А. К. ПОГРЕБНИКОВ, В. Н. ШЕСТАКОВ, Ю. Ю. ЯКУНИН

Методика идентификации учебных дисциплин в группе риска успеваемости

Актуальность исследования обусловлена отсутствием в литературе практических моделей и алгоритмов повышения качества образования путём идентификации рисков для успеваемости дисциплин. Такие дисциплины становятся «камнем преткновения» на пути успешного освоения студентами образовательной программы. Следствием являются пересдачи, лишение стипендии, академические задолженности, отчисление. Рисковые дисциплины требуют принятия корректирующих управленческих воздействий, позволяющих снизить риски неудовлетворительного преподавания и/или изучения.

Исследование направлено на выявление показателей для оценки риска успеваемости и разработку научно-обоснованной методики идентификации дисциплин, относящихся к группе риска. Для статистического анализа были использованы результаты успеваемости 462 студентов второго курса разных направлений подготовки по 92 дисциплинам.

Разработаны два подхода идентификации дисциплин, входящих в группу риска по успеваемости: 1) расчет суммарного балла риска каждой дисциплины; 2) кластеризация дисциплин. Оба подхода базируются: на показателях успеваемости; не рисковой области определения значений этих показателей; идентификации дисциплин, выходящих за пределы не рисковой области. Каждый из подходов позволил выделить рисковые для успеваемости дисциплины (22 первым методом, 27 вторым). Выявлена высокая корреляция идентифицированных двумя методами дисциплин. У дисциплин с формой контроля «экзамен» – $r = 0,99$, с формой контроля «зачёт» – $r = 0,77$.

Предлагаемые варианты методики могут быть применены в вузах, эксплуатирующих системы управления учебным процессом, поддерживающих функции движения контингента студентов и учёта успеваемости.

Ключевые слова: успеваемость студентов, качество образования, образовательный процесс, риск успеваемости, показатели успеваемости

Ссылка для цитирования:

Погребников А. К., Шестаков В. Н., Якунин Ю. Ю. Методика идентификации учебных дисциплин в группе риска успеваемости // Перспективы науки и образования. 2020. № 5 (47). С. 465-478. doi: 10.32744/pse.2020.5.33

A. K. POGREBNIKOV, V. N. SHESTAKOV, YU. YU. YAKUNIN

Methodology for identifying academic disciplines in the risk group in terms of academic performance

The relevance of the study is due to the lack in the literature of practical models and algorithms for improving the quality of education by identifying disciplines that are risky for academic performance. Such disciplines become a "stumbling block" on the way of successful mastering by students of the educational program. The consequence is a make-up examination, losing scholarships, academic arrears, expulsion. Risky disciplines require the adoption of corrective management actions to reduce the risks of unsatisfactory teaching and/or learning.

The purpose of the study is to identify indicators for assessing the risk of academic achievement and developing an evidence-based methodology for identifying disciplines at risk. For the statistical analysis, the academic performance results of 462 second-year students in various fields of study in 92 disciplines were used.

Two approaches have been developed to identify disciplines included in the risk group in terms of academic performance: 1) calculation of the total risk score for each discipline; 2) clustering of disciplines. Both approaches are based on: performance indicators; non-risky area for determining the values of these indicators; identification of disciplines that go beyond the non-risky area. Each of the approaches made it possible to single out the disciplines that were risky for academic performance (22 – by the first method, 27 – by the second one). A high correlation of the disciplines identified by the two methods was revealed. For disciplines with the "exam" form of control – $r=0.99$, with the "credit" form of control – $r=0.77$.

The proposed methodology variants can be applied in universities that operate educational process management systems to support the functions of students' contingent movement and accounting for academic performance.

Keywords: students' academic performance, quality of education, educational process, risk of academic performance, performance indicators

For Reference:

Pogrebnikov, A. K., Shestakov, V. N., Yakunin, Yu. Yu. (2020). Methodology for identifying academic disciplines in the risk group in terms of academic performance. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*, 47 (5), 465–478. doi: 10.32744/pse.2020.5.33

Введение

Процесс создания методического обеспечения дисциплин и их преподавание — это творческий процесс, оценивать который всегда сложно и часто некорректно, т.к. любая оценка уникального продукта не является объективной. Тем не менее, в сфере оказания услуг широко распространены методы опросов и отзывов, которые позволяют совершенствовать качество оказываемых услуг. В сфере образования также применяются подобные методы для повышения качества образования [1; 2]. Например, в [3] описано исследование связи между общей удовлетворенностью (преподавателей, студентов и их семей) образовательными услугами и качеством образования высших учебных заведений на юге Италии.

В России понятие качества образования определено в законе об образовании [4] и представляет собой комплексную характеристику образовательной деятельности и подготовки обучающихся, выражающую степень их соответствия федеральным государственным образовательным стандартам, образовательным стандартам, федеральным государственным требованиям и (или) потребностям физического или юридического лица, в интересах которого осуществляется образовательная деятельность, в том числе степень достижения планируемых результатов образовательной программы.

Федеральные образовательные стандарты устанавливают требования к структуре образовательной программы, инфраструктуре образовательного учреждения и условиям ведения образовательной деятельности, результатам обучения. Методика оценки соответствия образовательных программ образовательным стандартам развивается в рамках проведения государственных аккредитаций. Данная методика в настоящее время носит больше формальный характер [5] и не направлена на определение уровня качества образования. То же относится и к оценке результатов обучения, хотя это важнейший компонент всего образовательного процесса. Оценка результатов обучения кроме прочего осложняется ещё и разрывом между требованиями стандартов, где они определены как уровни овладения компетенциями, и процессом обучения, где преподаются дисциплины и оценивается уровень их освоения. Этот разрыв должен компенсироваться так называемой матрицей компетенций, устанавливающей связи между дисциплинами и компетенциями, которые формируются благодаря изучению этих дисциплин, тем не менее эффективность данного подхода никак не обосновывается. Стоит отметить, что исследования по оценке результатов обучения, определенных компетенциями, ведутся [6; 7], но Министерством науки и высшего образования не сформировано методики для её использования в вузах.

Учитывая описанные выше сложности оценки качества образования исходя из определения в законе об образовании и требований федеральных стандартов, авторами предлагается ориентироваться на подход обеспечения качества образовательного процесса и соответствующие стандарты в этой области, например ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015) [8]. Основой образовательного процесса является образовательная программа и учебный план в её составе. В учебном плане определен перечень и структура дисциплин, необходимых для изучения студентами, учебные и производственные практики, итоговая государственная аттестация.

Существует множество различных методик, помогающих оценить качество методического обеспечения дисциплины, исходя из структуры и качества материала

её наполнения. Данные методики чаще всего направлены на проверку соответствия рабочей программы дисциплины компетенциям, которые формируются у студентов благодаря изучению данной дисциплины [9; 10]. Для отражения более полной картины качества материалов и преподавания дисциплины можно использовать бальные шкалы, по которым оцениваются знания студентов, осваивающих данную дисциплину. Оценка студента в бальной шкале является отражением академической успеваемости по изучаемому предмету и подразумевает, что студент овладел требуемыми знаниями, умениями и навыками, которые он может использовать при выполнении образовательных и профессиональных задач [11].

В отличие от высшего образования, в школьном образовании для решения проблемы субъективности оценки существует целый ряд показателей измерения результатов освоения дисциплин на основе независимых оценочных процедур: ОГЭ, ЕГЭ, ВПР [12; 13; 14]. Применение такого подхода для вузов достаточно обременительно в силу большого числа специализированных дисциплин и меняющихся требований к образовательным программам.

Альтернативным подходом для оценки качества методических материалов дисциплины и процесса её преподавания является использование косвенных показателей, которые присутствуют в различных информационных системах, эксплуатируемых в вузах [15; 16]. Так, системы электронного обучения содержат в себе информацию, которая позволяет проверить соответствие учебных материалов рабочей программе дисциплины, а также информацию о текущей успеваемости каждого студента. Системы управления учебным процессом оперируют информацией о движении контингента студентов и содержат информацию о промежуточных аттестациях.

Предлагаемая авторами методика направлена на идентификацию дисциплин, которые осваиваются студентами с определенными сложностями, что позволит руководящему составу институтов и университетов обратить внимание на проблемные зоны в процессе преподавания дисциплин и устранить причины их возникновения, а следовательно, повысить качество образования. Зарубежные исследования в этой области связаны с выявлениями аномалий в результатах студентов с использованием деревьев решений [17] или методов машинного обучения [18] на основе оценок, представленных в сто бальной шкале. Эти исследования близки к работе, представленной авторами, но имеют ряд существенных отличий, в том числе область применения в системах образования отличных от Российской.

В основу предложенной методики были положены следующие постулаты, которые использовались в процессе исследования конечного набора статистических данных: 1) существенное отклонение среднего балла экзаменационной оценки по дисциплине в сторону уменьшения свидетельствует либо о предвзятости преподавателя к студентам либо о перегруженности рабочей программы дисциплины; 2) большой процент студентов, отправленных на пересдачу, связан с теми же причинами; 3) большой процент студентов, получивших оценку “удовлетворительно”, также показывает проблемы в освоении дисциплины; 4) большой процент студентов, получивших оценку “отлично”, может показывать либо заниженные требования, либо формальный подход к ведению предмета; 5) для дисциплин с формой контроля “зачет” процент не получивших зачет по расписанию сессии показывает уровень перегруженности или несоответствия программы дисциплины.

Цель проводимого исследования заключалась в выявлении возможности определения дисциплин, которые научно обоснованно можно отнести в группу риска, т.е.

определить те дисциплины, на которые нужно обратить внимание руководящему составу, провести анализ проблемной ситуации и принять стабилизирующие управленческие решения. Поставлены и решены следующие задачи исследования:

1. определение показателей, которые можно использовать для классификации дисциплин;
2. определение пороговых значений показателей, используемых для идентификации признаков риска по данным показателям;
3. проведение кластеризации дисциплин по выбранным показателям и исследование полученных результатов;
4. разработка и описание методики идентификации дисциплин в группе риска с использованием ручного и автоматического поиска.

Материалы и методы

Для исследования были взяты 18 учебных групп второго курса Института космических и информационных технологий (ИКИТ) Сибирского федерального университета (СФУ) общей численностью 462 студента, обучающихся по направлениям бакалавриата и специалитета. В выборку попали 92 дисциплины за две сессии третьего и четвертого семестра, из них, у 36 форма аттестации — экзамен, у 56 — зачет. Общий объём исследуемых данных составил 10270 записей, одна запись — это результат аттестации одного студента по одной дисциплине.

Исследованы два подхода идентификации дисциплин, входящих в группу риска по успеваемости. Оба подхода базируются: на показателях успеваемости; не рискованной области определения значений этих показателей; идентификации дисциплин, выходящих за пределы не рискованной области. В первом подходе определяется не рискованная область и дисциплины, входящие и выходящие за её пределы, путём расчёта для каждой дисциплины суммарного балла риска. Во втором подходе используется кластерный анализ, позволяющий автоматически получать группы рискованных и не рискованных дисциплин. Предлагаемая методика комбинирует оба подхода, которые могут использоваться одновременно дополняя друг друга.

Результаты

Первый подход: суммарный балл риска

Шаг 1. Расчёт показателей успеваемости дисциплин.

Показатели рассчитываются отдельно для дисциплин с формой контроля «экзамен» и дисциплин с формой контроля «зачет». В таблице 1 представлена часть подведенных анализу экзаменационных дисциплин и их показателей. Названия дисциплин закодированы.

По каждой дисциплине с формой аттестации «экзамен» рассчитаны следующие восемь показателей: средняя оценка за экзамен; мода экзаменационной оценки; процент студентов, пересдававших экзамен; процент студентов, пересдававших дисциплину более одного раза; процент студентов, сдавших экзамен на оценку «удовлетворительно»; процент студентов, сдавших экзамен на оценку «хорошо»; процент студентов, сдавших экзамен на оценку «отлично»; процент неаттестованных студентов.

Таблица 1

Пример записей с показателями экзаменационных дисциплин

Код дисциплины	Средняя оценка	Мода оценки	Пересдача, %	Более 1 пересдачи, %	Оценка «Удовлетворительно», %	Оценка «хорошо», %	Оценка «Отлично», %	Не аттестация, %
Д001	3,64	3	45	0	43	28	12	17
Д002	3,80	3	64	6	30	12	18	40
Д003	4,46	5	12	1	11	26	53	10
Д004	4,64	5	40	13	7	13	53	27

В таблице 2 представлена часть подвергнутых анализу дисциплин с зачётом и их показателей.

Таблица 2

Пример записей с показателями дисциплин с зачётом

Код дисциплины	Пересдача, %	Более 1 пересдачи, %	Зачет, %	Не аттестация, %
Д037	62	12	67	33
Д038	21	8	92	8
Д039	28	6	85	15
Д040	21	0	88	12

По каждой дисциплине с формой аттестации «зачет» рассчитаны четыре показателя: процент пересдач по дисциплине; процент пересдач более одного раза; процент сдавших зачет; процент не аттестаций по дисциплине.

Шаг 2. Поиск пороговых значений показателей успеваемости.

С целью выявления пороговых значений показателей дисциплин, проведен расчет описательных статистик выборок этих показателей. Выборки проверены на нормальность распределения для выявления подходящего набора описательных статистик. Для показателей, которые используются экзаменационными и зачетными дисциплинам одновременно, расчёты не проводились.

В таблице 3 содержатся описательные статистики показателей дисциплин рассматриваемой выборки. Данные показателей «мода оценки», «более 1 пересдачи», «зачет» и «не аттестация» оказались не подчинены закону нормального распределения, поэтому для них использовались только три описательных статистики: медиана, нижний и верхний квартили. Для остальных показателей используются среднее арифметическое, стандартное отклонение, значение среднего минус стандартное отклонение, значение среднего плюс стандартное отклонение.

Выбранные для работы пороговые значения каждого показателя, отмечены в таблице 3 звездочкой. Они используются для обнаружения дисциплин, выбивающихся из нормы по каждому из показателей. Для показателя «Средняя оценка» это среднее арифметическое минус стандартное отклонение – граница, ниже которой дисциплины считаются с низкими средними оценками. Для показателя «Моды оценки» это медиана, дисциплины со значениями меньше этого порога получают балл риска. Для показателей «Пересдача», «Оценка «Удовлетворительно» и «Оценка «Отлично» пороговыми значениями являются средние плюс стандартные отклонения, поскольку данные этих показателей распределены нормально, а чрезмерный процент пересдач, троек и пя-

терок – индикаторы риска дисциплин. Для показателей «Более 1 пересдачи», «Зачет» и «Неаттестация» пороговые значения – это верхние квартили. Дисциплины с показателями, превышающими эти пороговые значения, находятся в зоне риска.

Таблица 3

Описательные статистики показателей дисциплин

Описательная статистика	Средняя оценка	Мода оценки	Пересдача, %	Более 1 пересдачи, %	Оценка «Удовлетворительно», %	Оценка «Отлично», %	Зачет, %	Не-аттестация, %
Среднее арифметическое	4,11	-	35	-	23	34	-	-
Стандартное отклонение (SD)	0,42	-	19	-	13	22	-	-
Среднее арифметическое – SD	3,69*	-	17	-	9	12	-	-
Среднее арифметическое + SD	4,52	-	54*	-	36*	56*	-	-
Медиана	4,06	4,00*	33	7	22	32	83	17
Нижний квартиль	3,79	-	20	4	12	16	74	12
Верхний квартиль	4,47	-	47	13*	34	53	88*	27*

В приведенном примере для исследуемых данных, дисциплина имеет признак риска по успеваемости, если её средняя оценка больше 3,69; мода меньше 4; процент пересдающих студентов больше 54; процент студентов, пересдающих дисциплину более 1 раза больше 13; более 36% студентов получили «удовлетворительно»; не аттестацию получили более 27% студентов.

Аномально высокий процент оценок «отлично» (более 56%) и высокий процент сдавших зачет (более 88%) тоже фиксируется как риск, но другого типа: избыточно лояльного подхода к аттестации. Отнесение дисциплин в группу риска данного типа происходит по факту превышения порога по этим показателям, без суммирования баллов по показателям другого типа риска.

Шаг 3. Расчет суммарных баллов риска дисциплин.

В таблице 4 по нескольким дисциплинам рассчитаны суммарные баллы риска дисциплин с формой аттестации экзамен (значения показателей приведены в таблице 1). У дисциплины суммируется балл риска, если значение показателя выше или ниже порогового значения (в зависимости от показателя).

Например, дисциплина Д001 получила суммарный балл риска 3: средняя оценка 3,64, что ниже порогового значения (среднее арифметическое минус стандартное отклонение); мода равна 3, что меньше медианы (4); процент удовлетворительных оценок 43, что больше порогового значения 36 (среднее арифметическое плюс стандартное отклонение). Используются все показатели из таблицы 1, кроме процента оценок «хорошо». Авторы оценивают, этот показатель как малоинформативный.

Двумя звездочками отмечен выраженный риск, по показателю процент пятерок. Данная дисциплина также попадает в группу риска по факту превышения порога по данному показателю, как было отмечено выше. Единица по этому показателю – это отдельный индикатор рискованной для качества образования дисциплины.

Таблица 4

Расчет суммарного балла риска экзаменационных дисциплин

Код дисциплины	Рискованность дисциплины по показателю (1 – да; 0 – нет)								Суммарный балл риска
	Средняя оценка	Мода оценки	Пересдача, %	Более 1 пересдачи, %	Оценка «Удовлетворительно», %	Оценка «Отлично», %	Неаттестовано, %	Неаттестовано – макс. %	
Д001	1	1	0	0	1	0	0	0	3
Д002	0	1	1	0	0	0	1	1	4
Д003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Д004	0	0	0	0	0	1**	0	0	0

В таблице 5 по нескольким дисциплинам рассчитаны суммарные баллы риска дисциплин с формой аттестации зачет.

Таблица 5

Расчет суммарного балла риска зачетных дисциплин

Название дисциплины	Рискованность дисциплины по показателю (1 – да; 0 – нет)			Суммарный балл риска
	Пересдача, %	Более 1 пересдачи, %	Не аттестация, %	
Д037	1	0	1	2
Д038	0	0	0	0
Д039	1	1	1	3
Д040	0	0	1	1

Например, дисциплина с кодом Д037 получила суммарный балл риска 2. Её процент пересдач равен 62 (см. таблицу 2), что выше порогового значения 54 (среднее арифметическое плюс стандартное отклонение). Процент не аттестаций также выше нормы.

Шаг 4. Идентификация дисциплин из группы риска.

Чтобы выяснить пороговое значение суммарного балла риска, рассчитаны средние значения суммарных баллов дисциплин с экзаменационной и зачетной аттестацией. Для экзаменов это 1,75, для зачетов 0,55. Методом проб и ручного подбора пороговое значение было скорректировано. Для экзаменов оно составило 2, для зачетов 1. Если экзаменационная дисциплина набирает более двух баллов, то она идентифицируется как рискованная в аспекте успеваемости. Для зачетных дисциплин – более одного балла.

В экспериментальной выборке в группе риска оказались 12 из 36 экзаменационных (33%) и 10 из 56 зачетных (18%) дисциплин, всего 22 из 92 дисциплин без разделения на формы контроля, что составило 24% от общего числа дисциплин.

Второй подход: кластеризация дисциплин

В этом подходе применен метод кластерного анализа, входящий в программный статистический пакет STATISTICA 10. Целью кластеризации является выделение групп дисциплин с разной степенью риска по успеваемости.

Проведена кластеризация методом К-средних, позволяющим заранее определить необходимое число групп. Авторы отталкивались от идеи, что в большой группе дис-

циплин можно выделить безрисковые для успеваемости, умеренно рискованные и с выраженным риском, поэтому число искомых групп равно трем. Пробная кластеризация дисциплин на рискованные\безрисковые привела к слишком большому числу идентификаций рискованных дисциплин, что можно оценить, как «ложные срабатывания», поскольку дисциплины со средними значениями показателей принудительно классифицировались в одну из двух групп, из-за несущественного перевеса в этих значениях в ту или иную сторону.

Кластерный анализ проведен отдельно для дисциплин с формой контроля экзамен и зачёт, поскольку число и состав показателей успеваемости у них различный.

На рис. 1 представлены графики нормированных средних арифметических значений показателей успеваемости экзаменационных дисциплин.

Рисунок 1 Графики средних для кластеров экзаменационных дисциплин

Дисперсионный анализ показал значимость различий между кластерами по всем показателям на уровне 0,01, кроме показателя «Более одной пересдачи» с уровнем значимости различий 0,10.

В таблице 6 содержатся средние (ненормированные) значения и стандартные отклонения показателей успеваемости по каждому из трёх кластеров экзаменационных дисциплин.

В кластер 1 – группу риска вошли 12 дисциплин (33% экзаменационных). Направленность значений их показателей предсказуема, более интересны сами значения. Рискованные для успеваемости дисциплины характеризуются низкими средними оценками (3,65); тройки в оценках преобладают (мода равна 3); на пересдачу выходит около 58% студентов; более одного раза пересдают около 20%; средний результат ат-

тестации – больше всего троек (36%), много не аттестаций (30%), 20% четверок, мало пятерок (12%).

Таблица 6

Описательная статистика кластеров экзаменационных дисциплин

Показатель успеваемости	Кластер 1		Кластер 2		Кластер 3	
	Среднее	Стандартное отклонение	Среднее	Стандартное отклонение	Среднее	Стандартное отклонение
Средняя оценка	3,65	0,20	4,07	0,14	4,55	0,18
Мода оценки	3,00	0,00	4,18	0,60	5,00	0,00
Пересдача, %	58,73	11,12	30,12	9,34	22,11	12,47
Более 1 пересдачи, %	19,76	19,31	11,35	5,21	8,21	9,63
Оценка «Удовл.», %	36,41	6,43	22,27	7,94	10,06	7,61
Оценка «Хорошо», %	21,35	6,12	31,23	11,88	19,14	10,30
Оценка «Отл.», %	12,29	8,15	28,65	9,62	58,64	9,75
Не аттестация, %	29,94	10,42	17,86	9,93	12,16	6,74

В кластер 2 – группу нормы попали 11 дисциплин, в кластер 3 – группу без рисков вошли 13 дисциплин. Значения показателей этих кластеров относительно близки. Во 2-м кластере показатели можно охарактеризовать как хорошие (хорошие оценки, среднее число пересдач), в 3-м как отличные (высокие оценки, мало пересдач и т.д.).

На рис. 2 изображены графики нормированных средних показателей успеваемости зачетных дисциплин.

Рисунок 2 Графики средних для кластеров зачетных дисциплин

В состав показателей успеваемости включены: процент пересдач; процент студентов, пересдававших более одного раза; процент получивших зачет; процент неаттестованных. Дисперсионный анализ показал значимость различий между кластерами по всем показателям на уровне 0,01.

В таблице 7 представлены средние (ненормированные) значения и стандартные отклонения показателей успеваемости по каждому из кластеров зачетных дисциплин.

Таблица 7

Описательная статистика кластеров зачетных дисциплин

Показатель успеваемости	Кластер 1		Кластер 2		Кластер 3	
	Среднее	Стандартное отклонение	Среднее	Стандартное отклонение	Среднее	Стандартное отклонение
Пересдача, %	58,84	12,58	36,55	7,93	19,51	6,98
Более 1 пересдачи, %	19,50	11,44	19,50	3,40	4,01	3,22
Зачет, %	68,85	7,34	68,85	4,57	89,05	3,25
Не аттестация, %	31,15	7,34	31,15	4,57	10,95	3,25

В кластер 1 – группу риска вошли 15 дисциплин (27% зачетных). Рискованные по успеваемости дисциплины характеризуются так: на пересдачу выходит около 60% студентов; более одного раза пересдают около 20%; аттестаций около 70%, много не аттестаций (30%).

В кластер 2 – группу нормы попали 15 зачетных дисциплин, в кластер 3 – группу без рисков вошли 26 дисциплин. Во 2-м кластере показатели можно охарактеризовать как хорошие (относительно немного пересдач и не аттестаций), в 3-м как отличные (пересдач ещё меньше, не аттестации редки).

Совокупно, без разделения на формы аттестации идентифицировано 27 дисциплин в группе риска успеваемости, что составляет 29%.

Описательные статистики первых кластеров (экзаменационных и зачетных) можно рассматривать как значения для индикации рискованных дисциплин. При работе с большой выборкой дисциплин можно уточнить эти значения и в дальнейшем использовать в качестве эталона для идентификации рискованных по успеваемости дисциплин.

Обсуждение результатов

Оба подхода дали схожие результаты. Корреляционный анализ (критерий Спирмена) показал сильную связь результатов сортировки дисциплин двумя вариантами ($r = 0,87$). При этом для экзаменационных дисциплин связь оказалась стопроцентной – полное совпадение в идентификации рискованных дисциплин.

У зачетных дисциплин связь методик сильная ($r = 0,77$). Кластерный анализ выявил на 5 зачетных дисциплин больше, чем методика с суммарным баллом риска (15 против 10). Кластерный подход не идентифицировал две зачетные дисциплины как рискованные, из признанных таковыми методом суммарного балла риска, но выявил пять других.

Методы схожи, поскольку оба работают на усредненных значениях нормы. Для первого варианта это среднее арифметическое и стандартное отклонение (медиана и верхний квартиль), для второго варианта – это близость к центроиду кластера.

Первый вариант метода может быть легко автоматизирован и включен в любую систему мониторинга образовательного процесса, в то время как второй использует более сложные алгоритмы, требующие подключения специальных библиотек или программирования математических алгоритмов.

Выявленные, по предложенной методике, дисциплины в группе риска, позволят управляющему составу образовательного учреждения обратить внимание на проблемные места в образовательном процессе и провести дополнительный анализ проблемной ситуации. Дисциплины, отличающиеся низкой усвояемостью, могут иметь разные причины, приводящие к такому результату. Например: учебный материал по дисциплине перегружен, т.е. его больше, чем предусмотрено трудоёмкостью дисциплины (аудиторными и самостоятельными часами); для освоения данной дисциплины у студентов недостаточно необходимых знаний, причиной чего может быть неправильный порядок изучения дисциплин в учебном плане или некачественное преподавание в дисциплинах - предшественниках; излишне строгие требования преподавателя; некачественное преподавание; и т.д. Своевременный анализ проблемной ситуации и устранение причин её возникновения очевидно приведёт к повышению качества подготовки специалистов.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о возможности и целесообразности использования методики идентификации учебных дисциплин в группе риска успеваемости в управлении образовательным учреждением для повышения качества образования. Исследуемая методика позволяет выявлять проблемные зоны в образовательном процессе, к которым могут быть приложены управленческие воздействия, своевременное применение которых позволит вовремя устранять недостатки образовательного процесса.

Предложенная методика может быть внедрена как на базе эксплуатируемых систем в вузах, так и с применением дополнительных методов искусственного интеллекта и машинного обучения. Предложенные подходы могут применяться как в базовом исполнении, так и с возможными усовершенствованиями. Например, подход суммарного балла риска может быть дополнен включением дополнительных показателей дисциплин. Например, показателями текущей успеваемости (оценки контрольной недели, посещаемость, данные из электронных курсов), процент отчислений и другие доступные сведения об учебном процессе. Совершенствование методики возможно и путем назначения разного веса показателям успеваемости. Это позволит уточнить суммарный балл риска дисциплин, повысить его объективность. Кластеризацию дисциплин можно совершенствовать, экспериментируя с набором показателей и числом кластеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якунин Ю. Ю., Погребников А. К. Анализ обратной связи в персональной образовательной среде // Информатика и образование. 2018. №. 10. С. 36-41.
2. Михайлов Д.Д. Некоторые особенности использования метода анкетирования в работе педагога ПО ФК / Гуманитарные научные исследования. М.: Международный научно-инновационный центр, 2017. Вып. 5 (69). С. 17.

3. Olmos-Gómez M. C. et al. Quality of Higher Education through the Pursuit of Satisfaction with a Focus on Sustainability // *Sustainability*. 2020. Т. 12. №. 6. С. 2366.
4. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]: [(Принят Государственной Думой 21 декабря 2012 года; Одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года; Дата подписания 29 декабря 2012 г.)]. // Российская газета. 31.12.2012. Федеральный выпуск №5976 (303). URL: <https://rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения: 25.10.2020)
5. Дарда И. В., Зернов В. А. Перспективы государственной аккредитации вузов в контексте «регуляторной гильотины» // *Высшее образование сегодня*. 2020. №. 6. С. 2-7.
6. Данилов А.Н. Модель негэнтропийного управления качеством образовательных программ вуза // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. №. 5. С. 123.
7. Ермолаев Ю.В. Некоторые методы и модели оценки качества образования // *Сибирский педагогический журнал*. 2008. №. 14. С. 271-280.
8. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс]. М., 2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_194941 (дата обращения: 20.07.2020).
9. Кононова О. В., Садон Е. В., Якимова З. В. Методика оценки сформированности компетенций на уровне учебной дисциплины // *Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса*. 2013. №. 5 (23).
10. Шитякова, Н.П. Определение образовательных результатов основной профессиональной образовательной программы как условие объективной оценки качества образования / Н.П. Шитякова, И.В. Верховых // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки»*. 2018. Т. 10, № 3. С. 15–23.
11. Аль-Мадани Ф. М. Влияние качества контента цифровых образовательных ресурсов на академическую успеваемость студентов: обзорное исследование (на примере Северного пограничного университета, Араб) // *Образование и наука*. 2020. Т. 22. №. 5. С. 132-149.
12. Решетникова О.А. Основные направления анализа результатов единого государственного экзамена в 2018 году // *Педагогические измерения*. 2018. №. 3. С. 4-7.
13. Ефремова Н.Ф. Проектирование оценочных средств по модели доказательной аргументации // *Педагогические измерения*. 2018. №. 3. С. 8-15.
14. Крылов С.С. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по информатике и ИКТ // *Педагогические измерения*. 2018. №. 3. С. 102-114.
15. Kompen R. T. et al. Personal learning Environments based on Web 2.0 services in higher education // *Telematics and Informatics*. 2019. Т. 38. С. 194-206.
16. Tomyuk O. N., Dyachkova M. A., & Shutaleva A. V. (2020). Issues of modeling smart personality – human image of the digital age. *Economic consultant*, 31 (3), 115–124. doi: 10.46224/ecoc.2020.3.8
17. Salami H. O., Ibrahim R. S., Yahaya M. O. Detecting anomalies in students' results using decision trees // *International Journal of Modern Education and Computer Science*. 2016. Т. 8. №. 7. С. 31.
18. Salami H. O., Yahaya M. O. On the Use of Extreme Learning Machines for Detecting Anomalies in Students' Results // *i-Manager's Journal on Computer Science*. 2018. Т. 6. №. 4. С. 34.

REFERENCES

1. Yakunin Yu. Yu., Pogrebnikov AK Analysis of feedback in a personal educational environment. *Informatics and Education*, 2018, no. 10, pp. 36-41. (in Russ.)
2. Mikhailov D.D. Some features of the use of the questionnaire method in the work of a physical education teacher. Moscow, International Scientific and Innovation Center Publ., 2017, issue. 5 (69), p. 17. (in Russ.)
3. Olmos-Gómez M. C. et al. Quality of Higher Education through the Pursuit of Satisfaction with a Focus on Sustainability. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 6, p. 2366.
4. *Federal Law of December 29, 2012 N 273-FZ "On Education in the Russian Federation"*. [Electronic resource]: [(Adopted by the State Duma on December 21, 2012; Approved by the Federation Council on December 26, 2012; Date of signing December 29, 2012)]. // Russian newspaper. 12/31/20012. Federal issue No. 5976 (303). Available at: <https://rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (accessed 25 October 2020)
5. Darda I.V., Zernov V.A. Prospects for state accreditation of universities in the context of the "regulatory guillotine". *Higher education today*, 2020, no. 6, pp. 2-7. (in Russ.)
6. Danilov A.N. Model of negentropic quality management of educational programs of the university. *Modern problems of science and education*, 2013, no. 5, p. 123. (in Russ.)
7. Ermolaev Yu.V. Some methods and models for assessing the quality of education. *Siberian Pedagogical Journal*, 2008, no. 14, pp. 271-280.
8. *GOST R ISO 9001-2015. National standard of the Russian Federation. Quality management systems. Requirements* [Electronic resource]. Moscow, 2015. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_194941

(accessed 20 July 2020).

9. Kononova O.V., Sadon E.V., Yakimova Z.V. Methods for assessing the formation of competencies at the level of an academic discipline. *Territory of new opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service*, 2013, no. 5 (23). (in Russ.)
10. Shityakova, N.P. Determination of educational results of the main professional educational program as a condition for an objective assessment of the quality of education / N.P. Shityakova, I. V. Verkhovyykh. *Bulletin of SUSU. Series "Education. Pedagogical Sciences"*, 2018, vol. 10, no. 3, pp. 15–23. (in Russ.)
11. Al-Madani F.M. Influence of the content quality of digital educational resources on the academic performance of students: an overview study (on the example of the Northern Frontier University, Arar). *Education and Science*, 2020, vol. 22, no. 5, pp. 132-149.
12. Reshetnikova O.A. The main directions of the analysis of the results of the unified state exam in 2018. *Pedagogical measurements*, 2018. no. 3, pp. 4-7. (in Russ.)
13. Efremova N.F. Design of evaluative tools according to the model of evidence-based argumentation. *Pedagogical measurements*, 2018, no. 3, pp. 8-15. (in Russ.)
14. Krylov S.S. Methodological recommendations for teachers, prepared on the basis of the analysis of typical mistakes of the participants of the Unified State Exam in 2018 in computer science and ICT. *Pedagogical measurements*, 2018, no. 3, pp. 102-114. (in Russ.)
15. Kompen R. T. et al. Personal learning Environments based on Web 2.0 services in higher education. *Telematics and Informatics*, 2019, vol. 38, pp. 194-206.
16. Tomyuk O. N., Dyachkova M. A., & Shutaleva A. V. Issues of modeling smart personality – human image of the digital age. *Economic consultant*, 2020, vol. 31 (3), pp. 115–124. doi: 10.46224/ecoc.2020.3.8
17. Salami H. O., Ibrahim R. S., Yahaya M. O. Detecting anomalies in students' results using decision trees. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 2016, vol. 8, no. 7, p. 31.
18. Salami H. O., Yahaya M. O. On the Use of Extreme Learning Machines for Detecting Anomalies in Students' Results. *i-Manager's Journal on Computer Science*, 2018, vol. 6, no. 4, p. 34.

Информация об авторах

Погребников Александр Константинович
(Россия, г. Красноярск)

Старший преподаватель кафедры интеллектуальных
систем управления
Институт космических и информационных
технологий
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
E-mail: akpogrebnikov@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-6003-2555

Шестаков Вячеслав Николаевич

(Россия, г. Красноярск)
Кандидат философских наук
Доцент кафедры современных образовательных
технологий
Институт педагогики, психологии и социологии
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
E-mail: shestakoffs@yahoo.com
ORCID ID: 0000-0001-7737-2900

Якунин Юрий Юрьевич

(Россия, г. Красноярск)
Доцент, кандидат технических наук, заведующий
кафедрой интеллектуальных систем управления
Институт космических и информационных
технологий
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
E-mail: yakuninyy@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-2330-2963

Information about the authors

Alexander K. Pogrebnikov
(Russia, Krasnoyarsk)

Senior Lecturer,
Department of Intelligent Control Systems
Institute of Space and Information Technologies
Siberian Federal University
E-mail: akpogrebnikov@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-6003-2555

Vyacheslav N. Shestakov

(Russia, Krasnoyarsk)
PhD in Philosophy
Associate Professor at the Department of Modern
Educational Technologies
Institute of Pedagogy, Psychology and Sociology
Siberian Federal University
E-mail: shestakoffs@yahoo.com
ORCID ID: 0000-0001-7737-2900

Yuri Yu. Yakunin

(Russia, Krasnoyarsk)
Associate Professor,
PhD in Technical Sciences,
Head of the Department of Intelligent Control Systems
Institute of Space and Information Technologies
Siberian Federal University
E-mail: yakuninyy@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-2330-2963