

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ЭЛЕКТРОННОЙ СРЕДЕ ПОСРЕДСТВОМ ЛЕКЦИЙ-ТРЕНАЖЕРОВ

Р. В. Есин<sup>1</sup>, Т. А. Кустицкая<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Сибирский федеральный университет*

660074, Россия, г. Красноярск, ул. Куренского, д. 26, корп. 1

### *Аннотация*

Статья посвящена проблеме эффективности представления теоретического материала в электронных обучающих курсах по математическим дисциплинам, возникающей в связи с особенностями обучения математике и таких психофизических процессов, как внимание и память. Рассматриваются педагогические принципы микрообучения и связи теории с практикой, следование которым позволяет повысить степень усвоения материала обучающимися. Предлагается реализация данных принципов с помощью лекций-тренажеров, в которых порции учебного материала чередуются с тестовыми заданиями на проверку полученных знаний. Описывается эксперимент по исследованию эффективности использования лекций-тренажеров при обучении математике студентов Сибирского федерального университета в электронном обучающем курсе «Теория вероятностей», созданном в LMS Moodle. Оценивается эффективность лекций-тренажеров в учебном процессе по сравнению со стандартными электронными лекциями, представляющими собой многостраничные текстовые файлы.

**Ключевые слова:** лекция-тренажер, принцип микрообучения, обучение математике, принцип связи теории с практикой, электронное обучение, LMS Moodle, дисперсионный анализ.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2019-34-8-32-39

### *Для цитирования:*

Есин Р. В., Кустицкая Т. А. Повышение эффективности обучения математике в электронной среде посредством лекций-тренажеров // Информатика и образование. 2019. № 8. С. 32–39.

**Статья поступила в редакцию:** 16 апреля 2019 года.

**Статья принята к печати:** 20 августа 2019 года.

### *Финансирование*

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 18-013-00654.

### *Сведения об авторах*

**Есин Роман Витальевич**, ст. преподаватель кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; resin@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-9682-4690

**Кустицкая Татьяна Алексеевна**, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; tkustitskaya@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0001-9854-1259

## 1. Введение

Переход к новому поколению федеральных государственных образовательных стандартов характеризуется перераспределением часов учебного плана. Уменьшение количества часов, отводимых на аудиторную работу со студентами, увеличение доли самостоятельной работы студентов, а также трансформирование общекультурной компетенции «способность к самоорганизации и самообразованию» в универсальную компетенцию «способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни» [1] ставят задачи по обучению студентов самостоятельной познавательной активности и повышению эффективности их самостоятельного обучения. Решение данных задач возможно за счет широких возможностей организации самостоятельной работы обучающихся в электронной среде. В настоящее время совершенствование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЭО и ДОТ) является перспек-

тивным направлением государственной программы модернизации образования [2–5]. Использование ЭО и ДОТ позволяет преобразовать существующие традиционные средства, методы и формы обучения для применения в электронной среде с учетом особенностей электронного обучения. Это дает основания считать разработку методических рекомендаций по применению новых средств, методов и форм обучения в электронной среде, повышающих эффективность обучения, актуальной педагогической задачей.

Применение лекций при традиционном обучении направлено на передачу когнитивного компонента, однако их усовершенствованные формы — с применением электронной среды — могут включать разнообразные виды деятельности и совмещаться с другими видами работ, связанными с изучением электронного обучающего курса. Обычно лекция в электронной среде представляет собой многостраничный ресурс или файл, работа с которым быстро утомляет и рассеивает концентрацию внимания, что заметно снижает эффективность обучения. Особенно остро стоит вопрос удержания внимания обучающе-

гося при работе в электронных курсах по математическим дисциплинам в связи с высоким уровнем абстракции теоретического материала.

В различных экспериментах обсуждается ограниченность объема информации, который человек может свободно воспринимать. Например, Дж. А. Миллер говорит о «волшебном» числе « $7 \pm 2$ », определяющем количество элементов, обрабатываемых памятью человека [6]. На этих экспериментальных исследованиях базируется **теория микрообучения**. Разработке теории микрообучения, главной особенностью которой становится обучение малыми порциями теоретического материала, посвящено множество работ отечественных и зарубежных исследователей (см., например, [7–10]). Время изучения такой порции материала ограничено, что позволяет максимизировать концентрацию внимания во время ее освоения. При этом продолжительность является достаточной для полного изучения логически связанного содержания теоретического материала по математике. Приобретение знаний в процессе самостоятельной работы с использованием теоретического материала, построенного на принципе микрообучения, упрощается, что способствует повышению эффективности электронного обучения и познавательной активности студентов.

В работах отечественных исследователей [11–14] рекомендуется объединять изучение теоретического материала с практической деятельностью для поддержания сосредоточенности и устойчивости внимания в образовательном процессе. Данное утверждение согласуется с анализом пирамиды обучения и конусом опыта Э. Дейла [15, 16], на основании которых можно сделать вывод: повышение качества усвоения знаний после изучения теоретического материала возможно за счет комбинирования различных методов обучения. Чтение теоретического материала позволяет освоить только до 10 % представленной информации. В свою очередь, практика конкретной деятельности дает возможность освоить до 75 % материала. Следуя работам отечественных и зарубежных ученых [13, 15, 17], под **принципом связи теории и практики** будем понимать чередование изучения в электронной среде блоков, состоящих из теоретического материала, и практических тестов на данный материал. При обучении математике в такие практические тесты целесообразно включать задачи, не требующие большого объема вычислений: задания на определения взаимосвязей между понятиями и анализ численных показателей. Применение принципа связи теории с практикой при обучении математическим дисциплинам позволит увеличить степень усвоения когнитивного компонента.

## 2. Лекция-тренажер в LMS Moodle

Начиная с 2010 года в Сибирском федеральном университете ведется работа по созданию образовательной среды обучения на базе LMS Moodle [18–20]. За счет высокой гибкости при разработке и настройке электронных образовательных курсов, а также благодаря простоте использования и открытому

коду LMS Moodle широко применяется для создания дистанционных курсов, электронных ресурсов с веб-поддержкой и электронных образовательных курсов, реализующих смешанную модель обучения [21].

По многим дисциплинам ведется работа по переводу части теоретического материала из аудиторной работы в самостоятельную, организованную в электронной среде, в связи с чем возникает проблема эффективности обучения с помощью электронных лекций.

Для реализации принципов микрообучения и связи теории с практикой в электронной среде был разработан **электронный обучающий курс (ЭОК) по дисциплине «Теория вероятностей»**, в котором темы, отведенные для самостоятельного обучения, были изложены с помощью лекций-тренажеров.

Содержательно каждую **лекцию-тренажер** можно рассматривать как совокупность блоков учебного материала (обучающих блоков), каждый из которых включает в себя:

- *теоретическую часть*, состоящую из:
  - определений математических понятий, описаний свойств и теорем;
  - примеров решения задач на изучаемое понятие и его свойства;
- *практическую часть*, содержащую тестовые задания на проверку усвоения материала теоретической части.

Для реализации принципа микрообучения в каждую лекцию-тренажер было включено не более семи понятий, которые легко усваиваются студентами благодаря их небольшому количеству и тесной взаимосвязи.

Для реализации принципа связи теории с практикой после каждой небольшой порции теоретической информации следует порция практических заданий, призванных закрепить полученные знания. Такие тестовые задания не направлены на получение оценок, а лишь помогают определить имеющиеся проблемы в изучении. Для усиления связи теории с практикой все тесты снабжены комментариями к неправильным ответам, которые позволяют студентам с разным уровнем подготовки понять особенности изученного материала. Комментарии содержат пояснения, ссылки на глоссарий или ранее изученный материал, контрпримеры.

Технически лекция-тренажер реализована с помощью элемента Moodle «Лекция», который позволяет располагать контент и/или практические задания (тесты) в интересной и гибкой форме. При конструировании лекций-тренажеров используются как линейная схема представления материала, который состоит из ряда обучающих блоков, так и сложные схемы, которые содержат различные траектории или варианты изучения теоретического материала. Каждая лекция-тренажер содержит несколько страниц с теоретическим материалом и комплектом тестовых заданий для моментальной проверки усвоения изученного. Изучив порцию теоретического материала, студент автоматически переходит к выполнению тестового задания по этому материалу. Для увеличения

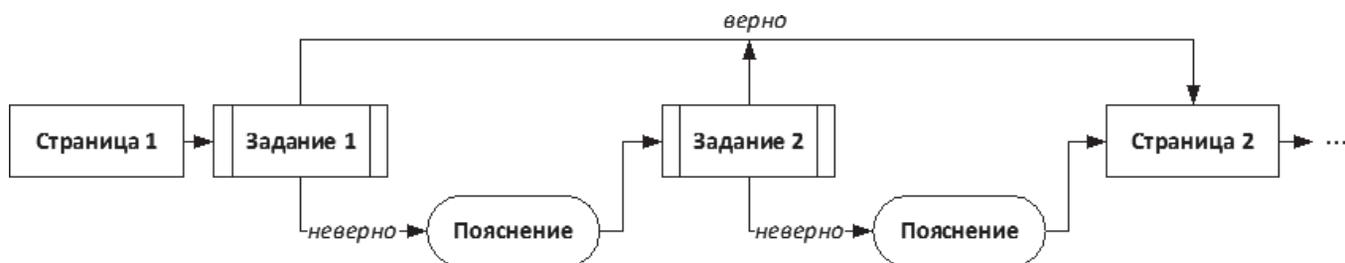


Рис. 1. Линейная схема переходов лекции-тренажера

*Модой* (обозначение —  $M_o$ ) выборки называется такой элемент, который встречается в выборке с наибольшей частотой.

Особенности вычисления моды:

1. Если все элементы выборки имеют одинаковую частоту, то выборка *не имеет* моды.
2. Если две *соседние* варианты в отсортированной по неубыванию выборке имеют одинаковую доминирующую частоту, то мода — это среднее арифметическое этих вариантов.
3. Если в отсортированной по неубыванию выборке две *несоседние* варианты имеют одинаковую доминирующую частоту, то такая выборка называется *бимодальной*. Если таких вариантов более двух, то выборка называется *полимодальной*.

В выборке  $X = \{-2; 0; 3; 1; 0; 4; 1; 0\}$  чаще всего встречается число 0, поэтому  $M_o = 0$ .

В выборке  $X = \{-2; 0; 3; 1; 0; 1; 1; 0\}$  по три раза встречаются числа 0 и 1, в вариационном ряду  $\{-2; 0; 0; 0; 1; 1; 1; 3\}$  они являются соседними вариантами, значит,  $M_o = \frac{0+1}{2} = 0,5$ .

Выборка  $X = \{-2; 0; 3; 3; 0; 1; 3; 0\}$  является бимодальной, так как наиболее часто встречающиеся в ней числа не являются соседними вариантами в отсортированной выборке  $\{-2; 0; 0; 0; 1; 3; 3; 3\}$ . Получаем, что  $M_{o1} = 0$ , а  $M_{o2} = 3$ .

Рис. 2. Теоретическая часть обучающего блока лекции-тренажера, посвященного изучению понятия «мода вариационного ряда»

активного взаимодействия и контроля понимания в тестировании используются различные типы вопросов, такие как «множественный выбор», «на соответствие» и «короткий ответ». При правильном выполнении набора заданий студент переходит к следующему обучающему блоку, при наличии ошибок студенту предоставляются подробные комментарии к решению. После изучения комментариев студент имеет возможность выполнить аналогичные тестовые задания на проверку усвоения материала, после чего переходит далее по траектории лекции. Фрагмент линейной схемы переходов лекции-тренажера представлен на рисунке 1.

**В качестве примера рассмотрим один из обучающих блоков лекции-тренажера «Наглядное представление статистических данных», посвященный изучению понятия «мода вариационного ряда»**

*Теоретическая часть* содержит определение моды, описание особенностей ее вычисления, примеры нахождения моды для нескольких выборок (рис. 2).

*Практическая часть* состоит из двух комплектов тестовых задач: первый комплект содержит задачи, в которых обучающемуся необходимо проанализировать выборку на наличие моды, второй — задачи, в которых необходимо вычислить моду.

После изучения теоретической части блока студенту предлагается задача из первого комплекта. При ее неправильном выполнении студент изучает комментарии к своему ответу и имеет возможность выполнить еще одну подобную задачу. Правильное выполнение задания переводит студента на страницу с заданием из второго комплекта, работа с которым

построена аналогичным образом. Примеры задач из обоих комплектов приведены в таблице 1.

При необходимости повторного обращения к теоретической части лекции-тренажера у студента появляется возможность пропускать вопросы тестирования. Это позволяет осуществлять быстрый переход к необходимым примерам, понятиям и т. д. В то же время лекция-тренажер содержит обширную вариативность (большую базу вопросов) в тестовых заданиях, поэтому студенты имеют возможность отработки полученных знаний.

После прохождения лекции-тренажера обучающемуся открывается контрольный тест на проверку знаний по материалу лекции. Проходя контрольный тест, студент применяет полученные знания в уже знакомых ситуациях, так как задания контрольного теста проверяют усвоение того же материала, что и задания в лекциях-тренажерах. То, насколько правильно и быстро студент выполнил контрольный тест, говорит, в частности, о сформированности у него такого качества, как оперативность знаний [13, 22, 23].

### 3. Анализ эффективности обучения с помощью лекций-тренажеров

В апробации лекций-тренажеров в рамках ЭОК по дисциплине «Теория вероятностей» приняли участие 58 человек, разделенные на две группы: экспериментальную (28 человек) и контрольную (30 человек). ЭОК состоит из трех модулей, при этом содержание первых двух модулей в электронной обучающей среде для обеих групп было полностью идентичным.

**Примеры задач из практической части обучающего блока лекции-тренажера, посвященного изучению понятия «мода вариационного ряда»**

Тестовое задание	Варианты ответа	Комментарии к вариантам												
<i>Пример задачи из комплекта 1</i>														
Выборка: 4; -3; 2; 3; 1; 0; 1; 3	Является бимодальной	<b>Верно</b>												
	Не имеет моды	<b>Неверно.</b> В выборке имеются значения, встречающиеся чаще других												
	Имеет более чем две моды	<b>Неверно</b>												
	Имеет одну моду	<b>Неверно.</b> В выборке несколько значений имеют одинаковую доминирующую частоту												
<i>Пример задачи из комплекта 2</i>														
Для выборки: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>X</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>10</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><math>\omega_i</math></td> <td>1/6</td> <td>1/3</td> <td>1/6</td> <td>1/6</td> <td>1/6</td> </tr> </table>	X	0	1	2	10	20	$\omega_i$	1/6	1/3	1/6	1/6	1/6	$M_o = 1$	<b>Верно</b>
	X	0	1	2	10	20								
	$\omega_i$	1/6	1/3	1/6	1/6	1/6								
	$M_o = 2$	<b>Неверно.</b> Частота встречаемости элемента, равного 2, всего 1/6. В выборке имеется элемент с большей частотой встречаемости												
Моды не существует	<b>Неверно.</b> Одно из значений случайной величины встречается в выборке чаще других													
	$M_o = \frac{1}{3}$	<b>Неверно.</b> Мода — это элемент выборки, а не частота этого элемента												

Обучение по части третьего модуля проводилось по технологии «перевернутый класс»: студенты изучали новые темы самостоятельно, а на аудиторных занятиях проводились консультации. Соответствующий учебный материал в электронном курсе был разбит на четыре порции, после изучения каждой порции студенты проходили контрольное тестирование на проверку знаний. При этом учебный материал для контрольной группы был, как и ранее, представлен в виде стандартных лекций, а для экспериментальной группы — в виде лекций-тренажеров. Контрольные тесты в обеих группах были идентичны.

Целью эксперимента было проверить, оказывает ли форма подачи теоретического материала в виде лекции-тренажера положительное влияние на качество приобретаемых студентами знаний. Анализировались следующие показатели:

- *прирост успеваемости* студентов в части когнитивного компонента в третьем модуле по сравнению с первыми двумя модулями:

$$\Delta M = M_{\text{AFTER}} - M_{\text{BEFORE}},$$

где  $M_{\text{BEFORE}}$  — средний балл студента по первому и второму модулям,  $M_{\text{AFTER}}$  — средний балл по третьему модулю;

- показатель оперативности знаний, который назовем *i-м коэффициентом оперативности*:

$$K_i = \frac{M_i}{t_i},$$

где  $M_i$  — балл, полученный студентом по *i*-му тесту;  $t_i$ ,  $i = 1..4$  — время, затраченное студентом на прохождение *i*-го теста;

- агрегированный показатель оперативности знаний, призванный нивелировать влияние случайностей при оценке результатов тестирования (отгадывание ответа, неправильный учет времени прохождения теста и пр.). Назовем этот показатель *суммарным коэффициентом оперативности*:

$$K = \sum_i K_i.$$

Наряду с влиянием на данные показатели фактора «вид лекции» исследовались также влияние фактора «посещение очной консультации» и совместное влияние этих факторов.

Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась с помощью средств языка программирования R. На рисунке 3 изображены значения показателя прироста успеваемости  $\Delta M$  для студентов экспериментальной и контрольной групп, а также средние значения  $\Delta M$  по каждой из групп. Средний прирост успеваемости у студентов экспериментальной группы составил 2,69 балла, у студентов контрольной группы отрицательный прирост — -2,87.

Также было определено, что у студентов, посетивших консультацию, средний прирост успеваемости составил 4,52 балла, у не посетивших консультацию произошло падение успеваемости (средний прирост составил 1,74 балла).

Данные результаты позволяют предположить наличие положительного влияния лекций-тренажеров и посещения консультаций на успеваемость. Однако для проверки этой гипотезы необходимо решить проблему гетероскедастичности исходных данных (возможно, путем увеличения объема выборки).

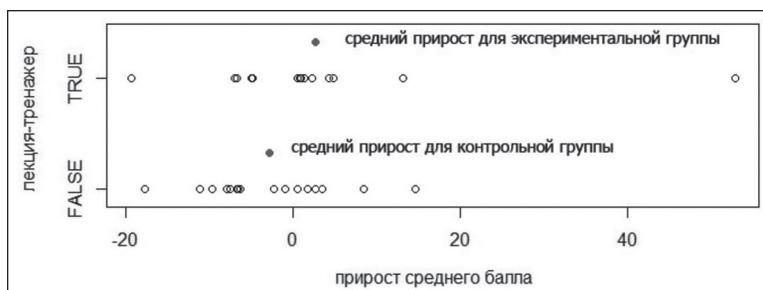


Рис. 3. Распределение прироста успеваемости у студентов экспериментальной и контрольной групп

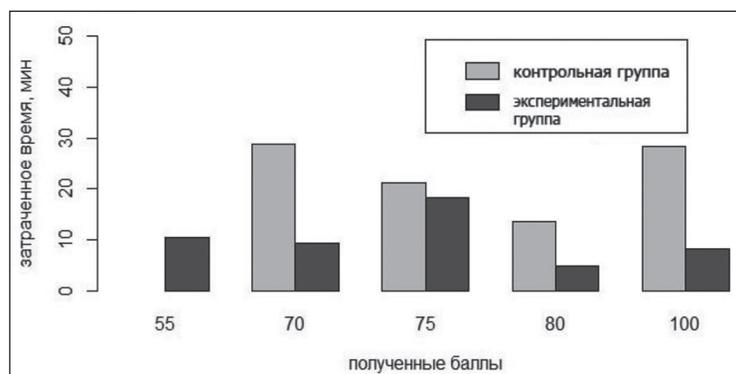


Рис. 4. Средняя продолжительность работы над тестом-2

Таблица 2

**Результаты проверки гипотез о невлинии факторов «вид лекции» и «посещение консультации» на коэффициенты оперативности знаний  $K_2$  и  $K$**

Фактор	Значение статистики Фишера		p-value		Вывод о влиянии / невлинии фактора	
	$K_2$	$K$	$K_2$	$K$	$K_2$	$K$
Вид лекции	10,638	16,952	0,003	0,0003	Влияет	Влияет
Посещение консультации	0,172	0,194	0,681	0,6625	Не влияет	Не влияет
Вид лекции + посещение консультации	1,587	2,863	0,216	0,1010	Не влияет	Не влияет

Перейдем к анализу оперативности знаний. На рисунке 4 приведены результаты сравнительного анализа среднего времени работы над одним из тестов студентов, получивших одинаковые баллы в контрольной и экспериментальной группах. Студенты экспериментальной группы справляются с тестом быстрее при тех же результатах. Аналогичная ситуация возникла и с остальными тестами.

С помощью критериев Шапиро—Уилка [24] и Кохрена [25] было показано, что для исследуемых данных выполняются условия применимости параметрического дисперсионного анализа. На уровне значимости 0,05 были проверены гипотезы о невлинии факторов «вид лекции», «посещение очной консультации» и совместного действия этих факторов на значения коэффициентов оперативности знаний  $K_2$  и суммарный коэффициент оперативности знаний  $K$ . Результаты дисперсионного анализа [26] коэффициентов  $K_2$  и  $K$  приведены в таблице 2. Аналогичные результаты получаются и для тестов 1, 3, 4.

Таким образом, дисперсионный анализ результатов всех контрольных тестов показал заметное положительное влияние фактора «вид лекции» на все коэффициенты оперативности. При этом посещение очной консультации и совместное действие факторов «вид лекции» и «посещение консультации» не оказали заметного влияния.

**4. Заключение**

Подводя итог, можно сказать, что в рамках данного ЭОК лекция-тренажер оказала доказанное выраженное положительное влияние на оперативность получаемых студентами знаний. Также имеются данные, свидетельствующие о положительном влиянии лекций-тренажеров и посещения очных консультаций на качество знаний в целом. Это позволяет говорить о возможности эффективного применения принципов микрообучения и связи теории с практикой в электронном обучении.

Включение предложенных лекций-тренажеров как одной из форм представления учебного материала в электронные обучающие курсы позволит производить частичную замену традиционных форм обучения обучением в электронной среде, обеспечивая высокую степень усвоения когнитивного компонента обучающимися.

#### Список использованных источников

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года № 929 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника». [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090301\\_B\\_3\\_12102017.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090301_B_3_12102017.pdf)
2. Паспорт приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации». [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216432/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216432/)
3. Соловьев М. А., Качин С. И., Велединская С. Б., Дорофеева М. Ю. Стратегии развития электронного обучения в техническом вузе // Высшее образование в России. 2014. № 6. С. 67–76. <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/671>
4. Указ Президента Российской Федерации от 09 мая 2017 года № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>
5. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)
6. Miller G. A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information // Psychological Review. 1956. Vol. 63. No. 2. P. 81–97. DOI: 10.1037/h0043158
7. Fernandez J. The microlearning trend: accommodating cultural and cognitive shifts. <https://learningsolutionsmag.com/articles/1578/the-microlearning-trend-accommodating-cultural-and-cognitive-shifts>
8. Masie E. Nano-learning: miniaturization of design // Chief Learning Officer. 2006. Vol. 5. Is. 1. P. 17. [http://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Clomedia/Nano-Learning%20-%20Miniaturization%20of%20Design%20\(Jan%2006\).pdf](http://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Clomedia/Nano-Learning%20-%20Miniaturization%20of%20Design%20(Jan%2006).pdf)
9. Mosel S. Self directed learning with personal publishing and microcontent constructivist approach and insights for institutional implementations. Constructivist approach and insights for institutional implementations. 2005. <https://www.semanticscholar.org/paper/Self-Directed-Learning-With-Personal-Publishing-and-Mosel/3dae8148f67a3f0533304cc376710ab806ce40ef>
10. Федосеев А. А. К вопросу об уменьшении объема порций учебного материала при электронном обучении // Информатика и ее применения. 2016. Т. 10. № 3. С. 105–110. DOI: 10.14357/19922264160314

11. Выготский Л. С. Педагогическая психология. М.: Педагогика, 1991. 480 с.
12. Зимняя И. А. Учебная деятельность как специфический вид деятельности // Инновационные проекты и программы в образовании. 2014. № 1. С. 3–14.
13. Лернер И. Я. Факторы сложности познавательных задач // Новые исследования в педагогических науках. 1970. № 1. С. 86–91.
14. Осипова С. И., Агишева Н. С. Познавательная активность как объект педагогического анализа // Гуманизация образования. 2016. № 2. С. 89–96.
15. Dale E. Audiovisual methods in teaching. New York: The Dryden Press, 1969. 719 p.
16. Мандель Б. Р. Современные инновационные технологии в образовании и их применение // Образовательные технологии. 2015. № 2. С. 27–48. <http://iedtech.ru/journal/2015/2/modern-educational-technologies/>
17. Chi M. T. H., Bassok M., Lewis M. W., Reimann P., Glaser R. Self-explanations: how students study and use examples in learning to solve problems // Cognitive Science. 1989. Vol. 13. Is. 2. P. 145–182. DOI: 10.1207/s15516709cog1302\_1
18. Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В., Цибульский Г. М. Адаптивная модель построения индивидуальных образовательных траекторий при реализации смешанного обучения // Информатика и образование. 2017. № 2. С. 83–86.
19. Вайнштейн Ю. В., Цибульский Г. М., Носков М. В. Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в вузе // Информатизация образования: теория и практика. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Омск: ОмГПУ, 2017. С. 27–31.
20. Кочеткова Т. О., Карнаухова О. А. Адаптивная образовательная стратегия обучения математике студентов в электронной среде // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева. 2018. № 2. С. 50–56. DOI: 10.25146/1995-0861-2018-44-2-57
21. Цибульский Г. М., Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В. Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в среде LMS Moodle. Красноярск: СФУ, 2018. 166 с.
22. Булатова И. С. Качества знаний как сохраняемые модели содержания образования при обучении в вузе // Теория и практика общественного развития. 2011. № 3. С. 171–174. [http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv\\_zhurnala/2011/3/pedagogika/bulatova.pdf](http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2011/3/pedagogika/bulatova.pdf)
23. Лернер И. Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? М.: Знание, 1978. 48 с.
24. Shapiro S. S., Francia R. S. An approximate analysis of variance test for normality // Journal of the American Statistical Association. 1972. Vol. 67. Is. 337. P. 215–216. DOI: 10.1080/01621459.1972.10481232
25. Cochran W. G. The comparison of percentages in matched samples // Biometrika. 1950. Vol. 37. No. 3/4. P. 256–266. DOI: 10.2307/2332378
26. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: Физматлит, 2006. 816 с.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF TEACHING MATHEMATICS IN E-LEARNING COURSE USING TRAINING LECTURES

R. V. Esin<sup>1</sup>, T. A. Kustitskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian Federal University

660074, Russia, Krasnoyarsk, ul. Kirenskogo, 26, building 1

#### Abstract

The article is dedicated to the problem of effective presentation of theoretical material by e-courses in mathematical disciplines, which arises due to the peculiarities of teaching mathematics, and of such hypophysical processes as attention and memory. We consider the pedagogical principles of microlearning and combining theory with practice, following which allows to increase the

degree of theoretical material digestion by students. We propose implementing these principles with the help of training lectures, in which portions of theoretical material alternate with test tasks. We describe an experiment for studying the effectiveness of training lectures in teaching students using the electronic course “Probability theory” created in the Learning Management System Moodle. We examine the effectiveness of training lectures in the educational process in comparison with standard electronic lecture, which is usually presented as a multipage text file.

**Keywords:** training lecture, principle of microlearning, teaching mathematics, combining theory with practice principle, e-learning, LMS Moodle, ANOVA.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2019-34-8-32-39

**For citation:**

*Esin R. V., Kustitskaya T. A. Povyshenie ehffektivnosti obucheniya matematike v ehlektronnoj srede posredstvom lektzij-tre-nazherov [Improving the efficiency of teaching mathematics in e-learning course using training lectures]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 8, p. 32–39. (In Russian.)*

**Received:** April 16, 2019.

**Accepted:** August 20, 2019.

**Acknowledgments**

The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR) according to the research project No. 18–013–00654.

**About the authors**

**Roman V. Esin**, Senior Lecturer at the Department of Applied Mathematics and Computer Safety, Institute of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; resin@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-9682-4690

**Tatiana A. Kustitskaya**, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor at the Department of Applied Mathematics and Computer Safety, Institute of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; tkustitskaya@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0001-9854-1259

## References

1. Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federatsii ot 19 sentyabrya 2017 goda № 929 “Ob utverzhdenii federal’nogo gosudarstvennogo obrazovatel’nogo standarta vysshego obrazovaniya — bakalavriat po napravleniyu podgotovki 09.03.01 Informatika i vychislitel’naya tekhnika” [Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated September 19, 2017 No. 929 “On approval of the Federal State Educational Standard of Higher Education — a bachelor’s degree in the direction of preparation 09.03.01 Informatics and Computer Engineering”]. (In Russian.) Available at: [http://fgosvo.ru/upload-files/FGOS%20VO%203++/Bak/090301\\_B\\_3\\_12102017.pdf](http://fgosvo.ru/upload-files/FGOS%20VO%203++/Bak/090301_B_3_12102017.pdf)
2. Pasport prioritetnogo proekta “Sovremennaya tsifrovaya obrazovatel’naya sreda v Rossijskoj Federatsii” [Passport of the priority project “Modern digital educational environment in the Russian Federation”]. (In Russian.) Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216432/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216432/)
3. Soloviev M. A., Kachin S. I., Vedinckaya S. B., Dorofeeva M. Yu. Strategii razvitiya ehlektronnogo obucheniya v tekhnicheskome vuze [E-learning strategy at technical university]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2014, no. 6, p. 67–76. (In Russian.) Available at: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/671>
4. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 09 maya 2017 goda № 203 “O Strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossijskoj Federatsii na 2017–2030 gody” [Presidential Decree of May 9, 2017 No. 203 “On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017–2030”]. (In Russian.) Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>
5. Federal’nyj zakon ot 29 dekabrya 2012 goda № 273-ФЗ “Ob obrazovanii v Rossijskoj Federatsii” [Federal Law No. 273-ФЗ “On Education in the Russian Federation” dated December 29, 2012]. (In Russian.) Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)
6. Miller G. A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 1956, vol. 63, no. 2, p. 81–97. DOI: 10.1037/h0043158
7. Fernandez J. The microlearning trend: accommodating cultural and cognitive shifts. Available at: <https://learning-solutionsmag.com/articles/1578/the-microlearning-trend-accommodating-cultural-and-cognitive-shifts>
8. Masie E. Nano-learning: miniaturization of design. *Chief Learning Officer*, 2006, vol. 5, is. 1, p. 17. Available at: [http://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Clomedia/Nano-Learning%20-%20Miniaturization%20of%20Design%20\(Jan%2006\).pdf](http://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Clomedia/Nano-Learning%20-%20Miniaturization%20of%20Design%20(Jan%2006).pdf)
9. Mosel S. Self directed learning with personal publishing and microcontent constructivist approach and insights for institutional implementations. Constructivist approach and insights for institutional implementations. 2005. <https://www.semanticscholar.org/paper/Self-Directed-Learning-With-Personal-Publishing-and-Mosel/3dae8148f67a3f0533304cc3767110ab806ce40ef>
10. Fedoseev A. A. K voprosu ob umen’shenii ob’ema portsiy uchebnogo materiala pri ehlektronnom obuchenii [What is behind the concept of “knowledge in small packages”]. *Informatika i ee primeneniya — Informatics and Its Applications*, 2016, vol. 10, no. 3, p. 105–110. (In Russian.) DOI: 10.14357/19922264160314
11. Vygotsky L. S. Pedagogicheskaya psikhologiya [Pedagogical psychology]. Moscow, Pedagogica, 1991. 480 p. (In Russian.)
12. Zimnyaya I. A. Uchebnaya deyatel’nost’ kak spetsificheskij vid deyatel’nosti [Educational activity as a specific type of activity]. *Innovatsionnye proekty i programmy v obrazovanii — Innovative Projects and Programs in Education*, 2014, no. 1, p. 3–14. (In Russian.)
13. Lerner I. Ya. Faktory slozhnosti poznavatel’nykh zadach [Factors of complexity of cognitive tasks]. *Novye issledovaniya v pedagogicheskikh naukakh — New Research in the Pedagogical Sciences*, 1970, no. 1, p. 86–91. (In Russian.)
14. Osipova S. I., Agisheva N. S. Poznavatel’naia aktivnost’ kak obiekt pedagogicheskogo analiza [Cognitive activity as an object of pedagogical analysis]. *Gumanizatsiya obrazovaniya — Humanization of Education*, 2016, no. 2, p. 89–96. (In Russian.)
15. Dale E. Audiovisual methods in teaching. New York, The Dryden Press, 1969. 719 p.
16. Mandel B. R. Sovremennye innovatsionnye tekhnologii v obrazovanii i ikh primeneniya [Modern innovative technologies in education and their application]. *Obrazovatel’nye tekhnologii — Educational Technologies*, 2015, no. 2, p. 27–48. (In Russian.) Available at: <http://iedtech.ru/journal/2015/2/modern-educational-technologies/>
17. Chi M. T. H., Bassok M., Lewis M. W., Reimann P., Glaser R. Self-explanations: how students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 1989, vol. 13, is. 2, p. 145–182. DOI: 10.1207/s15516709cog1302\_1

18. Vainshtein Yu. V., Esin R. V., Tsibul'skii G. M. Adaptivnaya model' postroeniya individual'nykh obrazovatel'nykh traektorij pri realizatsii smeshannogo obucheniya [Adaptive model of developing individual educational trajectories for blended learning]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2017, no. 2, p. 83–86. (In Russian.)

19. Weinstein Yu. V., Tsibul'skiy G. M., Noskov M. V. Razrabotka adaptivnykh ehlektronnykh obuchayushhikh kursov v vuze [Development of adaptive e-learning courses at the university]. *Informatizatsiya obrazovaniya: teoriya i praktika. Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Informatization of education: theory and practice. Proc. Int. Scientific-Practical Conf.]*. Omsk, OSPU, 2017, p. 27–31. (In Russian.)

20. Kochetkova T. O., Karnaukhova O. A. Adaptivnaya obrazovatel'naya strategiya obucheniya matematike studentov v ehlektronnoy srede [Adaptive educational strategy for web-based mathematics teaching]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V. P. Astaf'eva — Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University*, 2018, no. 2, p. 50–56. (In Russian.) DOI: 10.25146/1995-0861-2018-44-2-57

21. Tsibul'skiy G. M., Weinstein Yu. V., Esin R. V. Razrabotka adaptivnykh ehlektronnykh obuchayushhikh kursov v srede LMS Moodle [Developing adaptive e-learning courses

in the LMS Moodle environment]. Krasnoyarsk, SFU, 2018. 166 p. (In Russian.)

22. Bulatova I. S. Kachestva znaniy kak sokhranyaemye modeli sodержaniya obrazovaniya pri obuchenii v vuze [Qualities of knowledge as retaining models of educational content in education training in high school]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya — Theory and Practice of Social Development*, 2011, no. 3, p. 171–174. (In Russian.) Available at: [http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv\\_zhurnala/2011/3/pedagogika/bulatova.pdf](http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2011/3/pedagogika/bulatova.pdf)

23. Lerner I. Ya. Kachestva znaniy uchashhikh. Kakimi oni dolzhny byt'? [The quality of knowledge of students. What should they be?] Moscow, Znanie, 1978. 48 p. (In Russian.)

24. Shapiro S. S., Francia R. S. An approximate analysis of variance test for normality. *Journal of the American Statistical Association*, 1972, vol. 67, is. 337, p. 215–216. DOI: 10.1080/01621459.1972.10481232

25. Cochran W. G. The comparison of percentages in matched samples. *Biometrika*, 1950, vol. 37, no. 3/4, p. 256–266. DOI: 10.2307/2332378

26. Kobzar A. I. Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov [Applied mathematical statistics. For engineers and scientists]. Moscow, Fizmatlit, 2006. 816 p. (In Russian.)

## ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ

### во II Международной научно-практической конференции

#### «Инновационные подходы в высшем образовании в сфере компьютерных наук»

(25–26 ноября 2019 года)

Проблемы разработки и внедрения передовых образовательных технологий в подготовке высококвалифицированных ИТ-специалистов, отвечающих требованиям различных отраслей народного хозяйства, особенно острыми становятся в современных условиях курса на цифровизацию экономики. Как сами проблемы, так и возможные подходы к их решению обсуждаются на разных площадках. Одной из таких площадок **25–26 ноября 2019 года** станет **Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина**, организующий **II Международную научно-практическую конференцию «Инновационные подходы в высшем образовании в сфере компьютерных наук»**.

В конференции примут участие представители образовательных и научно-исследовательских учреждений России, ближнего и дальнего зарубежья, российских и зарубежных компаний — разработчиков программного и аппаратного обеспечения, используемого в образовательных целях. Именно в содружестве исследовательского сообщества и представителей ИТ-индустрии видится успех инноваций, внедрение которых позволит реально, а не гипотетически реализовать подготовку корпуса высококвалифицированных ИТ-специалистов.

#### Основные направления, рассматриваемые на конференции:

- Математические и компьютерные основы управления программной инженерией.
- Передовые методы и инструменты разработки программного обеспечения.
- Человеческий фактор в программной инженерии.
- Системы виртуальной реальности в образовании.
- Информационные и коммуникационные технологии в образовании.
- Бизнес и экономические проблемы разработки программного обеспечения.

**Рабочие языки конференции:** русский и английский.

**К публикации** в сборнике материалов конференции принимаются тезисы докладов на русском или английском языке (две страницы), сборник индексируется в РИНЦ. Возможно заочное участие.

Параллельно авторы могут представить развернутое изложение доклада в виде статьи на английском языке для публикации в издательстве CEUR с индексацией в Scopus и на русском языке для публикации в одном из журналов — «Информатика и образование» и «Педагогическое образование в России». Необходимым условием публикации является очное (возможно дистантное) выступление с докладом. Решение о публикации принимается после рецензирования представленной статьи.

**Участие в конференции бесплатное.**

**Более подробная информация представлена на сайте:**

<https://rtf.urfu.ru/ru/science/conference/innovative-approaches-computer-science/>