

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2020, №3, Том 7 / 2020, No 3, Vol 7 <https://resources.today/issue-3-2020.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/10INOR320.pdf>

DOI: 10.15862/10INOR320 (<http://dx.doi.org/10.15862/10INOR320>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Толмачев А.В., Сеницын Е.В., Астратова Г.В. Вероятности распределения успеваемости студентов онлайн курсов как инструмент оценки качества контрольных материалов // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №3, <https://resources.today/PDF/10INOR320.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/10INOR320

For citation:

Tolmachev A.V., Sinityn E.V., Astratova G.V. (2020). Probability distributions of the academic performance of online courses's students as a tool for assesment of the quality of control materials. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 3(7). Available at: <https://resources.today/PDF/10INOR320.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/10INOR320

УДК 004.9

ГРНТИ 06.81.23

Толмачев Александр Владимирович

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Екатеринбург, Россия

Институт экономики и управления

Старший преподаватель кафедры «Менеджмента»

ООО «Дататель-Урал», Екатеринбург, Россия

Генеральный директор

E-mail: at@idtu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5037-2329>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57204904436>

Сеницын Евгений Валентинович¹

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Екатеринбург, Россия

Институт экономики и управления

Профессор кафедры «Менеджмента»

Директор НОЦ «Онлайн Образование»

Доктор физико-математических наук, профессор

E-mail: sinityn_ev@mail.ru

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7003263555>

¹ <https://urfu.ru/ru/about/personal-pages/Personal/person/e.v.sinityn/>

Астратова Галина Владимировна²

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Екатеринбург, Россия
Профессор кафедры «Интегрированных маркетинговых коммуникаций и брендинга»
ФГКОУ ВО «Уральский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации»
Екатеринбург, Россия
Профессор кафедры «Социально-экономических дисциплин»
Доктор экономических наук, кандидат технических наук
E-mail: galina_28@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3579-4440>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=263754
Researcher ID: <https://www.researcherid.com/rid/C-3514-2015>

Вероятности распределения успеваемости студентов онлайн курсов как инструмент оценки качества контрольных материалов

Аннотация. Цифровизация высшего образования сопровождается существенными изменениями привычного уклада университетской жизни – увеличением числа студентов, одновременно осваивающих один курс, сокращением личного контакта между преподавателем и студентом во время обучения, расширением набора инструментов разработки курсов, усложнением подходов к оценке курсов, и др. Отмеченные перемены требуют новых подходов к организации деятельности всех участников образовательного процесса – студентов, преподавателей, авторов онлайн курсов, административного персонала учебного заведения. Масштабность постановки задачи требует ее декомпозиции и решения по частям.

В статье рассмотрена проблема оценки контрольных материалов для онлайн-курсов, возникающая в процессах цифровой трансформации образования. Предложена модель оценивания контрольных материалов и тестов на основе анализа вероятностных распределений успеваемости студентов, разработанная с использованием математического аппарата теории марковских процессов.

В качестве показателей для анализа и оценки качества контрольных материалов были выбраны вероятности переходов между группами с разной успеваемостью и асимптотически стабильные распределения вероятностей успеваемости.

Для примера, эти показатели были рассчитаны для четырех онлайн-курсов Уральского федерального университета. Проведен сравнительный анализ и сделаны выводы относительно сложности материалов курса. Обсуждается возможное применение предложенных индикаторов различными участниками образовательного процесса.

Рассмотренные в работе групповые показатели – вероятности переходов между группами успеваемости и устойчивые распределения по группам успеваемости, характеризующие не студенческий контингент, а контрольно-измерительные материалы онлайн курса, могут быть полезными для студентов, выбирающих курсы для индивидуальных образовательных траекторий, авторов курсов, принимающих решения о модификации материалов курса, руководителей образовательных программ, выбирающих курсы для своих программ.

² <https://urfu.ru/ru/about/personal-pages/Personal/person/g.v.astratova/>
<https://vk.com/id8134129>
<https://www.facebook.com/astrotova>

Ключевые слова: онлайн-курсы; оценка контрольных материалов; марковские процессы; матрица вероятностей переходов; учебная аналитика

Введение

Цифровая трансформация в сфере высшего образования активно меняет ландшафт образовательной деятельности. Внедрение онлайн технологий сопровождается существенными изменениями привычного уклада университетской жизни – увеличением числа студентов, одновременно осваивающих один курс, сокращением личного контакта между преподавателем и студентом во время обучения, расширением набора инструментов разработки курсов, усложнением подходов к оценке курсов [1; 2]. Такие перемены требуют новых подходов к организации деятельности всех участников образовательного процесса – студентов, преподавателей, авторов онлайн курсов, административного персонала учебного заведения.

Масштабность постановки задачи требует ее декомпозиции и решения по частям. Авторами была рассмотрена задача оценки онлайн курсов, которая возникает у студентов при выборе онлайн курсов при формировании индивидуальных образовательных траекторий, у авторов онлайн курсов при их анализе и разработке путей совершенствования, у руководителей образовательных программ при выборе онлайн курсов для включения в программу. Однако даже такая задача нуждается в комплексном подходе и требует анализа большого числа показателей, поэтому в данной работе авторами рассмотрена модель оценки онлайн курсов и их контрольно-измерительных материалов (КИМ) на основе математического аппарата теории марковских процессов и устойчивых групповых распределений студентов по успеваемости [3]. В качестве примера модель апробирована на ряде онлайн курсов УрФУ, реализуемых на национальной платформе «Открытое образование». Расчетные алгоритмы реализованы авторами работы с использованием пакета `anaconda/python`, активно применяемого аналитиками во всем мире при решении задач такого рода. Исходными данными модели являются данные учебной аналитики, собираемые образовательной платформой во время прохождения слушателями анализируемого онлайн курса.

1. Методы исследования

В процессе обучения слушатели онлайн курса проходят ряд обязательных контрольных точек, в которых происходит оценивание текущего уровня освоения элементов курса. Такими контрольными точками могут быть теоретические тесты, домашние задания, проекты по дисциплине и т. д. Для описания результатов прохождения слушателем серии из N контрольных точек будем использовать вектор размерности N , компоненты которого соответствуют пройденным контрольным точкам. При этом будем различать контрольные точки, характеризующие текущее состояние учебного процесса (например, текущие контрольные тесты, домашние задания и т. д.) и его результат (итоговое тестирование в виде экзамена или зачета). Такое разделение является оправданным в свете важности в системе высшего образования результатов обучения, подтверждающих достижение поставленных целей, и задач, связанных с прогнозированием результатов обучения на основе данных о текущей успеваемости слушателей (текущего состоянии учебного процесса).

Для описания текущего состояния будем использовать вектор:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}. \quad (1)$$

Компонентами вектора X могут быть как вещественные числа из диапазона $[0.0, 1.0]$, показывающие количество полученных за контрольную точку баллов, так и номинативные переменные, принимающие значения согласно таблице 1.

Таблица 1

Значения номинативных переменных успеваемости слушателей

x_i	Оценка	Диапазон полученных баллов
2	Контрольная точка не пройдена – «неудовлетворительно».	[0.0, 0.4]
3	Контрольная точка пройдена – «удовлетворительно». Слушатель обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но допускает неточности в выполнении заданий, предусмотренных программой.	[0.4, 0.6]
4	Контрольная точка пройдена – «успешно». Слушатель демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой.	[0.6, 1.0]

Рассчитано авторами на основе данных о прохождении студентами онлайн курсов на платформе «Открытое образование» <https://openedu.ru/>

Для описания результата обучения будем использовать вектор:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_K\}, \quad (2)$$

где y_j – результирующая оценка по одному из итоговых тестов j . Количество итоговых тестов в общем случае может быть K ($j \in [1, K]$). Совокупность оценок, характеризующих текущую успеваемость и результат обучения, будем называть индивидуальным цифровым профилем слушателя.

Используя представления (1–2) и принимая $K = 1$, совокупность индивидуальных цифровых профилей S слушателей курса может быть представлена в виде таблицы:

Таблица 2

Индивидуальные цифровые профили слушателей

Идентификатор слушателя, ID	x_1	x_2	...	x_N	y
ID_1	x_{11}	x_{21}	...	x_{N1}	y_1
ID_2	x_{12}	x_{22}	...	x_{N2}	y_2
...
ID_S	x_{1S}	x_{2S}	...	x_{NS}	y_S

Рассчитано авторами на основе данных о прохождении студентами онлайн курсов на платформе «Открытое образование» <https://openedu.ru/>

На их основе можно определить вероятность получения оценки j по итогам контрольной точки x_i через соотношение частот (статистическую вероятность получения оценки j):

$$P_{x_i(j)} = \frac{N_{x_i(j)}}{\sum_{j=2,3,4} N_{x_i(j)}}. \quad (3)$$

При прохождении онлайн курса происходят переходы слушателей между группами успеваемости (таблица 1), которые могут быть описаны как случайные блуждания исследуемых субъектов по узлам ориентированного графа.

В дальнейшем будем обозначать численность групп успеваемости $N_{(2)}, N_{(3)}, N_{(4)}$, а относительные доли групп – $n_{(2)}, n_{(3)}, n_{(4)}$:

$$N_{(2)} + N_{(3)} + N_{(4)} = N_{\text{слушателей}} \text{ или } n_{(2)} + n_{(3)} + n_{(4)} = 1. \quad (4)$$

Также будем предполагать, что во время прохождения курса слушатели не прекращают обучение, а только переходят между группами успеваемости. На практике такое условие можно реализовать, исключив из расчетов таких слушателей.

Процесс переходов между группами успеваемости при прохождении КИМ контрольной точки можно описать с помощью матрицы:

$$\hat{P} = \begin{pmatrix} P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Индексы матрицы \hat{P} отвечают обозначениям групп успеваемости – P_{ij} обозначает вероятность перехода из группы i в группу j . Сама матрица является несимметричной и для индексов $i = 2, 3, 4$ верно $\sum_{j=2,3,4} P_{ij} = 1$.

Схематически такие переходы можно изобразить в виде ориентированного графа [4], показанного на рисунке 1.

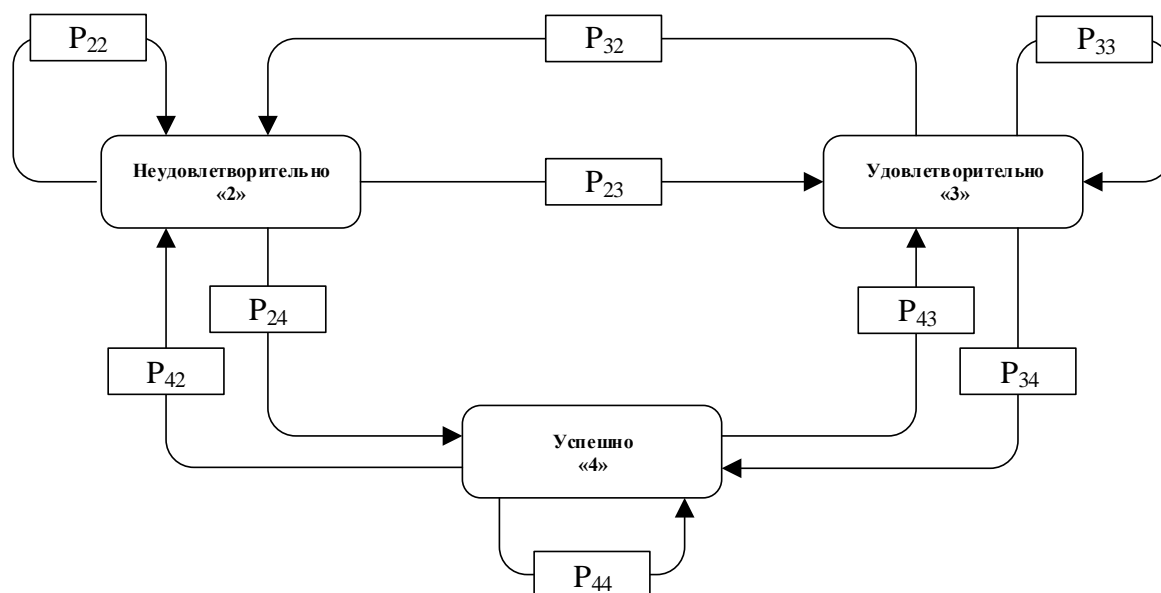


Рисунок 1. Граф переходов слушателей между группами успеваемости как иллюстрация формул (1–5), в авторской трактовке

Рассматривая переходы как марковский случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем, в общем случае можно сформулировать уравнение для вероятности:

$$P \equiv P(\vec{X}|t) \equiv P(N_{(2)}, N_{(3)}, N_{(4)}|t), \quad (6)$$

что в группах успеваемости (2)–(3)–(4) в момент времени t будет $N_{(2)}, N_{(3)}, N_{(4)}$ слушателей. Компоненты вектора $\vec{X} = \{N_{(2)}, N_{(3)}, N_{(4)}\}$ равны численности групп.

С учетом (4) данное уравнение будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial t} = & -\lambda \cdot P \cdot N_{\text{слушателей}} + \\ & + \lambda \cdot \sum_{\substack{i=2,3,4 \\ j \neq i}} (N_i + 1) \cdot P(\dots, N_i + 1, \dots, N_j - 1, \dots |t) \cdot P_{ij}, \end{aligned} \quad (7)$$

где P_{ij} – компоненты матрицы (5), которые вычисляются на основе данных учебной аналитики, а λ – частота переходов между группами успеваемости, определяемая количеством контрольных мероприятий в единицу времени.

Решение уравнения (7), которое в общем случае можно провести численными методами, позволяет исследовать различные аспекты поведения вероятности (6), в частности прогнозировать групповые распределения в произвольные моменты времени и оценивать доверительные интервалы таких прогнозов. Однако в прикладном плане зачастую можно

ограничиться рассмотрением средних значений групповых показателей. Для этого перейдем к математическим ожиданиям величин $n_{(2)}, n_{(3)}, n_{(4)}$ из (4) и преобразуем (7) к дискретной форме:

$$n_{(2)}(t+1) = n_{(2)}(t) - n_{(2)}(t) \cdot P_{23} - n_{(2)}(t) \cdot P_{24} + n_{(3)}(t) \cdot P_{32} + n_{(4)}(t) \cdot P_{42}, \quad (8)$$

$$n_{(3)}(t+1) = n_{(3)}(t) - n_{(3)}(t) \cdot P_{32} - n_{(3)}(t) \cdot P_{34} + n_{(2)}(t) \cdot P_{23} + n_{(4)}(t) \cdot P_{43}, \quad (9)$$

$$n_{(4)}(t+1) = n_{(4)}(t) - n_{(4)}(t) \cdot P_{42} - n_{(4)}(t) \cdot P_{43} + n_{(2)}(t) \cdot P_{24} + n_{(3)}(t) \cdot P_{34}, \quad (10)$$

В связи с тем, что случайный процесс с непрерывным временем и конечным числом состояний, как в рассматриваемом случае, всегда обладает эргодическим свойством [3], то по истечении достаточно большого промежутка времени система переходит в установившийся режим, который не зависит от начального состояния (6). Это означает существование вектора $\vec{X} = \{N_{(2)}, N_{(3)}, N_{(4)}\}$ и вектора $\vec{\alpha} = \{n_{(2)}, n_{(3)}, n_{(4)}\}$, которые определяют установившееся распределение слушателей по группам успеваемости. Такое распределение можно рассматривать как универсальную характеристику применяемых контрольно-измерительных материалов, независимую (для достаточно представительной выборки слушателей) от специфики конкретной группы, проходящей рассматриваемую контрольную точку. Это распределение можно трактовать как результат гипотетического многократного применения одних и тех же КИМ при многократном прохождении анализируемой контрольной точки группами слушателей со статистически эквивалентными способностями и подходами к обучению.

Вектор $\vec{\alpha}$ можно найти непосредственно из (8–10) при $t \rightarrow \infty$. Также вектор $\vec{\alpha}$ может быть найден как предельное распределение после многократных переходов на графе (рисунок 1), определяемом матрицей (5) [4; 5]:

$$\vec{\alpha}(t+1) = \hat{P} \cdot \vec{\alpha}(t), \quad (11)$$

или как собственный вектор \hat{P} с собственным значением 1, что следует из предыдущего выражения при $t \rightarrow \infty$: $\vec{\alpha} = \hat{P} \cdot \vec{\alpha}$. Очевидно, результат нахождения вектора $\vec{\alpha}$ не зависит от способа вычисления.

Как показано выше, матрица (5) однозначно определяет влияние контрольной точки на распределение слушателей по группам успеваемости и косвенно служит индикатором качества контрольного задания, однако непосредственное ее использование для оценки КИМ неудобно из-за достаточно большого количества параметров (девять вероятностей переходов при использовании трех групп успеваемости) и их сложной, хотя и однозначной, связи с традиционными и понятными характеристиками успешности обучения. На этом фоне вектор $\vec{\alpha}$ является более наглядной и удобной для практического применения характеристикой для оценки КИМ. Анализ вектора установившегося распределения слушателей по группам успеваемости позволяет оценить, соответствует ли курс и входящие в его состав материалы целям и задачам образовательного процесса. По результатам такого анализа могут быть приняты решения относительно необходимости совершенствования материалов курса, а также относительно целесообразности его использования в образовательной программе.

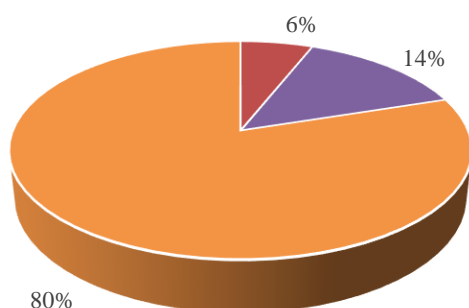
2. Результаты применения модели

Модель оценки онлайн курсов на основе анализа устойчивых групповых распределений студентов по успеваемости реализована авторами работы с помощью программного пакета `anaconda/python` и применена к оценке ряда онлайн курсов, реализуемых Уральским

федеральным университетом на Национальной платформе «Открытое образование»³ в весеннем семестре 2020 года. Вероятности (3) согласно таблице 1 для матрицы (5) вычислены для переходов между текущей успеваемостью на курсе и итоговым тестом по окончании, т. к. все курсы имеют различную внутреннюю структуру контрольных точек. Результаты вычислений представлены на рисунке 2.

«Инженерная механика». УрФУ. Весенний семестр 2020 года

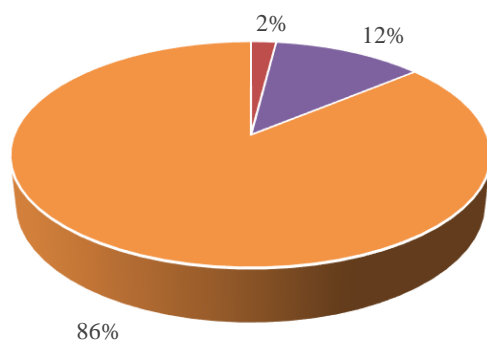
■ n2 (неуд.) ■ n3 (удовл.) ■ n4 (хор. и отл.)



	неуд.	удовл.	хор.&отл.
неуд.	0.20	0.20	0.60
удовл.	0.21	0.21	0.59
хор. и отл.	0.03	0.12	0.85

«Естественнонаучная картина мира». УрФУ. Весенний семестр 2020 года

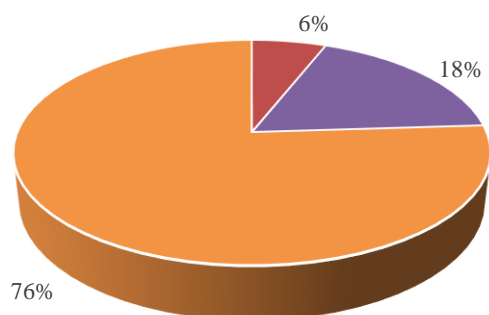
■ n2 (неуд.) ■ n3 (удовл.) ■ n4 (хор. и отл.)



	неуд.	удовл.	хор.&отл.
неуд.	0.33	0.00	0.67
удовл.	0.06	0.29	0.65
хор. и отл.	0.01	0.10	0.89

«История: 5 подходов к историческому развитию». УрФУ. Весенний семестр 2020 года

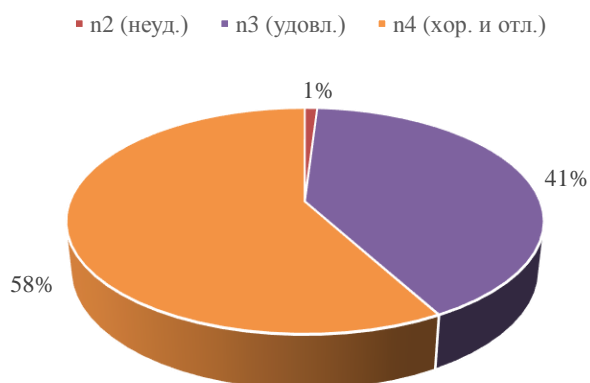
■ n2 (неуд.) ■ n3 (удовл.) ■ n4 (хор. и отл.)



	неуд.	удовл.	хор.&отл.
неуд.	0.00	0.00	1.00
удовл.	0.21	0.21	0.57
хор. и отл.	0.03	0.19	0.79

³ <https://openedu.ru/>.

«Культура русской деловой речи». УрФУ. Весенний семестр 2020 года



	неуд.	удовл.	хор.&отл.
неуд.	0.00	0.19	0.81
удовл.	0.00	0.55	0.45
хор. и отл.	0.01	0.32	0.67

Рисунок 2. Прогнозируемые асимптотические групповые распределения успеваемости (круговая диаграмма) и матрицы переходов от результатов текущей успеваемости (первая графа таблицы) к результатам итогового тестирования (первая строка таблицы) (источник: вычисления авторов, основанные на данных о прохождении студентами онлайн курсов на платформе «Открытое образование» <https://openedu.ru/>)

3. Обсуждение результатов

Курсы «Инженерная механика», «Естественнонаучная картина мира», «История: 5 подходов к историческому развитию» имеют схожие прогнозируемые распределения по группам успеваемости, при этом основная доля у группы «хорошо и отлично» – 76–86 %, а доля группы «неудовлетворительно» достаточно мала – 2–6 %. Вероятность перехода из группы «хорошо и отлично» по текущей успеваемости в группы «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» невелика – 10–19 % и 1–3 % соответственно. Студенты, находившиеся в группе «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» по текущей успеваемости, с относительно высокой долей вероятности могут успешно пройти итоговый тест – 57–65 % и 60–100 % соответственно. Важно иметь в виду, что группа студентов, не проявлявших академическую активность во время семестра и имевших «неудовлетворительно» за текущую успеваемость, но прошедших итоговый тест и сдавших его успешно, немногочисленна, обычно это единицы при том, что общее количество студентов, сдававших итоговый тест исчисляется сотнями. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что контрольно-измерительные материалы не отличаются повышенным уровнем сложности и зарегистрировавшиеся на курс слушатели, относительно успешно занимаясь в течение семестра (даже на «удовлетворительно»), имеют хорошие шансы сдать итоговый тест на «хорошо и отлично». Близкие результаты отмечаются в исследованиях и других авторов [6–11].

Курс «Культура русской деловой речи» отличается от вышеперечисленных онлайн курсов высокой долей группы «удовлетворительно» в групповом распределении – 41 %, а также высокими вероятностями перехода в данную группу студентов, имевших «хорошо и отлично» за текущую успеваемость – 32 %. Кроме того, высока вероятность получения оценки «удовлетворительно» за итоговый тест студентами, находившимися в группе «удовлетворительно» во время семестра. Это свидетельствует о повышенной сложности материалов итогового теста или недостаточной подготовленности слушателей к его прохождению, после завершения текущих занятий. Наконец, предлагаемый вариант оценки, по мнению авторов, может быть использован в качестве полезного дополнения к широко распространенным при оценке заданий онлайн курсов психометрическими методами [12].

Выводы

Рассмотренные в работе групповые показатели – вероятности переходов между группами успеваемости и устойчивые распределения по группам успеваемости, характеризующие не студенческий контингент, а контрольно-измерительные материалы онлайн курса, могут быть полезными для студентов, выбирающих курсы для индивидуальных образовательных траекторий, авторов курсов, принимающих решения о модификации материалов курса, руководителей образовательных программ, выбирающих курсы для своих программ.

Предлагаемый вариант оценки, по мнению авторов, может быть также использован в качестве полезного дополнения к широко распространенным при оценке заданий онлайн курсов различными психометрическими методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астратова Г.В. (2020). Ключевые тенденции развития современного рынка он-лайн услуг высшего образования. // Мир науки. Педагогика и психология, 2020 №3. – 17 с. [Электронный ресурс]. // Режим доступа: <https://mir-nauki.com/PDF/33PDMN320.pdf>.
2. Bystrova T., Larionova V., Sinitsyn E., Tolmachev A. (2018) Uchebnayaanalitika MOOK kak instrument prognozirovaniy uspešnosti obuchayushchikhsya [Learning Analytics in Massive Open Online Courses as a Tool for Predicting Learner Performance]. Voprosyobrazovaniya / EducationalStudiesMoscow, No 4, pp. 139–166.
3. Феллер, В. (1964). Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Том 1. Москва: Мир, 498.
4. Leskovec, J., Rajaraman, A., Ullman, J.D. (2020). Mining of Massive Datasets. Cambridge University Press, 3 edition, 565.
5. Синицын, Е.В., Астратова, Г.В., Фришберг, Л.А. (2011). Использование информационной модели для оценки интеллектуальной собственности. Практический маркетинг. №5 (171), с. 28–35.
6. Abrami, Bernard, Bures, Borokhovski, & Tamim. (2011). Interaction in Distance Education and Online Learning: Using Evidence and Theory to Improve Practice // Journal of Computing in Higher Education. 2011. December. No. 23 (2–3), pp. 82–103.
7. Aguaded Gómez, J.I. (2013). The MOOC Revolution: A New Form of Education from the Technological Paradigm? // Comunicar. 2013. No 41, pp. 7–8.
8. Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M.L. & García-Peñalvo, F.J. (2016). From Massive Access to Cooperation: Lessons Learned and Proven Results of a Hybrid xMOOC/cMOOC Pedagogical Approach to MOOCs. // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2016. No. 13, V. 24.
9. Filatova L., Abankina I., Abankina T., Nikolayenko. (2012). E. Education Development Trends in Russia. // Journal of US-China Public Administration. 2012. October. Vol. 9, No. 10, pp. 1198–1214.
10. Jacoby, J. (2014). The Disruptive Potential of the Massive Open Online Course: a Literature Review. // Journal of Open, Flexible and Distance Learning. 2014. No. 18 (1), pp. 73–85.
11. Sinitsyn E., Tolmachev A., Larionova V., Ovchinnikov A. (2019) Mathematical models of learning analytics for massive open online courses. Proceedings of the 11th annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN19 Proceedings), 01–03th July 2019, Palma de Mallorca, Spain. Publisher: IATED. Format: USB Flash drive – pp. 4395–4404. ISBN: 978-84-09-12031-4 / ISSN: 2340-1117. doi: 10.21125/edulearn.2019.1107.
12. Abbakumov, D., Desmet, P. and Van den Noortgate, W. (2020). Psychometrics of MOOCs: Measuring Learners' Proficiency. Psychologica Belgica, 60(1), pp. 115–131. DOI: <http://doi.org/10.5334/pb.515>.

Tolmachev Aleksandr Vladimirovich

Ural federal university named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia
Datatel-Ural LLC, Yekaterinburg, Russia
E-mail: at@idtu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5037-2329>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57204904436>

Sinitsyn Evgeniy Valentinovich

Ural federal university named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia
E-mail: sinitsyn_ev@mail.ru

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7003263555>

Astratova Galina Vladimirovna

Ural federal university named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia
Uralsky law institute of the ministry of internal affairs of Russian Federation», Yekaterinburg, Russia
E-mail: galina_28@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3579-4440>

РИИЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=263754

Researcher ID: <https://www.researcherid.com/rid/C-3514-2015>

Probability distributions of the academic performance of online courses's students as a tool for assesment of the quality of control materials

Abstract. Digitalization of higher education is accompanied by significant changes in the usual way of University life, such as: an increase in the number of students simultaneously studying one course, a reduction in personal contact between teachers and students during training, an expansion of the set of tools for developing courses, more complex approaches to evaluating courses, etc. These changes require new approaches to organizing the activities of all participants in the educational process – students, teachers, authors of online courses, and administrative staff of the educational institution. The scale of the problem statement requires its decomposition and solution in parts.

The paper considers the problem of assessing the control materials for online courses, arising in processes of the digital transformation of education. A model for evaluation of control materials and tests on the base of the probability distributions analysis of students' academic performance, developed using the mathematical apparatus of the theory of Markov processes, is proposed.

As indicators for the analysis and assessment of the quality of control materials, the probabilities of transitions between groups with different academic performance and asymptotic stable probability distributions of academic performance were chosen.

As an example, these indicators were calculated for four online courses of the Ural Federal University. A comparative analysis and conclusions were made regarding the complexity of the courses materials. The possible application of the proposed indicators by various participants in the educational process is discussed.

Considered in the work group indices – the probabilities of transitions between groups of progress and sustainable distribution groups progress characterizing the student body, and control and measuring materials of the online course can be useful for students choosing courses for individual educational trajectories, the authors of courses, making decisions on modifications to course materials, managers of educational programs, selecting courses for their programs.

Keywords: online courses; assessment of control materials; Markov processes; transition probability matrix; learning analytics