

УДК 378.1

DOI 10.23951/1609-624X-2020-6-151-157

## ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ: КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ

*В. И. Токтарова, С. Н. Федорова*

*Марийский государственный университет, Йошкар-Ола*

*Введение.* Рассматривается вопрос оценки качества обучения, являющегося основополагающим критерием эффективности образовательного процесса, как в традиционной, так и в инновационной среде обучения.

*Цель* – обосновать критерии и показатели разработанной системы оценки результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях информационно-образовательной среды (ИОС).

*Материал и методы.* Раскрыты параметры, закономерности построения адаптивных систем математической подготовки студентов вузов. Подчеркнуто, что при переводе процесса математической подготовки в условия электронной информационно-образовательной среды крайне важным становится обеспечение высокого качества обучения. Подход к определению качества электронного обучения в соответствии со стандартом основывается на разработке подробных описаний каждого процесса и подпроцесса.

*Результаты и обсуждение.* Представлены целевые показатели (нормативно-организационные, психолого-педагогические, программно-технические, коммуникативные, кадровые) и критерии результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях информационно-образовательной среды. Для более объективной оценки результативности обучения математике в адаптивной системе каждый критерий группы описан конкретными показателями, которые в дальнейшем можно измерить и оценить. Полнофункциональный алгоритм оценки результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях информационно-образовательной среды обозначен в пошаговом выполнении технологических операций в целях обеспечения единства внутреннего и внешнего контроля качества обучения.

*Заключение.* Оптимально разработанная система оценки результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях ИОС, несомненно, будет обеспечивать эффективность образовательной деятельности вуза, способствовать расширению доступа к европейскому образовательному пространству и росту конкурентоспособности выпускников на рынке труда.

*Ключевые слова:* математическая подготовка, адаптивная система, электронное обучение, студент, качество, оценка, критерии, показатели.

### Введение

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (3++) предполагают качественное изменение организации обучения во всех его видах и формах, в том числе в условиях электронной информационно-образовательной среды. ФГОС ВО (3++) отражают и международные тенденции развития высшего образования, установленные стандартами и рекомендациями гарантии качества в европейском пространстве высшего образования ESG (*The Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*) [1], которые приняты Европейской ассоциацией гарантии качества в высшем образовании ENQA (European Association for Quality Assurance in Higher Education). ESG относятся ко всей сфере высшего образования, реализуемого на европейском пространстве, независимо от вида обучения, места или способа.

Цель: обосновать критерии и показатели разработанной системы оценки результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях ИОС.

Качество обучения является основополагающим критерием эффективности образовательного

процесса как в традиционной, так и в инновационной среде обучения [2]. При этом оценка качества обучения определяется как педагогическая система получения информации о результатах обучения в виде знаний, умений, навыков, личностных качеств и способностей, приобретенных студентами в этом процессе [3].

Под качеством математической подготовки студентов понимается определенный уровень достижения целей обучения математике и степень соответствия процесса и результата математической подготовки студентов запросам общества и личным ожиданиям в соответствии с параметрами:

– сформированность внутренней мотивации к получению и применению математической учебной информации (наличие инструментов в ИОС для создания у студента потребности и стремления к обучению и применению математических знаний в профессиональной деятельности);

– объем, полнота и системность математических знаний, умений и навыков (математические знания, умения и навыки должны быть представлены в ИОС не в виде разрозненных понятий и фактов, а как совокупность взаимосвязанных элементов);

– способность студентов к самостоятельному поиску и обработке математической учебной информации (глубокое усвоение математических знаний достигается только при самостоятельном анализе новой и полной информации) [4].

### Материал и методы

Одним из основополагающих принципов повышения результативности и улучшения качества обучения математике является использование адаптивных технологий обучения, ориентированных на активизацию механизмов самоорганизации обучающихся, которые связаны с их индивидуальными особенностями [5].

На уровне высшего образования В. И. Васильев и Т. Н. Тягунова особенность адаптивной системы обучения представляют как комплекс целенаправленных мероприятий, направленных на повышение уровня и качества образования, но не сводимых отдельно ни к формам обучения, ни к формам контроля знаний, ни к формам организации результативной самостоятельной работы студентов и т. д. [6].

К закономерностям построения адаптивных систем математической подготовки студентов вузов, целевое назначение которых заключается в содействии личностно-профессиональному развитию обучающегося, относятся:

– сохранение фундаментальности математической подготовки студентов высших учебных заведений и усиление практикоориентированности содержания образования;

– функционально-содержательная характеристика современных образовательных технологий математической подготовки, включающая предметно-личностную и профессионально ориентированную интеграцию учебных курсов;

– качество математической подготовки студентов определяется на личностном уровне – конкурентоспособностью выпускника, институциональном – позицией вуза в международных и отечественных рейтингах.

Таким образом, адаптивная система математической подготовки студентов вузов представляет собой открытую динамическую многокомпонентную систему обучения, направленную на удовлетворение профессионально-личностных и социальных потребностей обучающихся в математических знаниях, умениях, навыках; характеризующуюся приспособлением к индивидуальным особенностям и предпочтениям обучающихся на основе моделирования стилевых характеристик студента, учета физиологических особенностей, имитации профессионально ориентированной среды обучения [7].

При переводе процесса математической подготовки в условия электронной информационно-образовательной среды крайне важным становится

обеспечение высокого качества обучения. Факторы, которые влияют на качество электронного обучения в ИОС, можно подразделить на внешние (государственные, социальные, демографические, финансовые) и внутренние (политика вуза в области электронного обучения, качество организации и содержания ИОС, уровень компетентности преподавателей и студентов в области информационных технологий и др.) [8].

Требования и общий подход к менеджменту и обеспечению качества применительно к электронному обучению описаны в ГОСТ Р 53625-2009 [9]. Основные положения стандарта применимы к различным формам организации электронного обучения (мобильное, сетевое, автономное, смешанное, совместное и др.) и видам дистанционных образовательных технологий. Процессы жизненного цикла для электронного обучения включают в себя следующие этапы: анализ потребности → анализ структуры → концепция/проект → разработка/реализация → процесс обучения → оценка/оптимизация. Каждый процесс содержит описание подпроцессов/подаспектов, цель, метод, результат, действующие субъекты, метрики/критерии, нормативные документы и аннотации. Подход к определению качества электронного обучения в соответствии со стандартом основывается на разработке подробных описаний каждого процесса и подпроцесса.

### Результаты и обсуждение

Общеизвестно, что результативность и качество электронного обучения зависят от используемых критериев и выбора методик и подходов оценивания. Оптимально продуманная система критериев и требований к ИОС позволяет гарантировать проектирование, разработку и накопление качественного учебного контента и средств как основы для реализации эффективного образовательного процесса с применением технологий электронного обучения.

На наш взгляд, критерии результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях информационно-образовательной среды можно представить следующим образом [2] (табл. 1).

Для более объективной оценки результативности обучения математике в адаптивной системе каждый критерий группы описан конкретными показателями, которые в дальнейшем можно измерить и оценивать. К примеру, фрагмент разработанных показателей по нормативно-организационной группе представлен в табл. 2.

Для ранжирования выделенных групп критериев / непосредственно самих критериев в группе / соответствующих критериям параметров в разработанном диагностическом инструментарии был использован метод анализа иерархий (МАИ) Саати

Критерии результативности обучения математике в адаптивной системе

№	Целевые показатели	Критерии эффективности и качества
1	Нормативно-организационные	Целесообразность изучения курса в электронном виде (возможность достижения целей курса); наличие и доступ к рабочей программе; наличие матрицы компетенций; наличие календарного планирования
2	Психолого-педагогические	<i>Контент</i> : модели курсов и их педагогический дизайн; разнообразие и полнота дидактического материала; наличие иллюстративных материалов; интерактивность содержания курса; информационная и функциональная полнота; оценка достижения поставленной цели обучения; разработанность системы оценки знаний студентов; наличие системы методической помощи; выработка корректирующих указаний. <i>Математическое содержание</i> : целевая ориентация математического материала; прикладная направленность обучения математике; наличие ключевых задач; разнообразие видов математических заданий; предоставление средств компьютерного математического моделирования. <i>Технологии</i> : применяемые технологии разработки курса; технологии поставки учебного материала; используемые технологии взаимодействия субъектов обучения; полнота использования существующих и новых технологических возможностей и ресурсов. <i>Адаптация</i> : наличие входного тестирования на определение особенностей и потребностей обучающихся, начального уровня их подготовленности; обеспечение алгоритма обучения в соответствии с индивидуальными особенностями и предпочтениями обучающегося; управление обучением; разноуровневость учебного материала; психологическая комфортность (ориентация на различные типы и стили мышления); наличие версии дидактического материала и ресурсов, доступных для лиц с ОВЗ
3	Программно-технические	Функциональность средств и ресурсов среды для обеспечения требований технологий обучения; обеспеченность образовательного процесса необходимыми программными средствами; длительность загрузки электронных дидактических материалов и скорость работы ресурсов; обеспечение возможности многосредовой подготовки и предъявления учебного материала; свобода доступа к информационным ресурсам; возможность обучения в удаленном доступе; наличие адапционного курса по формированию информационной компетентности студентов; соответствие и поддержка отечественных и международных стандартов; наличие мобильной версии контента ИОС; удобство навигации курса; простота доступа к курсам и сервисам; интуитивно понятный интерфейс
4	Коммуникативные	Разнообразие и удобство форм педагогического взаимодействия субъектов учебного процесса; структура и характер диалога; обратная связь с преподавателем; поддержка студентов; возможность выполнения групповых заданий
5	Кадровые	Квалификация преподавателя/тьютора; уровень владения преподавателя/тьютора информационно-коммуникационными технологиями; степень доступности преподавателей; наличие сервисов технической и методической поддержки обучения

[10], являющийся математическим инструментом системного подхода к решению проблем принятия решений.

Применение метода Саати для получения весовых коэффициентов объектов матрицы суждений позволяет определить вклад определенной группы/критерия/параметра при определении интегральных показателей для различных уровней иерархии (рисунок).

Полнофункциональный алгоритм оценки результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях информационно-образовательной среды предполагает пошаговое выполнение технологических операций в целях обеспечения единства внутреннего и внешнего контроля качества обучения [11].

*1-й этап.* Выбор и разработка критериально-оценочной базы:

– формирование групп показателей/критериев результативности, отражающих особенность обучения математике в ИОС по группам нормативно-организационного, психолого-педагогического, программно-технического, коммуникативного и кадрового характера;

– выбор показателей/критериев оценки для каждой группы и подходы/методы их измерения (возможно, применение совокупности подходов для более глубокого анализа);

– определение значимости критериев или групп в соответствии с целью оценки и контекста внутренних и внешних условий.

*2-й этап:* проектирование, разработка и реализация электронной версии опросников в информационно-образовательной среде (разработка тестовых онлайн-анкет с выбором соответствующих ответов, с интуитивно понятным механизмом оценки и программной реализацией);

Таблица 2

Перечень показателей группы нормативно-организационных критериев

Критерий	Параметры критерия
Целесообразность изучения курса в электронном виде (возможность достижения целей курса)	Разнообразие технологий, форм и методов обучения. Независимость от времени и места обучения. Возможность самообразования. Применение различных средств и сервисов. Интерактивность обучения
Наличие и доступ к рабочей программе	Соответствие требованиям ФГОС ВО (3++). Полнота представления организационно-нормативной информации о дисциплине. Обоснованность структуры изучения предмета
Наличие матрицы компетенций	Соответствие требованиям ФГОС ВО (3++). Объем формируемых компетенций. Полнота представления и описания формируемых компетенций по разделам курса. Влияние курса на развитие профессиональных компетенций. Влияние курса на развитие компетенций, формируемых в рамках математической подготовки
Наличие календарного планирования	Постановка целей курса/раздела/темы. Определение длительности изучения каждой темы. Расстановка «контрольных точек» изучения курса. Оценка и исполнение расписания

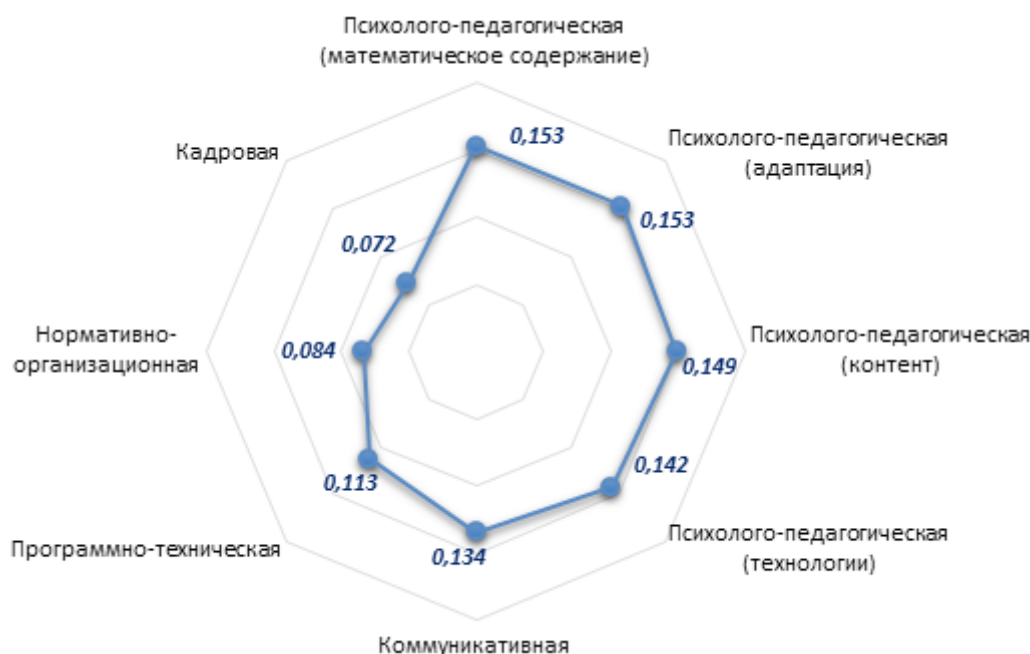


Рисунок. Диаграмма ранжирования критериев 2-го уровня иерархии

3-й этап: планирование контрольно-оценочных мероприятий (определение временных и количественных регламентов, сроков определения оценки, места размещения опросников и их предоставления, как правило, в конце курса, модуля/раздела, темы и т. д.).

4-й этап: организация и проведение мероприятий по оценке результативности обучения математике в адаптивной системе (проведение оценки; сбор данных – измерений, результатом которого являются конкретные значения).

5-й этап: обработка полученной информации (подсчет и анализ результатов в соответствии с выбранными на первом этапе подходами к их измерению, определение уровня рейтинга для измеренных значений).

6 этап: результат в виде совокупности факторов, интерпретация которых позволяет сделать вывод о результативности обучения математике и прогнозирование мероприятий по дальнейшему его повышению.

### Заключение

Достижение результативности и качества образования является важнейшей задачей любого учебного заведения. Одним из основных направлений их повышения является электронное обучение, ориентированное на активную познавательную деятельность обучающихся в информационно-образовательной среде [12]. Современными исследованиями доказано, что широкое применение компьютерных технологий повышает эффективность



образовательного процесса [13]. Результативность обучения математике в ИОС напрямую зависит от выполнения нормативно-организационных, психолого-педагогических, программно-технических, коммуникативных и кадровых требований к организации обучения. При этом оценка должна удовлетворять таким универсальным принципам, как конкретность (четкое определение критериально-оценочной базы оценивания), целостность (обеспечение полного объема требований к результатам обучения), технологичность (обоснованность методологических и технологических средств) [14]. Интегрированная система критериев позволила оценить эффективность математической подготовки студентов в электронной среде [15]. В целом можно констатировать, что разработанная система оценки результативности обучения математике в адаптивной системе в условиях ИОС, несомненно, будет обеспечивать эффективность образовательной деятельности вуза, способствовать росту конкурентоспособности выпускников на рынке труда.

### Список литературы

1. The Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area. EURASHE, 2015. 32 p.
2. Toktarova V. I. Assessing the Efficiency of Teaching Mathematics in the E-Learning Environment // Proceedings of 6th International Conference on Education and Social Sciences. 2019. P. 428–431.
3. Жигалев Б. А. Педагогическая система оценки качества образования в современном вузе (теоретико-методологический аспект). Нижний Новгород, 2007. 115 с.
4. Полонский Е. В. Обеспечение качества математической подготовки операционных логистов как педагогическая проблема // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. Оренбург, 2016. С. 2735–2740.
5. Беришвили О. Н. Адаптивная система математической подготовки инженеров в сельскохозяйственном вузе: дис. ... д-ра пед. наук. Самара, 2015. 623 с.
6. Васильев В. И., Тягунова Т. Н. Основы культуры адаптивного тестирования. М.: ИКАР, 2003. 584 с.
7. Токтарова В. И., Федорова С. Н. Проектирование адаптивной системы математической подготовки студентов вузов: методологическое обоснование // Вестник Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2018. № 1 (190). С. 164–171.
8. Стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в европейском пространстве. Йошкар-Ола: Аккредитация в образовании, 2008. 58 с.
9. ГОСТ Р 53625-2009. Информационная технология. Обучение, образование и подготовка. Менеджмент качества, обеспечение качества и метрики. М.: Стандартинформ, 2011. 16 с.
10. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 360 с.
11. Токтарова В. И., Федорова С. Н. Адаптивная система математической подготовки студентов в условиях информационно-образовательной среды вуза. Йошкар-Ола, 2020. 488 с.
12. Распоряжение Правительства РФ от 01.11.2013 г. № 2036-р «Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года».
13. Advanced Distributed Learning (ADL), Sharable Content Object. Reference Model (SCORM). 2nd Edition Overview. 2004.
14. Дмитриева Е. Н., Курицына Г. В. Содержание оценки качества дистанционного обучения в вузе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23913> (дата обращения: 10.09.2020).
15. Красильникова В. А. Теория и технологии компьютерного обучения и тестирования. М.: Дом педагогики, ИПК ГОУ ОГУ, 2009. 339 с.

**Токтарова Вера Ивановна**, доктор педагогических наук, доцент, Марийский государственный университет (пл. Ленина, 1, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, 424000). E-mail: [toktarova@yandex.ru](mailto:toktarova@yandex.ru)

**Федорова Светлана Николаевна**, доктор педагогических наук, профессор, Марийский государственный университет (пл. Ленина, 1, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, 424000). E-mail: [svetnikfed65@yandex.ru](mailto:svetnikfed65@yandex.ru)

*Материал поступил в редакцию 15.05.2020.*

DOI 10.23951/1609-624X-2020-6-151-157

## EVALUATING THE EFFICIENCY OF TEACHING MATHEMATICS IN THE ADAPTIVE SYSTEM: CRITERIA AND INDICATORS

*V. I. Toktarova, S. N. Fedorova*

*Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation*

*Introduction.* The article considers the issue of the quality of training which is a fundamental criterion for the efficiency of the educational process in both traditional and innovative learning environment.

*Aim and objectives:* to substantiate the indicators of the system for assessing the effectiveness of teaching mathematics in adaptive system within e-learning environment.

*Material and methods.* The article reveals the parameters and regularities of building the adaptive systems of mathematical training of university students. The authors underline that when shifting during the process of mathematical training to the electronic educational environment, ensuring the high quality of training is becoming extremely important. The approach to determining the quality of e-learning in accordance with the standard is based on the development of detailed descriptions of each process and sub-process.

*Results and discussion.* The article presents target indicators (regulatory and organizational, psychological and pedagogical, software and hardware, communication and personnel) and performance criteria for teaching mathematics in the adaptive system in conditions of the electronic educational environment. To give a more objective assessment of the efficiency of teaching mathematics in the adaptive system, each group criterion is described with the help of specific indicators that can be further measured and evaluated. A fully functional algorithm for evaluating the efficiency of teaching mathematics in the adaptive system in conditions of the electronic educational environment is indicated in the step-by-step implementation of technological operations in order to ensure the unity of internal and external quality control of training.

*Conclusion.* An optimally developed system for evaluating the efficiency of teaching mathematics in the adaptive system in conditions of the electronic educational environment will undoubtedly ensure the efficiency of the educational activities of higher educational institutions, contribute to expanding access to the European educational space, and increase graduates' competitiveness in the labor market.

**Keywords:** *mathematical training, adaptive system, e-learning, student, quality, evaluation, criteria, indicators.*

## References

1. *The Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*. EURASHE, 2015. 32 p.
2. Toktarova V. I. Assessing the Efficiency of Teaching Mathematics in the E-Learning Environment. *Proceedings of INTCESS 2019 – 6th International Conference on Education and Social Sciences*, 2019. Pp. 428–43.
3. Zhigalev B. A. *Pedagogicheskaya sistema otsenki kachestva obrazovaniya v sovremennom vuze (teoretiko-metodologicheskii aspekt)* [Pedagogical system for assessing the quality of education in the modern society (theoretical and methodological aspect)]. Nizhny Novgorod, 2007. 115 p. (in Russian).
4. Polonsky E. V. Obespecheniye kachestva matematicheskoy podgotovki operatsionnykh logistov kak pedagogicheskaya problema [Quality assurance of the mathematical training of operational logisticians as a pedagogical problem]. *Universitetskiy kompleks kak regional'nyy tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury: materialy Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [University Complex as a Regional Center for Education, Science and Culture: proceedings of the Russian National Scientific and Methodological Conference]. Orenburg, 2016. Pp. 2735–2740 (in Russian).
5. Berishvili O. N. *Adaptivnaya sistema matematicheskoy podgotovki inzhenerov v sel'skohozyaystvennom vuze. Dis. dokt. of ped. nauk* [Adaptive system of mathematical training of engineers in an agricultural university. Diss. ... of doct. of ped. sci.]. Samara, 2015. 623 p. (in Russian).
6. Vasiliev V. I., Tyagunova T. N. *Osnovy kul'tury adaptivnogo testirovaniya* [Fundamentals of adaptive testing culture]. Moscow, IKAR Publ., 2003. 584 p. (in Russian).
7. Toktarova V. I., Fedorova S. N. *Proyektirovaniye adaptivnoy sistemy matematicheskoy podgotovki studentov vuzov: metodologicheskoye obosnovaniye* [Designing an adaptive system of mathematical training for university students: methodological justification]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2018, no. 1 (190), pp. 164–171 (in Russian).
8. *Standarty i rekomendatsii dlya garantii kachestva vysshego obrazovaniya v evropeyskom prostranstve* [Standards and recommendations for guaranteeing the quality of higher education in the European space]. Yoshkar-Ola, Akkreditatsiya v obrazovanii Publ., 2008. 58 p. (in Russian).
9. *GOST R 53625-2009. Informatsionnaya tekhnologiya. Obucheniye, obrazovaniye i podgotovka. Menedzhment kachestva, obespecheniye kachestva i metriki* [GOST R 53625-2009. Information technology. Education, education and training. Quality management, quality assurance and metrics]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 16 p. (in Russian).
10. Saati T. L. *Prinyatiye resheniy pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh. Analiticheskiye seti* [Decision making with dependencies and feedbacks. Analytical networks]. Moscow, LKI Publ., 2008. 360 p. (in Russian).
11. Toktarova V. I., Fedorova S. N. *Adaptivnaya sistema matematicheskoy podgotovki studentov v usloviyakh informatsionno-obrazovatel'noy sredy vuza* [Adaptive system of mathematical training of students in the information and educational environment of the university]. Yoshkar-Ola, 2020, 488 p. (in Russian).
12. *Rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 01.11.2013 g. no. 2036-p «Strategiya razvitiya otrasli informatsionnykh tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii na 2014–2020 gody i na perspektivu do 2025 goda»* [Order of the Government of the Russian Federation dated 01.11.2013 No. 2036-rStrategy for the development of the information technology industry in the Russian Federation for 2014–2020 and for the long term until 2025] (in Russian).

13. *Advanced Distributed Learning (ADL), Sharable Content Object. Reference Model (SCORM)*. 2nd Edition Overview. 2004.
14. Dmitriyeva E. N., Kuritsyna G. V. Soderzhaniye otsenki kachestva distantsionnogo obucheniya v vuze [The content of the assessment of the quality of distance learning at the university]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 2015, no. 6 (in Russian). URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23913> (accessed 10 September 2020).
15. Krasil'nikova V. A. *Teoriya i tekhnologii komp'yuternogo obucheniya i testirovaniya* [Theory and technology of computer training and testing]. Moscow, Dom pedagogiki Publ., 2009. 339 p. (in Russian).

**Toktarova V. I.**, Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Associate Professor, Mari State University (pl. Lenina, 1, Yoshkar-Ola, Russian Federation, 424000). E-mail: [toktarova@yandex.ru](mailto:toktarova@yandex.ru)

**Fedorova S. N.**, Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Mari State University (pl. Lenina, 1, Yoshkar-Ola, Russian Federation, 424000). E-mail: [svetnikfed65@yandex.ru](mailto:svetnikfed65@yandex.ru)