. Coursera. Official website of the project. Available at: <https://www.coursera.org/>
12. Udey. Official website of the project. Available at: <https://www.udemy.com/>
13. Рахметулаева С. Б., Хасен Е. Анализ рынка онлайн-образования с целью улучшения качества с помощью информационных технологий. *Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева*. 2020;(4):140–144. DOI: 10.51885/15614212_2020_4_140
[Rahmetulaeva, S. B., Hasen E. Analysis of the online education market in order to improve quality with the help of information technology. *Bulletin D. Serikbayev of EKTU*. 2020;(4):140–144. (In Russian.) DOI: 10.51885/15614212_2020_4_140]
14. Udacity. Official website of the project. Available at: <https://www.udacity.com/>
15. EdTech. Перспективные направления развития. М.: Агентство инноваций города Москвы; 2019. 58 с. Режим доступа: https://innoagency.ru/files/EdTech_AIM_2019.pdf
[EdTech. Promising areas of development. Moscow, Innovation Agency of the City of Moscow; 2019. 58 p. (In Russian.) Available at: https://innoagency.ru/files/EdTech_AIM_2019.pdf]
16. Skillbox. Официальный сайт проекта. Режим доступа: <https://skillbox.ru/>
[Skillbox. Official website of the project. (In Russian.) Available at: <https://skillbox.ru/>]
17. Skyeng. Официальный сайт проекта. Режим доступа: <https://skyeng.ru/>
[Skyeng. Official website of the project. (In Russian.) Available at: <https://skyeng.ru/>]
18. О платформе. Официальный сайт проекта Skillbox. Режим доступа: <https://skillbox.ru/company/>
[About the platform. Official website Skillbox Company. (In Russian.) Available at: <https://skillbox.ru/company/>]
19. Национальный открытый университет «Интuit». Официальный сайт проекта. Режим доступа: <https://intuit.ru/>
[National open university “Intuit”. Official website of the project. (In Russian.) Available at: <https://intuit.ru/>]
20. Дацун Н. Н., Уразаева Л. Ю. Использование массовых открытых онлайн-курсов в математической подготовке специалистов по программной инженерии. *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2015;7(2):1–15. DOI: 10.15862/48PVN215
[Datsun N. N., Urazaeva L. Ju. Massive open online courses for software engineer’s mathematical training. *Internet journal “Naukovedenie”*. 2015;7(2):1–15. (In Russian.) DOI: 10.15862/48PVN215]
21. Ковальчук С. С., Гаркуша Н. А., Медянкина Е. Н., Мухина Ю. Н. Онлайн-обучение: из опыта зарубежных и российских вузов. *Высшее образование сегодня*. 2020;(1):31–37. DOI: 10.25586/RNU.HET.20.01.P.31
[Koval’chuk S. S., Garkusha N. A., Medyankina E. N., Mukhina Yu. N. Online learning: the experience of foreign and Russian universities. *Higher education today*. 2020;(1):31–37. (In Russian.) DOI: 10.25586/RNU.HET.20.01.P.31]
22. Платформа для создания и запуска онлайн-курсов «Eduardo». Официальная страница проекта. Режим доступа: <http://eduardo.studio>
[Platform for creating and launching online courses “Eduardo”. Official website of the project. (In Russian.) Available at: <http://eduardo.studio>]
23. Пиотровская К. Р., Сазонова Н. В. Оптимизация гуманитарного образования в области математики и информатики: да только воз и ныне там. *Проблемы теории и практики обучения математике. Сборник научных работ, представленных на Международную научную конференцию к 100-летию Ирины Владимировны Барановой*. Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена; 2017:105–106. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29294226&pff=1>
[Piotrovskaya K. R., Sazonova N. V. Optimization of humanitarian education in mathematics and informatics: only the things are still there. *Problems of theory and practice of teaching mathematics. Collection of scientific papers presented at the International Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of Irina Vladimirovna Baranova*. Saint Petersburg, The Herzen State Pedagogical University of Russia; 2017:105–106. (In Russian.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29294226&pff=1>]
24. Stepik. Официальная страница проекта. Режим доступа: <https://stepik.org>
[Stepik. Official website of the project. (In Russian.) Available at: <https://stepik.org>]

25. Мещерякова К. С. Возможности систем электронного обучения Moodle и Stepik в образовательном процессе в вузе. *Конкурс научно-исследовательских работ: «Технологические инновации и научные открытия». Сборник статей по материалам Всероссийского научно-исследовательского конкурса*. Уфа: НИЦ «Вестник науки»; 2020:192–195. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42770575>

[Meshcheryakova K. S. The possibilities of Moodle and Stepik e-learning systems in the educational process at the university. *Competition for Research Papers: Technological Innovations and Scientific Discoveries. Collection of articles based on the materials of the All-Russian Research Competition*. Ufa, Research Center “Bulletin of Science”; 2020:192–195. (In Russian.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42770575>]

Информация об авторе

Никандров Алексей Андреевич, аспирант, лаборант кафедры методики обучения математике и информатике, факультет математики, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-3835-8214>; *e-mail*: nik190397@mail.ru

Information about the author

Alexej A. Nikandrov, postgraduate student, laboratory assistant at the Department of Methods of Teaching Mathematics and Informatics, Faculty of Mathematics, The Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-3835-8214>; *email*: nik190397@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 14.09.2022.

Поступила после рецензирования / Revised: 28.10.2022.

Принята к печати / Accepted: 01.11.2022.