

# ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕПРЕРЫВНОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

## FORMATION OF AN ADAPTIVE LEARNING MODEL BASED ON THE TECHNOLOGY OF CONTINUOUS KNOWLEDGE ASSESSMENT BASED ON THE RESULTS OF LEARNING EDUCATIONAL MATERIALS

V. Tarasov

*Summary.* The article presents current aspects of the development of the adaptive learning concept based on the technology of continuous knowledge assessment based on the results of mastering educational materials. This study is devoted to the modeling and algorithmization of adaptive learning based on modern technologies of continuous knowledge assessment. The article contains problems of practical implementation of currently existing forms of adaptive learning based on the work of electronic platforms. The solution to these problems requires elaboration of five issues in the context of the study: the concept of the learner and the subject area of research work; the concept of forgetting educational material; setting an instrumental task, highlighting its limitations; algorithm of the adaptive learning model; instrumental technology of continuous knowledge assessment based on the results of mastering educational materials, through which the algorithm of the adaptive learning model will be implemented.

*Keywords:* learning model; algorithm; continuous knowledge assessment technology; mastering educational materials; concept of the learner; concept of forgetting educational materials.

Тарасов Вячеслав Сергеевич

Аспирант,

Российский технологический университет (РТУ МИРЭА)  
slavatarasov207@gmail.com

*Аннотация.* В статье представлены актуальные аспекты разработки концепции адаптивного обучения на базе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов. Данное исследование посвящено моделированию и алгоритмизации адаптивного обучения на основе современных технологий непрерывной оценки знаний. Статья содержит проблемы практического осуществления существующих в настоящее время форм адаптивного обучения на базе работы электронных платформ. Решение указанных проблем требует проработки пяти вопросов в контексте исследования: концепция обучаемого и предметной области исследовательской работы; концепция забывания учебного материала; постановка инструментальной задачи, выделение её ограничений; алгоритм модели адаптивного обучения; инструментальная технология непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов, посредством которой будет осуществляться алгоритм модели адаптивного обучения.

*Ключевые слова:* модель обучения; алгоритм; технология непрерывной оценки знаний; освоение учебных материалов; концепция обучаемого; концепция забывания учебных материалов.

### Введение

Используемые в настоящее время формы обучения зачастую не учитывают индивидуальные потребности и особенности личности обучающихся, их потенциал к обучению, уровень знаний, внутренние предпочтения, мотивацию к освоению учебных материалов по конкретному образовательному профилю. Вместе с тем результативность обучения обусловлена инструментальными технологиями формирования и практического использования учебных материалов, позволяющих освоить новые знания обучающимся.

Решением актуальной проблемы учёта индивидуальных потребностей обучающихся выступает концепция адаптивного обучения, которая даёт возможность увеличить степень результативности приобретения профессиональных навыков на базе адаптивного учебного

контента. Адаптивное обучение подразумевает осуществление учебного процесса с использованием инструментальных образовательных технологий.

При этом содержание адаптивного учебного контента автоматически подбирается на электронной платформе под каждого обучающегося автоматически с учётом личностных характеристик и потенциала к обучению.

На сегодняшний день имеются IT-системы адаптивного обучения, тем не менее, отмечаются проблемы практического применения форм адаптивного обучения через электронные формы:

1. Отсутствует возможность у обучающегося формировать и редактировать адаптивный учебный контент, поэтому они малопривлекательны для целевой аудитории, стремящейся сформировать свои учебные курсы адаптивного обучения.

2. Закрытие для отечественных пользователей зарубежных ИТ-систем адаптивного обучения на фоне международных санкционных ограничений.
3. ИТ-системы адаптивного обучения обладают относительно высокой ценой.
4. В современных условиях в российском сегменте мало прикладных решений, которые позволяют сформировать и интегрировать учебные онлайн-курсы адаптивного обучения.

### Актуальность работы

Практическое осуществление инструментальной системы в контексте концепции адаптивного обучения базируется на использовании концепции обучаемого, адаптивного контента, забывания учебного материала. Формирование новых либо выбор имеющихся подходов выступает актуальным аспектом проводимого научного исследования в связи с их воздействием на функциональную работу инструментальной системы, а также на адекватность достигаемых результатов.

Цель данного исследования — сформировать алгоритм адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов.

Задачи исследования:

1. Выявить проблемы практического применения форм адаптивного обучения через электронные платформы.
2. Отразить алгоритм концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов.

### Материалы и методы

Для выявления проблем практического применения форм адаптивного обучения через электронные формы, автором статьи был осуществлен анализ отечественной нормативно-правовой базы, теоретических источников академической литературы, аналитических документов, отражающих вопросы работы отрасли образования и ИТ-сектора в условиях международных санкционных ограничений.

Помимо аналитических методов, автором статьи использовались метод индукции, дедукции, анализа статистических временных рядов, математического моделирования, алгоритмизации, обработки количественных показателей с помощью SPSS.

### Концепция обучающихся и предметной области научного исследования

Для того чтобы отразить алгоритм концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной

оценки знаний по результатам освоения учебных материалов, целесообразно ввести характеристики концепции обучающихся и предметной области данного научного исследования:

1. Профессиональные компетенции учебного онлайн-курса, включающие субкомпетенции (промежуточные профессиональные компетенции, осваиваемые обучающимися).
2. Образовательные модули учебного онлайн-курса, их количество. Также учитываются период изучения обучающимися конкретного образовательного модуля, перечни входящих и выходящих профессиональных компетенций, достигаемые знания в разрезе профессиональных компетенций.
3. Обучающие тесты, позволяющие оценить остаточный уровень знаний в разрезе профессиональных компетенций. По одной профессиональной компетенции может быть два и более обучающих тестов.
4. Временной период: начала, окончания учебного онлайн-курса, а также текущий момент времени.
5. Элементы обучающихся: история освоения образовательных модулей каждого обучающегося, включающая параметры прохождения соответствующих модулей и период изучения выложенных учебных материалов; изменение знаний в разрезе профессиональных компетенций; актуальные данные по уровню знаний в разрезе профессиональных компетенций на текущую дату; параметры забывания обучающимся учебного материала, учитывая потребность в повторении пройденной информации.
6. Степень освоения учебных материалов обучающимися.
7. Недостаточность либо достаточность изучения профессиональных компетенций.
8. Образовательные модули, которые осуществляют профессиональные компетенции, изученные обучающимися недостаточно.
9. Двудольный граф, включающий входящие и выходящие профессиональные компетенции. Безусловно, что одна и та же профессиональная компетенция может быть входящей по конкретному образовательному модулю и выходящей по другому образовательному модулю.
10. Образовательная траектория обучающихся, обусловленная последовательностью освоения модулей профессиональных компетенций. При их изучении должен увеличиться уровень остаточных знаний в разрезе профессиональных компетенций. Принцип непротиворечивости определяет, что к моменту изучения выбранного образовательного модуля обучающийся должен освоить необходимые профессиональные компетенции, которые выступают входящими для выбранного образовательного модуля.

**Концепция забывания учебных материалов**

В общем виде сценарий освоения обучающимися учебных материалов подразумевает их приобретение и постепенное забывание. В современных условиях специфику происходящих умственных процессов не представляется возможным достаточно точно смоделировать. Тем не менее, было обосновано, что достигается эффект фиксации остаточных знаний к моменту завершения учебного онлайн-курса на удовлетворительном уровне посредством итеративной концепции [5]. В другом научном исследовании [1] была отражена вероятностная модель забывания и повторений учебной информации на базе введения произвольных циклов прохождения образовательных модулей. Полученная в этой работе модель схематично проиллюстрирована на рисунке 1.

Следовательно, когда обучающийся повторно осваивает учебные материалы, уровень его остаточных зна-

ний повысится к завершению учебного онлайн-курса. Помимо этого, концепция забывания учебных материалов будет учитывать индивидуальные характеристики обучающихся.

Однако целесообразно отметить, что при различной интенсивности повторения пройденной учебной информации концепция забывания учебных материалов примет вид, схематично изображенный на рисунке 2.

Вместе с тем проиллюстрированная зависимость (рисунок 2) была сформирована в соответствии с гипотезой о том, что обучающийся будет полностью восстанавливать объём знаний при повторении пройденной учебной информации. Тем не менее, в обучающей практике ситуация несколько другая, последующее прохождение обучающих тестов может отразить более низкий итоговый результат по сравнению с первым тестированием. Это подтверждается рисунком 3, где обучающийся при

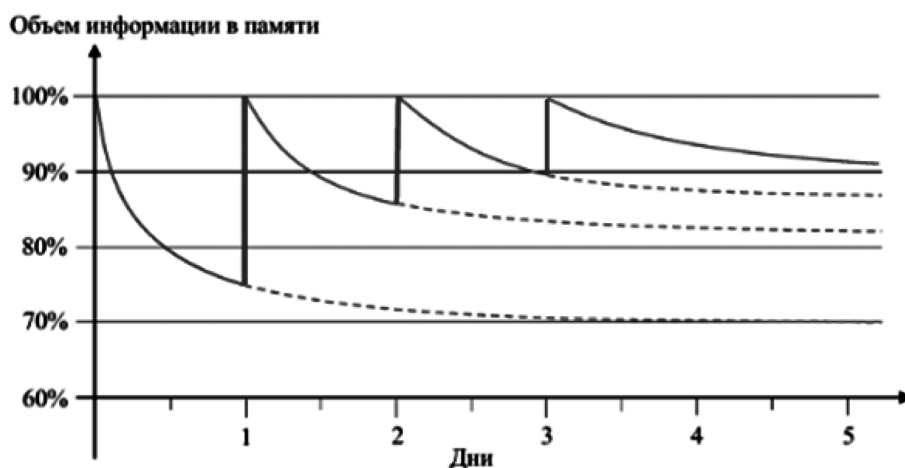


Рис. 1. Концепция забывания учебных материалов при использовании итераций [1]

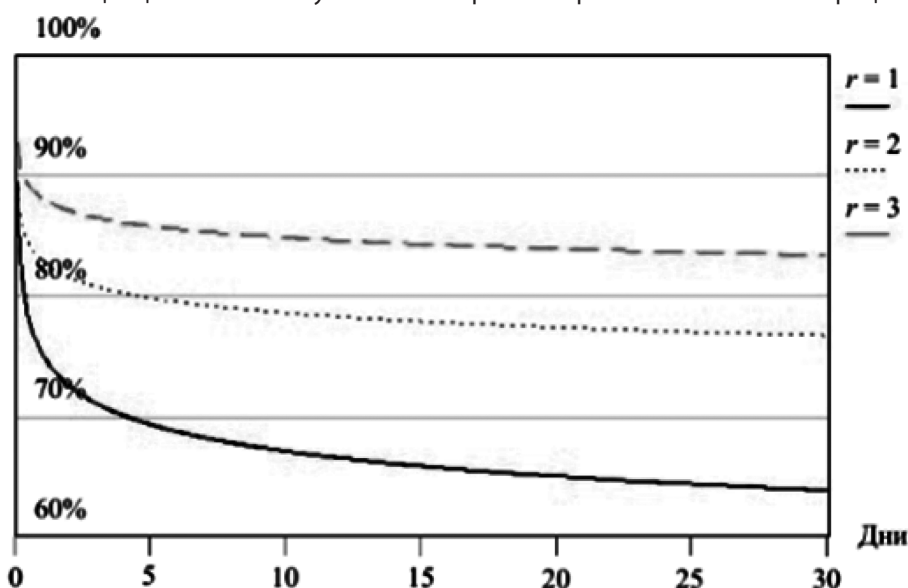


Рис. 2. Концепция забывания учебных материалов в условиях различной интенсивности повторений пройденной учебной информации [1]

выполнении первого обучающего теста показал 100 % освоения предложенных учебных материалов, а повторное тестирование уже показало 80 % остаточных знаний у данного обучающегося.

Это подтверждается рисунком 3, где обучающийся при выполнении первого обучающего теста показал 100 % освоения предложенных учебных материалов, а повторное тестирование уже показало 80 % остаточных знаний у данного обучающегося.

Практическое осуществление учебного онлайн-курса предполагает, что концепция забывания учебных материалов в рамках алгоритма будет использоваться по отношению к новым знаниям обучающихся.

### Постановка инструментальной задачи, её ограничения

Ключевая идея концепции адаптивного обучения — формирование оптимальной образовательной траектории в ходе освоения модулей, имеющихся в учебном онлайн-курсе.

Постановка инструментальной задачи: задано множество профессиональных компетенций, которые нужны для освоения обучающемуся; множество образовательных модулей, которые осуществляют эти профессиональные компетенции; временной промежуток, отведенный на прохождение учебного онлайн-курса. Вместе с тем одну профессиональную компетенцию могут осуществлять два и более образовательных модулей. В процессе освоения учебных материалов приобретение знаний обучающимися анализируется в диапазоне 0–100 % [3], [6], [7].

Основопологающая задача инструментальной системы адаптивного обучения — найти такой путь освоения образовательных модулей, для того чтобы при заверше-

нии учебного онлайн-курса уровень остаточных знаний у обучающихся был максимальным.

Целесообразно выделить ограничения инструментальной задачи:

1. Обязательное выполнение принципа непротиворечивости в ходе осуществления образовательных модулей.
2. На момент окончания образовательного модуля (освоения учебных материалов) уровень остаточных знаний по уже приобретенным профессиональным компетенциям уменьшается с течением определенного времени.
3. Профессиональная компетенция может осваиваться на выходе по двум и более образовательным модулям. Вместе с тем при однократном освоении учебных материалов можно предъявить лишь один образовательный модуль из всех пройденных альтернатив в разрезе профессиональных компетенций.
4. Общий период освоения образовательной траектории не может быть больше временного промежутка, отведенного на прохождение учебного онлайн-курса.

### Алгоритм концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов

Общая схема алгоритма концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов, предлагаемого автором, проиллюстрирована на рисунке 4.

Навигационная поддержка пользователей адаптивного обучения реализуется по концепции «полного руководства», поскольку выступает достаточно распространенной при использовании таких образовательных

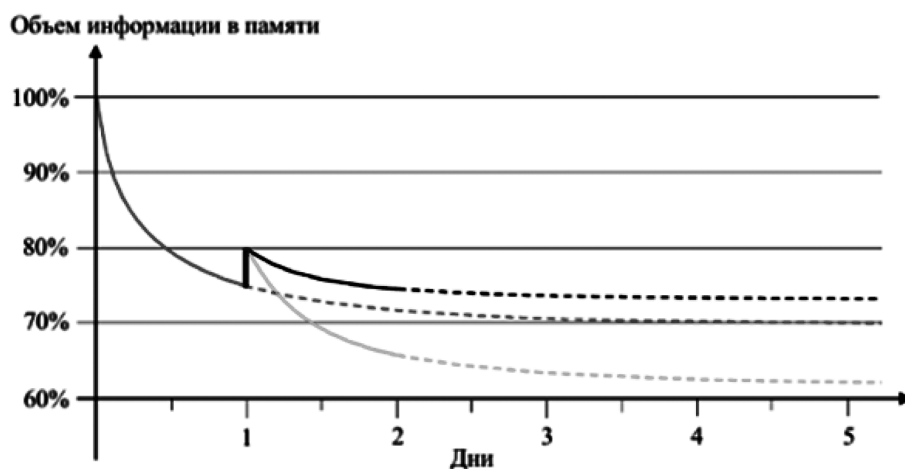


Рис. 3. Определение объема остаточных знаний обучающихся с учётом повторного прохождения учебных материалов [1]





Рис. 4. Общая схема алгоритма концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов

технологий [2]. Следовательно, электронная платформа самостоятельно установит последовательность осваиваемых обучающимся модулей в ходе прохождения учебного онлайн-курса. В данном случае для обучающихся недоступна свободная навигация.

Исходя из рисунка 4, каждый блок имеет нижеследующие характеристики:

1. Формирование выборки образовательных модулей, которые осуществляют недостаточно освоенные обучающимся профессиональные компетенции, следовательно, они удовлетворяют третьему и четвертому ограничениям инструментальной задачи. Недостаточная освоенность профессиональных компетенций устанавливается, если обучающийся не изучал предлагаемый образовательный модуль либо профессиональные компетенции с течением времени были утрачены в контексте концепции забывания учебных материалов.
2. Поиск  $P$  (образовательной траектории) осуществляется в контексте генетического алгоритма (ключевые положения приведены в источнике [4]), который проиллюстрирован на рисунке 5.
3. Предъявление  $P_1$ , другими словами, каждый пользователь в начале обучения получает первый образовательный модуль из общего множества  $P$ .
4. Оценка знаний обучающихся. Электронная платформа предоставляет каждому обучающемуся специальный тест на уровень знаний по пройденному образовательному модулю.
5. Актуализация  $S$  (знаний обучающихся). После того, как специальный тест на уровень знаний пройден, на электронной платформе происходит актуализация знаний обучающихся, их обновление, которое сохраняется в истории изменений. Вместе с тем происходит обновление элементов концепции обучаемого в соответствии с итоговыми результатами специального теста.
6. Окончание учебного онлайн-курса, которое происходит, если период онлайн-курса истек либо обучающимся изучены все профессиональные компетенции, освоены на удовлетворительном

уровне, что соответствует первому и второму ограничениям инструментальной задачи.

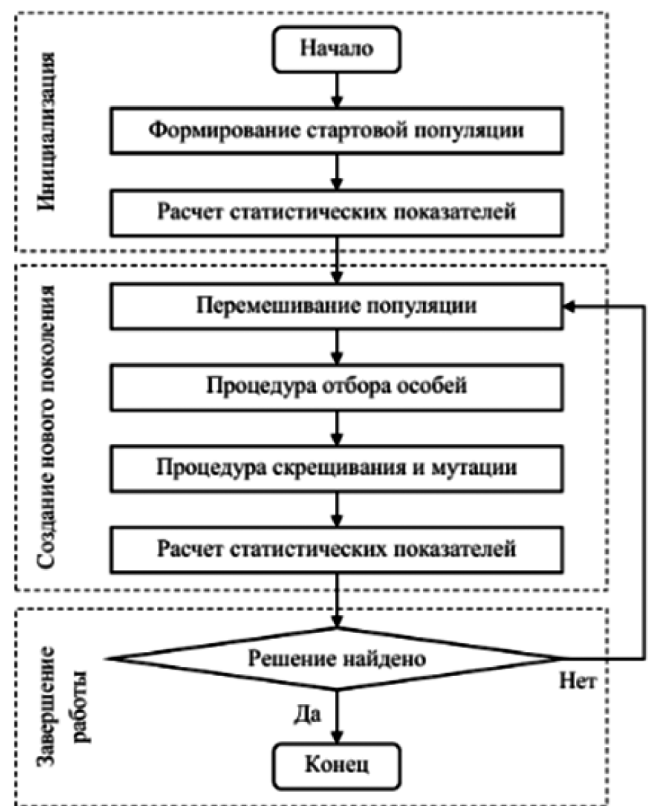


Рис. 5. Генетический алгоритм создания последовательности учебных модулей для эффективного освоения обучающимися

Генетический алгоритм создания последовательности учебных модулей для эффективного освоения обучающимися всегда будет иметь оптимальное решение, так как заранее вводятся условия, приостанавливающие его поиск:

1. Язык практического осуществления генетического алгоритма — C.
2. Осуществлялось три процесса оптимизации рассматриваемого алгоритма.
3. Исследовалась скорость реализации генетического алгоритма при изменении числа осваиваемых

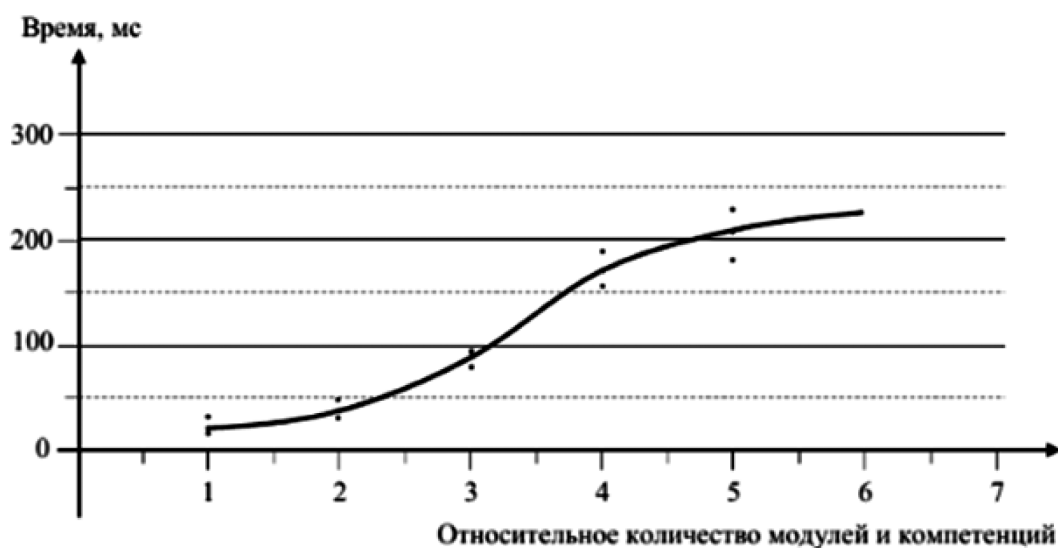


Рис. 6. Скорость реализации генетического алгоритма

профессиональных компетенций и образовательных модулей в учебном онлайн-курсе (рисунок 6).

4. Алгоритмизация проводилась на языке PHP.
5. Обнаружено, что на языке C алгоритм показал наиболее высокий уровень производительности.

Следовательно, период реализации генетического алгоритма зависит от числа осваиваемых профессиональных компетенций и образовательных модулей в учебном онлайн-курсе. Временное снижение исходной производительности электронной платформы отмечается в случае одновременного поступления разных пользовательских запросов.

#### Инструментальная технология непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов

Алгоритм концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов будет реализовываться

в веб-ориентированной электронной платформе, работающей в ограниченной сети.

Подобной электронной платформой является Moodle (среда дистанционного обучения), которая, в свою очередь, наиболее распространена в отрасли образования [8], [9]. Поэтому именно она была выбрана для реализации алгоритма концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов

#### Выводы

В исследовании были выявлены проблемы практического применения форм адаптивного обучения через электронные платформы.

Представлен алгоритм концепции адаптивного обучения на основе технологии непрерывной оценки знаний по результатам освоения учебных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буймов А.Г. Вероятностная модель эффекта повторений в обучении / А.Г. Буймов, Б.А. Буймов // Доклады ТУСУР. — 2010. — № 1. — С. 236–242.
2. Волянская Т.А. Методы и технологии адаптивной гипермедиа / Т.А. Волянская // Современные проблемы конструирования программ / под ред. В.Н. Касьянова. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2002. — С. 38–68.
3. Газизов Т.Т. Методология, алгоритмы и программное обеспечение для комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств: дис. ... д-ра техн. наук: специальность 05.13.18 / Т.Т. Газизов. — Томск, 2017. — 316 с.
4. Кречетов И.А. Алгоритм генерации последовательности образовательных модулей в технологии получения адаптивного образовательного контента / И.А. Кречетов // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы / под ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Колесникова. — Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. — С. 200–206.
5. Новиков, Д.А. Закономерности итеративного научения / Д.А. Новиков. — М.: Институт проблем управления РАН, 1998. — 77 с.
6. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы / Т.В. Панченко; под ред. Ю.Ю. Тарасевича. — Астрахань: АГУ, 2007. — 87 с.
7. Hssina B. A Personalized Pedagogical Objectives Based on a Genetic Algorithm in an Adaptive Learning System / B. Hssina, M. Erritali // Procedia Computer Science. — 2019. — Vol. 151. — P. 1152–1157. — doi: 10.1016/j.procs.2019.04.164.
8. Moodle [Electronic resource]. — URL: <https://moodle.org/>, free access (accessed 05.10.2024).
9. Moodle Coding Guidelines [Electronic resource]. — URL: <https://docs.moodle.org/dev/Coding>, free access (accessed 05.10.2024).

© Тарасов Вячеслав Сергеевич (slavatarasov207@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»