

Использование математических методов для мониторинга качества успеваемости студентов

Алла Г. Портнова^a; Светлана Л. Лесникова^{b,@}; Нина А. Русакова^b

^a Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Россия, г. Санкт-Петербург

^b Кемеровский государственный университет, Россия, г. Кемерово

@ Lesnikova_cl@mail.ru

Поступила в редакцию 07.08.2020. Принята к печати 28.08.2020.

Аннотация: Рассмотрены вопросы анализа результативности воспитательно-образовательного процесса вуза с использованием статистических методов. Предмет исследования – факторы, влияющие на качество подготовки студентов вуза. Проанализированы количественные и качественные показатели на основе общих организационных и педагогических подходов с использованием методов корреляционного и дисперсионного анализа. В процессе анализа все указанные показатели были систематизированы и обобщены с целью выявления степени их влияния на результативность рассматриваемых факторов. Достоверность результатов проверялась с использованием критерия Пирсона. Методология исследования базируется на выявлении факторов, влияющих на достижение студентами результатов обучения. Фактор рассматривается как условие качества образования. Основываясь на принципах общего и профессионального образования личности, мы выявили две группы указанных факторов: относящиеся к результативности этапа общего образования (успеваемость, профиль обучения) и относящиеся к результатам обучения в высшей школе (успеваемость, направление подготовки, курс обучения, преподаватели). Показано, что успеваемость студентов 1 курса не зависит от оценок, полученных на ЕГЭ, и качества аттестата. Такая зависимость начинает проявляться на 2 курсе. Это связано с окончанием процесса адаптации студентов. По результатам статистической обработки была построена математическая модель зависимости успеваемости от выявленных факторов, с помощью которой можно прогнозировать результаты успеваемости студентов, а также корректировать процесс обучения с целью повышения качества подготовки выпускников университета. Корректирование процесса обучения может заключаться в проведении дополнительных консультаций, в том числе с использованием новых информационных технологий, в изменении содержания программ курсов с учетом уровня подготовленности студентов (дифференциация содержания, заданий, индивидуализированные задания). Результаты исследования представляют интерес для организации психолого-педагогического сопровождения профессионального самоопределения студентов вуза и их социально-психологической адаптации.

Ключевые слова: математическая обработка данных, учебный процесс, качество подготовки студентов, информационная система, мониторинг

Для цитирования: Портнова А. Г., Лесникова С. Л., Русакова Н. А. Использование математических методов для мониторинга качества успеваемости студентов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2020. Т. 4. № 3. С. 218–226. DOI: <https://doi.org/10.21603/2542-1840-2020-4-3-218-226>

Введение

На современном этапе в системе высшего образования сложился устойчивый интерес к проблемам качества образования. В литературе отражены различные аспекты качества подготовки студентов. Для повышения качества подготовки предлагается структурно-функциональная модель обучения, включающая педагога, персональный компьютер, интернет-ресурсы, учебную книгу и технические средства обучения [1]. Обсуждаются проблемы качества подготовки специалистов, и описывается факторная модель оценки предпосылок, определяющих качество подготовки студентов [2]. Определяются возможности «гибкого применения» инструментария персональной образовательной среды (рейтинги, достижения, значки, активные уведомления и др.), реализация которых позволяет повысить успеваемость студентов, их самоорганизацию, интерес к процессу

обучения и эффективность деятельности образовательной организации [3]. Разрабатываются технологии, которые позволят не только оценить результаты учебной работы преподавателей и кафедры, но и проводить анализ результатов их учебной работы, оперативно вносить изменения в организацию образовательной деятельности с целью повышения качества образования выпускников вузов [4]. Обращается внимание на необходимость развития личности студента для повышения качества профессиональной подготовки [5; 6]. Обосновывается необходимость подготовки преподавателя к осуществлению инновационных функций [7; 8].

Этот интерес, с одной стороны, может быть объяснен возрастающими требованиями общества к личностным характеристикам общекультурной и профессиональной подготовки и, с другой стороны, фактическим реальным уровнем образования и личностного, профессионального

развития выпускников вуза. В психолого-педагогических исследованиях между этими группами требований часто отмечается несоответствие, которое вызывается разными причинами: отсутствием общепринятых и общепризнанных требований общества к характеристикам специалистов; нерешенностью сочетания, преемственности довузовской и вузовской подготовки; неразработанностью критериев оценки качества высшего образования.

При этом мы считаем важным учитывать позицию М. А. Викулиной, согласно которой основная задача образования на современном этапе общественного развития заключается в том, чтобы научить человека самообучаться и саморазвиваться, управляя собственными знаниями, умениями и навыками [9, с. 120].

Мы выделяем среди причин, вызывающих указанные несоответствия, недостаточную изученность целостности воспитательно-образовательного процесса в вузе, влияния и взаимодействия на него различных факторов, особенностей этапов подготовки студентов, общее и особенное в освоении студентами различных разделов учебного плана. Данные причины, как мы считаем, могут существенно снижать управляемость учебного процесса в вузе.

Для эффективного управления учебным процессом и повышения качества подготовки студентов требуется анализ различной информации. Содержательная значимость отдельных информационных блоков неодинакова. Создать систему информационного обеспечения управления можно на основе мониторинга, который рассматривается как процесс отслеживания состояния объекта (системы или сложного явления) с помощью непрерывного или повторяющегося сбора данных, представляющих собой совокупность определенных ключевых показателей.

Мы согласны с мнением Г. Б. Турткараевой, которая констатирует, что ценность мониторинга как целенаправленного длительного наблюдения и оценивания качества образовательных услуг состоит в том, что он позволяет диагностировать состояние данного процесса, вносить своевременные коррективы в цели, содержание и технологии преподавания дисциплин, а также проектировать ход и результаты личностного развития студентов в образовательном процессе [10, с. 131].

О широких возможностях применения мониторинга в образовательном процессе пишет Н. Е. Копытова [11, с. 91], подчеркивая его востребованность в современных условиях.

В качестве объектов мониторинга могут выступать профессионально-образовательный процесс, академическая успеваемость обучаемых, социально-психологическая адаптация, сформированность профессионального самоопределения и др. [12–14].

В данной статье мы остановимся на таких функциях мониторинга, как информационно-аналитическая и контрольно-диагностическая, поскольку именно они содержат информационную основу для выработки и оценки ключевых критериев качества воспитательно-образовательного процесса на уровне института. Информационно-аналитическая функция представляет собой первичную основу для принятия управленческих решений. Имеет смысл различать первичную и вторичную информацию [15]. После сбора первичной информации о состоянии воспитательно-образовательного процесса осуществляется ее педагогический анализ, который направлен на изучение фактического состояния дел. В зависимости от содержания принято выделять следующие виды анализа: параметрический, тематический и итоговый.

Параметрический анализ состоит в изучении ежедневной информации о ходе и результатах педагогического процесса, выявлении причин, нарушающих его целостность. Решения, принятые на основе параметрического анализа, требуют оперативного выполнения.

Тематический анализ направлен на изучение более устойчивых, повторяющихся зависимостей, тенденций педагогического процесса. Он позволяет выявить особенности проявления его отдельных компонентов, определить их взаимодействия.

Итоговый анализ включает в себя изучение основных результатов педагогической деятельности за определенный период.

Контрольно-диагностическая функция управления заключается в выявлении причин позитивного и негативного состояния дел, в обеспечении системности, логичности и открытости контроля. Данные контроля и диагностики позволяют управлению обеспечивать как режим функционирования, так и режим развития педагогических систем или их компонентов, являющихся объектами мониторинга.

Процесс обучения можно представить с помощью модели, в которой учитываются различные факторы, влияющие на результирующие показатели. Укрупненная схема информационной модели специальности (направления) (ИМС) представлена на рис. 1.

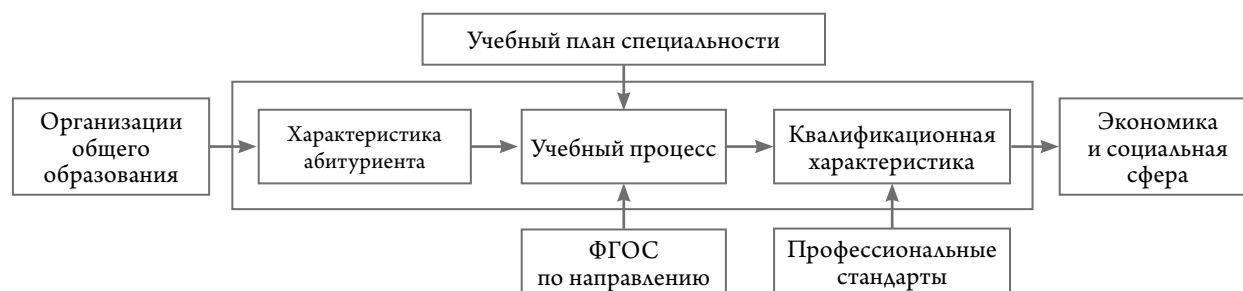


Рис. 1. Схема процесса обучения

Fig. 1. Diagram of the learning process

Базовым блоком ИМС является учебный процесс. На качество учебного процесса влияет множество факторов, наиболее значимыми из которых являются качество учебных программ, учебно-методических материалов, преподавательских кадров, уровень подготовленности студентов, качество учебного процесса. Составляющими анализа качества подготовки специалистов являются оценка уровня подготовленности абитуриентов и степени усвоения студентом программного материала, результаты итоговой аттестации. Приведем некоторые подходы к моделированию процесса обучения.

М. М. Машнев и Ю. А. Дружинин рассматривают учебный процесс как получение информации [16]. Исследуются показатели, влияющие на количество информации, получаемое студентами. За основу берется учебный план, который рассматривается как динамически меняющееся управление учебным процессом. Полученные в результате исследования зависимости позволяют оценить важные характеристики процесса обучения (усвояемость материала, ритмичность работы студентов, эффективность обучения). А. И. Вершинина и Б. Т. Солдатов предлагают определять время на обучение пропорционально времени усвоения знаний [17, с. 72]. В. П. Гусаков и др. применяют теорию графов для оценки успеваемости [15], цель – поиск такой функции, в которой были бы учтены взаимосвязи между показателями линейной модели, которая позволяет отследить, как изменится учебный процесс с изменением различных показателей.

Для оценки качества системы (или функционирования системы в течение некоторого интервала времени) применяют линейную функцию, зависящую от численных значений некоторых заранее заданных показателей. Пусть n – число показателей; x_j – значение j -го показателя; a_j – коэффициент, определяющий сравнительную важность j -го показателя. Тогда качество системы определяется линейной функцией:

$$f(x) = \sum_{j=1}^n a_j x_j.$$

С помощью данной модели можно определить, в частности, как изменяются результирующие показатели в зависимости от выбранных факторов. Для того чтобы выбрать, какие показатели включать в модель, пользуются различными методами математической статистики.

В работе А. И. Антипенко на основе линейной модели представлена зависимость интегральной оценки качества подготовки студентов от переменных факторов – основных показателей работы студента в течение недели, месяца, семестра [18]. В статье Е. Н. Бичерова и Е. М. Фещенко показывается влияние профессионального самоопределения на успеваемость студентов [19].

Еще одним методом анализа успеваемости является корреляционный анализ. Для выяснения влияния на успеваемость различного рода факторов вычисляется коэффициент корреляции рангов. В качестве основного показателя успеваемости рассматривается средний балл. На основе

проведенных исследований было показано влияние на успеваемость школьных оценок, вступительных экзаменов, образовательного уровня родителей, количества прочитанных книг и т. д. В. Г. Житомирский для выявления аналогичных показателей использует факторный анализ [20].

Методы и материалы

Целью предпринятого нами исследования является изучение учебного процесса и выявление факторов, влияющих на его качество. Исследование проводилось в течение пяти лет на трех направлениях подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика, 02.03.01 Математика и компьютерные науки, 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, реализуемых институтом фундаментальных наук Кемеровского государственного университета. Рассматривались данные успеваемости одних и тех же студентов на разных курсах, сравнивались результаты студентов одного курса разных лет поступления и различных направлений. Была создана информационная система для автоматизации обработки результатов процесса обучения. Полученные данные являются результатами текущего контроля, и на их основе проводили статистическую обработку успеваемости студентов с целью выявления ее средних показателей, корреляционных зависимостей и др.

Следующим этапом исследования было выявление особенностей учебного процесса и факторов, влияющих на успеваемость студентов; построение линейной модели, описывающей зависимость среднего балла студента в семестре от выявленных входных параметров.

В данном исследовании использовались следующие статистические методы.

1. Описательная статистика

По каждому предмету находится средний балл по каждой группе и по факультету в целом:

$$m_{г} = \sum n_i / N^*, \quad m_{ф} = \sum m_{гп} / n_{гп},$$

где n_i – полученный студентом каждой группы балл по предмету; N^* – число студентов в группе, $m_{гп}$ – число групп на факультете по данному предмету.

Вычисляется среднее квадратичное отклонение средних оценок по предмету на факультете, отражающее стабильность подготовки студентов:

$$\sigma_{ф} = \sqrt{\frac{1}{n_{см}} \sum (m_{гп} - m_{ф})^2}.$$

Для проведения вероятностных оценок необходимо установить закон распределения средних баллов групп по предметам. Для этого требуется построить гистограммы распределения значений $m_{гп}$ по предметам.

После определения $m_{ф}$ и $\sigma_{ф}$ строятся дифференциальные функции нормального распределения, на которые нанесены соответствующие графики нормального

распределения. Затем проводится проверка соответствия теоретического и эмпирического распределения по критерию Пирсона χ^2 .

На основании полученной информации вычисляются среднее значение и среднее квадратичное отклонение средних по циклам дисциплин:

$$M_{\Sigma H} = \sum_{i=1}^r \frac{m_{i\Sigma H}}{n_{\Sigma H}}, \quad \sigma_{\Sigma H} = \sqrt{\frac{1}{n_{\Sigma H}} \sum_{i=1}^r (m_{i\Sigma H} - M_{\Sigma H})^2},$$

где m_i – средние баллы по предметам цикла, n – общее число предметов цикла и т. д. по остальным циклам.

2. Корреляционный анализ

Коэффициент линейной корреляции Пирсона вычисляют по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

где \bar{x} – среднее значение выборки x , \bar{y} – среднее значение выборки y . При проведении корреляционного анализа мы обращаем внимание на достоверность результата.

3. Дисперсионный анализ

Факторами дисперсионного анализа являются переменные, измеримые в качественных шкалах. Для проведения предварительной статистической обработки было разработано два приложения, позволяющих обрабатывать результаты сессий и аттестаций, получать средние баллы, качественную и количественную успеваемость по группам и курсам в целом, по каждому предмету в отдельности, а также для исследования процесса адаптации ряда других факторов, влияющих на качество обучения студентов [21].

С помощью названных приложений мы получаем данные для дальнейшей статистической обработки: качественную и количественную успеваемость по группе и курсам; средние баллы по каждому предмету; список задолжников по сессии по группе, курсу и отдельному предмету; список студентов, имеющих один, два, три и более нулей на аттестации; результаты тестирования студентов и статистическую обработку результатов.

Результаты

Первичный анализ данных выявил наличие некоторых специфических свойств учебного процесса, например низкую успеваемость на младших курсах, особенно качественную. В результате чего возник вопрос – насколько правильно организован учебный процесс на направлениях подготовки. Дальнейшее исследование проходило по следующему алгоритму: обработка результатов последней сессии; анализ данных; корректировка учебного процесса.

По группам и предметам были вычислены средние баллы и стандартные отклонения. Было проверено соответствие эмпирического и теоретического нормального распределения: эмпирические распределения соответствуют

теоретическим со средним уровнем значимости примерно 0,05 (рис. 2).

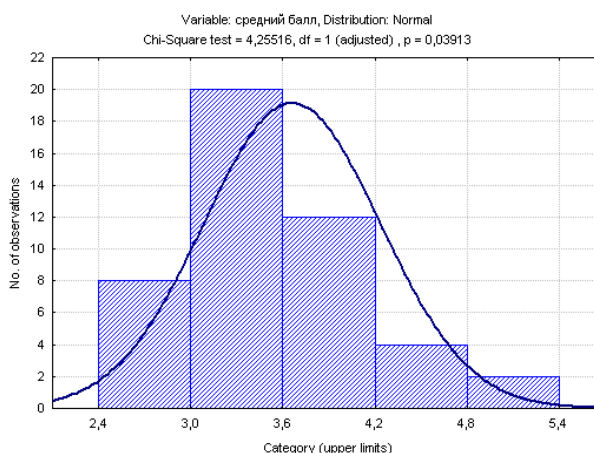


Рис. 2. Плотность распределения среднего балла студентов 1 курса
Fig. 2. Density of distribution of the average score of the first-year students

Далее были вычислены средние баллы и среднеквадратические отклонения по блокам дисциплин. Как показали результаты исследования, по базовым дисциплинам студенты всех направлений занимаются примерно одинаково. По базовым дисциплинам студенты направления 02.03.01 Математика и компьютерные науки показывают результаты хуже, чем остальные, возможно потому, что математические дисциплины тяжело воспринимаются после школы, или это указывает на различную мотивацию студентов к изучению этих дисциплин.

Для более подробного анализа этих причин было решено провести анкетирование студентов, чтобы выяснить их отношение к изучаемым предметам, и тестирование знаний, которые у них были до изучения предмета.

Дальнейшим этапом нашего исследования было сравнение успеваемости одних и тех же студентов на различных курсах, причем, поскольку ведутся разные дисциплины, мы сравнивали успеваемость по блокам дисциплин. Мы сравнили, как одни и те же студенты учатся на начальных курсах и в конце процесса обучения. Были вычислены коэффициенты корреляции по различным блокам дисциплин у студентов на первом, втором и четвертом курсах. Исследования показали отсутствие корреляции по блоку базовых дисциплин. Для дальнейшего исследования причин низкой корреляции были выбраны следующие факторы: школа, которую окончил студент; оценки аттестата; результаты ЕГЭ; профиль обучения в школе; результаты предыдущих сессий. На основе дисперсионного анализа были выявлены показатели, влияющие на успеваемость. Результаты исследования показали отсутствие зависимости успеваемости студентов 1 курса от результатов ЕГЭ и оценок аттестата. При этом такая зависимость начинает проявляться на 2 курсе.

Были сделаны следующие предположения: у студентов 1 курса недостаточно высокий уровень профессионального

самоопределения и в связи с этим низкая мотивация к обучению; сложность адаптации к вузовской системе обучения.

Для обоснования этих предположений проведены тестирование студентов по различным методикам и обработка полученных результатов с помощью специально созданной информационной системы [21]. Была выдвинута гипотеза о том, что если студент обучался в школе по профилю, близкому к профилю обучения, то его успеваемость выше на младших курсах. Также изучался вопрос уровня адаптации студентов. При помощи U-критерия Манна-Уитни было показано, что успешность обучения студентов в университете статически независима от профиля обучения в школе. Результаты проведенных тестов показали, что значение уровня профессионального самоопределения студентов 1 курса ниже нормы. Это может свидетельствовать о том, что в настоящее время необходимо проводить работу по дидактической и методической переработке современных научных математических знаний в предметные школьные знания по математике.

С целью выявления отношения студентов к предлагаемой модели учебного процесса было проведено социологическое исследование (анкетирование). Вопросы анкеты были составлены на основе методического пособия «Стратегия и тактика управления качеством образования» В. Н. Нуждина и др., в котором изучается качество образования в целом и учебный процесс в вузе в частности [22].

На основе анкеты были сделаны выводы о необходимости введения дополнительных адаптационных курсов для студентов. Студенты согласны с тем, чтобы сохранить имеющийся уровень требовательности при достаточном уровне преподавания предмета. По результатам анкеты выяснилось, что на результаты сессий при прочих равных условиях влияет личность преподавателя.

Как показали результаты, на направлениях подготовки 02.03.03 и 01.03.02 зависимость среднего балла за сессию от результатов ЕГЭ и оценок аттестата начинает проявляться на втором курсе. Мы предположили, что это происходит вследствие завершения процесса адаптации к организации обучения в университете и структурно-содержательной составляющей основной профессиональной образовательной программы высшего образования. Об успешности процесса адаптации студентов данных направлений подготовки свидетельствует, в частности, критерий Вилкоксона, который подтверждает гипотезу о том, что сдвиги в успеваемости по предметам, которые ведутся несколько семестров, статистически значимы. Так, уровень значимости по предмету Математический анализ на первом и втором семестрах составил 0,068 (количество человек – 50), на втором и третьем семестрах – 0,007 (количество человек – 48).

На основе полученных результатов была построена линейная модель учебного процесса, которая представлена в виде:

$$y' = \sum_i a_i x_i,$$

где y' – расчетное значение среднего балла, x_i – значения факторов, a_i – коэффициенты, вычисленные с помощью регрессии.

Далее адекватность модели была проверена по коэффициенту детерминации, который вычисляется по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i \varepsilon_i^2}{\sum_i (y_i - y')^2} = 0,6526.$$

Полученный результат свидетельствует о том, что на 65,26 % вариация среднего балла зависит от вариации выбранных факторов и на 34,74 % – от неучтенных факторов.

Во множественной регрессии предполагается, что остатки (предсказанные значения минус наблюдаемые) подчиняются закону нормального распределения. Чтобы сделать окончательные выводы, были рассмотрены распределения представляющих интерес переменных. С помощью критерия согласия Пирсона была проверена гипотеза о нормальном распределении отклонений фактических значений от расчетных. В результате проверки гипотеза подтвердилась с уровнем значимости 0,06.

На следующем этапе исследования было проверено – нужно ли повышать успеваемость на первом курсе путем понижения требовательности. В статье В. Г. Айнштейна приведены результаты анализа влияния требовательности преподавателя на суммарную успеваемость [23]. Как показано в работе, высокую суммарную успеваемость можно получить как при низкой, так и при высокой требовательности на младших курсах. Высокая успеваемость при низкой требовательности соответствует низкому уровню знаний студентов. Автор в своем исследовании делает следующие выводы: необходимо повышать требовательность на младших курсах. В этом случае суммарная успеваемость будет выше, на младших курсах успеваемость должна быть ниже, чем на старших.

Исследование, проведенное нами, подтверждает эти выводы. Для повышения успеваемости на первом курсе необходимо вводить дополнительные дисциплины, ускоряющие процесс адаптации студентов к основной профессиональной образовательной программе высшего образования и университетской системе обучения. Вместе с тем в результате проведенного дисперсионного анализа было выявлено, что низкая успеваемость по ряду дисциплин зависит не только от высокой требовательности преподавателя, но и от ряда других факторов. Все эти факторы характеризуют качество преподавательских кадров. В связи с этим дальнейшим этапом нашей работы было включение качественных (группирующих) показателей в модель. За группирующий фактор была взята группа, в которой учится студент, т. к. этот показатель объединяет всех преподавателей, которые вели у них различные дисциплины.

Адекватность построенной модели была проверена аналогично предыдущему этапу. По значению коэффициента детерминации $R^2=0,8865$ можно сказать о том, что вариация среднего балла на 88,68 % зависит от выбранных

факторов, т. е. добавленные факторы значительно влияют на средний балл. Была проверена гипотеза о нормальном распределении остатков и построена гистограмма. Гипотеза подтвердилась с уровнем значимости 0,06.

Заключение

На основе результатов первичного анализа успеваемости студентов были выявлены некоторые особенности процесса обучения на направлениях института фундаментальных наук Кемеровского государственного университета и проведена статистическая обработка данных. С помощью дисперсионного анализа были выявлены количественные и качественные факторы, влияющие на успеваемость студентов. В работе показано, что успеваемость студентов 1 курса не зависит от оценок, полученных на ЕГЭ, и качества аттестата. Такая зависимость начинает проявляться на 2 курсе, что связано с завершением процесса адаптации студентов к обучению в вузе. По результатам первичной статистической обработки была построена математическая

модель зависимости успеваемости от выявленных факторов, с помощью которой можно прогнозировать результаты успеваемости студентов, а также корректировать процесс обучения с целью повышения качества подготовки выпускников университета. Корректирование процесса обучения может заключаться в проведении дополнительных консультаций, организации дополнительных консультаций с помощью новых информационных технологий, изменении содержания программ курсов с учетом уровня подготовленности студентов (дифференциация содержания, заданий, индивидуализированные задания).

В дальнейшем исследовании предполагается изучить значимость других показателей, таких как качество учебно-методической литературы, лабораторного оборудования, условия для самостоятельной работы. Результаты исследования имеют определенное значение для психолого-педагогического сопровождения профессионального самоопределения студентов вуза и их социально-психологической адаптации.

Литература

1. Цгоева Н. А. Повышение качества подготовки студентов на основе современных образовательных моделей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 6. С. 422–426.
2. Бакулин Н. В. Проблема качества подготовки студентов и модель оценки их потенциальных возможностей // Вестник Тульского государственного университета. Серия: Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. 2014. № 1. С. 90–93.
3. Погребников А. К., Шестаков В. Н., Якунин Ю. Ю. Персональная образовательная среда как инструмент повышения успеваемости студентов // Перспективы науки и образования. 2019. № 6. С. 473–483. DOI: 10.32744/pse.2019.6.39
4. Григораш О. В. Технологии оценки эффективности учебной работы преподавателей и кафедр в технических вузах // Педагогический журнал. 2018. Т. 8. № 5А. С. 389–397.
5. Садретдинов Р. А. Развитие личности студента для повышения качества профессиональной подготовки // Система менеджмента качества в вузе: здоровье, образованность, конкурентоспособность : сб. науч. тр. IX Междунар. науч.-практ. конф. (Челябинск, 30 апреля 2020 г.) Челябинск, 2020. С. 235–239.
6. Прялухина А. В., Созинова М. В. Психолого-педагогическое сопровождение профессионального развития личности студента в вузе // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 1. С. 384–388. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.50.146
7. Голубков С. А., Илюхина Н. А., Рубцова Т. П. Готовность преподавателя вуза к организации внутривузовского мониторинга качества обучения студентов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2018. Т. 20. № 5. С. 16–20.
8. Рубцова Т. П. Подготовка преподавателей в системе повышения квалификации к выполнению инновационных функций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2020. Т. 22. № 71. С. 42–47. DOI: 10.37313/2413-9645-2020-22-71-42-47
9. Викулина М. А. Общекультурные компетенции – основа подготовки современного специалиста // Вестник Томского гос. пед. ун-та. 2015. № 12. С. 120–124.
10. Турткараева Г. Б. Мониторинг как метод оценки и измерения качества образовательной деятельности // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 1. Психологические и педагогические науки. 2014. № 2-2. С. 130–134.
11. Копытова Н. Е. Мониторинг в системе образования: основные понятия, проблемы, возможности // Психолого-педагогический журнал «Гаудеамус». 2003. № 3. С. 91–97.
12. Килесса Л. А., Петрунина М. Э. Концептуальная модель системы мониторинга качества успеваемости в рамках смешанного обучения по дисциплине «Информатика» // Педагогический эксперимент: подходы и проблемы. 2019. № 5. С. 94–99.
13. Бурмистрова Н. А., Иванова Е. В., Мещерякова Н. А., Симонова Н. Ю. Оценка качества предметной подготовки бакалавров и магистров в изменяющихся социально-экономических условиях // Стандарты и мониторинг в образовании. 2019. Т. 7. № 2. С. 16–24. DOI: 10.12737/article_5ca4a62525cdb2.22244817

14. Басев И. Н., Голунова Л. В. Мониторинг учебной деятельности студентов в LMS MOODLE (на примере дисциплины «Информатика») // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования. 2019. № 2. С. 29–36.
15. Гусаков В. П., Вьялицин А. А., Шебелистова О. В. Математическая модель интегральной оценки качества образования // Конгресс конференций «Информационные технологии в образовании». М., 2003. Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2003/VI/VI-0-3169.html> (дата обращения: 15.07.2020).
16. Машнев М. М., Дружинин Ю. А. О количественных критериях эффективности // Alma mater (Вестник высшей школы). 1975. № 6. С. 133–138.
17. Вершина А. И., Солдатов Б. Т. Моделирование процесса обучения // Радиоелектроніка, інформатика, управління. 2003. № 1. С. 65–72.
18. Антипенко А. И. Опыт применения «Системного метода оценки качества подготовки студентов» по дисциплинам «Менеджмент и организация производства» // Конгресс конференций «Информационные технологии в образовании». М., 2003. Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2003/VI/VI-0-2046.html> (дата обращения: 15.07.2020).
19. Бичерова Е. Н., Фещенко Е. М. Динамика представлений о будущей профессии студентов института управления в процессе обучения // Alma mater (Вестник высшей школы). 2015. № 5. С. 55–59.
20. Житомирский В. Г. Факторы, влияющие на успеваемость // Вестник высшей школы. 1972. № 9. С. 22–28.
21. Корнеева Я. В., Лесникова С. Л., Русакова Н. А., Шикер К. В. Анализ процесса адаптации и профессионального самоопределения студентов вуза с использованием информационной системы // Фундаментальная информатика, информационные технологии и системы управления: реалии и перспективы. ФИТМ-2014: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. (Красноярск, 25–27 ноября 2014 г.) Красноярск, 2014. С. 212–216.
22. Нуждин В. Н., Кадамцева Г. Г., Пантелеев Е. Р., Тихонов А. И. Стратегия и тактика управления качеством образования. Иваново: ИГЭУ, 2003. 196 с.
23. Айнштейн В. Г. Анализ процесса обучения с помощью моделирования // Alma mater (Вестник высшей школы). 1975. № 10. С. 17–21.

original article

Mathematical Methods in Monitoring the Quality of Student Performance

Alla G. Portnova^a; Svetlana L. Lesnikova^{b,*}; Nina A. Rusakova^b

^aNorth-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Russia, Saint Petersburg

^bKemerovo State University, Russia, Kemerovo

*Lesnikova_cl@mail.ru

Received 07.08.2020. Accepted 28.08.2020.

Abstract: The article deals with the statistical analysis of the effectiveness of the educational process at university. The research featured factors affecting the quality of training university students. The authors employed quantitative and qualitative indicators and organizational and pedagogical approaches, as well as methods of correlation and variance analysis. The indicators were systematized and generalized in order to identify the extent of their impact on the effectiveness of the factors under consideration. The reliability of the results was checked using the Pearson test. The methodology of the study was based on the identification of factors that affect the students' achievements. A factor is a condition for good quality education. Based on the principles of general and professional education of the individual, the authors identified two groups of factors: 1) those related to the performance of the general education stage (academic performance, training profile); 2) those related to the results of higher education (academic performance, areas of training, course of study, academics). The academic performance of the first-year students did not depend on the results of the Unified State Exam and school grades. This dependence began to manifest itself during the second year, i.e. after the adaptation period. Statistical processing provided a mathematical model of the dependence of academic performance on the identified factors. The model can be used to predict the results of academic performance, as well as to adjust the learning process in order to improve the quality of university graduates' training, e.g. additional consultations, new information technologies, changes in the curriculum, level-based differentiation of content, tasks, individualized tasks, etc. The results are of interest for organizers of psychological and pedagogical support of professional self-determination for university students and their socio-psychological adaptation.

Keywords: mathematical data processing, educational process, quality of student training, information system, monitoring

For citation: Portnova A. G., Lesnikova S. L., Rusakova N. A. Mathematical Methods in Monitoring the Quality of Student Performance. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i obshchestvennye nauki*, 2020, 4(3): 218–226. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21603/2542-1840-2020-4-3-218-226>

References

1. Tsgoeva N. A. Student training quality improvement on the basis of modern educational models. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2015, (6): 422–426. (In Russ.)
2. Bakulin N. V. Quality of preparation students and model of estimation of their potential possibilities. *Vestnik Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sovremennye obrazovatelnye tekhnologii v prepodavanii estestvennonauchnykh distsiplin*, 2014, (1): 90–93. (In Russ.)
3. Pogrebnykov A. K., Shestakov V. N., Yakunin Yu. Yu. Personal learning environment as a tool for improving students' performance. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, 2019, (6): 473–483. (In Russ.) DOI: 10.32744/pse.2019.6.39
4. Grigorash O. V. Technology assessment of the effectiveness of the educational work of teachers and departments in technical universities. *Pedagogicheskii zhurnal*, 2018, 8(5A): 389–397. (In Russ.)
5. Sadretdinov R. A. Development of the student's personality to improve the quality of professional training. *The quality management system at university: health, education, and competitiveness: Proc. IX Intern. Sci.-Pract. Conf, Chelyabinsk, April 30, 2020. Chelyabinsk, 2020, 235–239. (In Russ.)*
6. Pryalukhina A. V., Sozinova M. V. Psychological and pedagogical support of professional development of the personality of a student at the university. *Business. Education. Law*, 2020, (1): 384–388. (In Russ.) DOI: 10.25683/VOLBI.2020.50.146
7. Golubkov S. A., Ilyukhina N. A., Rubtsova T. P. Readiness of the teacher of higher education institution for the organization of intra high school monitoring of quality of training of students. *Izvestiya of the Samara Science Centre of the Russian Academy of Sciences. Social, Humanities, Biomedical Sciences*, 2018, 20(5): 16–20. (In Russ.)
8. Rubtsova T. P. Preparing a teacher to perform an innovative function in the professional development system. *Izvestiya of the Samara Science Centre of the Russian Academy of Sciences. Social, Humanities, Biomedical Sciences*, 2020, 22(71): 42–47. (In Russ.) DOI: 10.37313/2413-9645-2020-22-71-42-47
9. Vikulina M. A. General cultural competences – the basis of modern specialist training. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2015, (12): 120–124. (In Russ.)
10. Turtkarayeva G. B. Monitoring as a method of educational activity's valuation and dimension. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta. Seriya № 1: Psikhologicheskie i pedagogicheskie nauki*, 2014, (2-2): 130–134. (In Russ.)
11. Kopytova N. E. Monitoring in the education system: basic concepts, problems, and opportunities. *Psikhologo-pedagogicheskii zhurnal "Gaudeamus"*, 2003, (3): 91–97. (In Russ.)
12. Kilessa L. A., Petrunina M. E. Conceptual model of the academic achievements quality monitoring system within the mixed training on the discipline "Informatics". *Pedagogicheskii eksperiment: podkhody i problemy*, 2019, (5): 94–99. (In Russ.)
13. Burmistrova N. A., Ivanova E. V., Mescheryakova N. A., Simonova N. Y. Assessment of the quality of subject training of bachelors and masters in the changing of the socio-economic conditions. *Standarty i monitoring v obrazovanii*, 2019, 7(2): 16–24. (In Russ.) DOI: 10.12737/article_sca4a62525c5b2.22244817
14. Basev I. N., Golunova L. V. Monitoring of student educational activities in LMS Moodle (on the example of information technology subject). *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniia gumanitarnye issledovaniia*, 2019, (2): 29–36. (In Russ.)
15. Gusakov V. P., Vyalitsyn A. A., Shebelistova O. V. Mathematical model of integral assessment of the quality of education. *Congress of conferences "Information technologies in education"*. Moscow, 2003. Available at: <http://ito.edu.ru/2003/VI/VI-0-3169.html> (accessed 15.07.2020). (In Russ.)
16. Mashnev M. M., Druzhinin Yu. A. About quantitative criteria of academic performance. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)*, 1975, (6): 133–138. (In Russ.)
17. Vershina A. I., Soldatov B. T. Modeling of the learning process. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2003, (1): 65–72. (In Russ.)
18. Antipenko A. I. Experience of using the "System method for assessing the quality of training students" in the disciplines "Management and organization of production". *Congress of conferences "Information technologies in education"*. Moscow, 2003. Available at: <http://ito.edu.ru/2003/VI/VI-0-2046.htm> (accessed 15.07.2020). (In Russ.)
19. Bicherova E. N., Feshchenko E. M. Dynamics of ideas about the future profession of students of the Institute of Management in the learning process. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)*, 2015, (5): 55–59. (In Russ.)
20. Zhitomirskii V. G. Factors affecting academic performance. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)*, 1972, (9): 22–28. (In Russ.)

21. Korneeva Ya. V., Lesnikova S. L., Rusakova N. A., Shiker K. V. Analysis of the process of adaptation and professional self-determination of university students with the use of the information system. *Fundamental informatics, information technologies, and control systems: realities and prospects. FIITM-2014: Proc. Intern. Sci.-Prac. Conf.*, Krasnoyarsk, November 25–27, 2014. Krasnoyarsk, 2014, 212–216. (In Russ.)
22. Nuzhdin V. N., Kadamtseva G. G., Panteleev E. R., Tikhonov A. I. *Strategy and tactics of education quality management*. Ivanovo: IGEU, 2003, 196. (In Russ.)
23. Ainshtein V. G. Analysis of the learning process using modeling. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)*, 1975, (6): 17–21. (In Russ.)