

В. Ю. Бодряков, А. П. Торопов, Н. Г. Фомина

Екатеринбург

**АНАЛИЗ УСПЕВАЕМОСТИ КАК ПРОГНОЗ УСПЕШНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ВЫПУСКНИКОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мониторинг качества образования; статистическое исследование; нормальное распределение.

АННОТАЦИЯ. Проведен углубленный мониторинг итогов сдачи девяти экзаменационных сессий студентами МФ УрГПУ, поступившими в 2004 г., особое внимание уделено актуальной проблеме трудоустройства выпускников.

V. Y. Bodryakov, A. P. Toropov, N. G. Fomina

Yekaterinburg

**THE ANALYSIS TO PROGRESSES AS PREDICTION TO SUCCESSFUL ACTIVITY
GRADUATE MATHEMATICAL FACULTY
OF THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY**

KEY WORDS: monitoring quality education, statistical research, normal distribution.

ABSTRACT. In work has been done deep monitoring result delivery nine examination sessions for students of mathematical faculty USPU, entered in 2004 г., emphases is spared to actual problem job placement graduate.

Несомненно, что вопросы повышения качества образования, являющиеся приоритетными для любого общества, становятся особенно значимыми для постиндустриального общества, которое формируется в мире, и в частности в России [19]. Важнейшим элементом повышения качества является его постоянное измерение, сопоставление с установленными требованиями и внесение необходимых корректив, т. е., фактически, обеспечение непрерывного мониторинга качества работы системы.

Сказанное в полной мере относится и к образовательным системам, принципиальной отличительной особенностью которых является наличие и выраженное влияние человеческого фактора (см., напр. [15; 17; 18]).

Вопросам мониторинга качества педагогического процесса в образовательных учреждениях посвящено большое количество работ (см., напр., работы [17, 18] и обширные списки литературы в них), однако мало в каких из них раскрываются конкретные технологии обработки и

интерпретации количественных данных наблюдений.

При мониторинге качества образования в вузе, помимо самого простого статистического анализа итогов сдачи текущих сессионных экзаменов в сравнении с аналогичным периодом прошлого года, чем обычно и ограничиваются деканаты, важен также мониторинг успеваемости студентов на протяжении всего срока обучения в вузе. Существенно, чтобы динамика показателей была положительной и статистически значимой. Для адекватной количественной оценки качества учебного процесса важно иметь опорные количественные критерии сравнения.

Ухудшение наблюдаемых показателей по отношению к опорным сигнализирует, как минимум, о необходимости более пристального внимания к ходу учебного процесса. Одной из неизбежных сторон учебного процесса в вузе и одновременно одним из наиболее выраженных показателей наличия проблем в качестве педагогического процесса («болевыми точками качества», или «проблемными зонами качества») является отчисление неуспевающих студентов.

Если говорить о качестве образовательного процесса в вузе, то углубленный статистический анализ динамики успеваемости этой группы студентов не менее, а может быть, и более важен, чем анализ успеваемости более успешных студентов.

Особую роль в задаче общего повышения качества образования играет математическое образование, так как математика является базой для изучения естественных и инженерных наук [12; 14]. Укажем, что именно профессиональное усвоение профильных дисциплин является главной гарантией успешного трудоустройства выпускника вуза на рынке труда.

В настоящей работе проведено статистическое исследование и оценка итогов

сдачи девяти экзаменационных сессий студентов математического факультета (МФ) Уральского государственного педагогического университета (УрГПУ), поступивших на факультет в 2004 г.

Целями исследования были следующие: статистический анализ динамики сессионных оценок студентов по основным изученным дисциплинам; основанная на количественном анализе оценка качества педагогического процесса на факультете; прогнозирование ожидаемых результатов выпускных итоговых испытаний; выработка основанных на фактических данных рекомендаций, включая завершающий этап обучения выпускников. Особое внимание уделено сравнительному анализу показателей успеваемости различных групп студентов. Заметим, что именно сессионные оценки студентов являются одним из самых естественных и важных индикаторов качества образования.

В 2004 г. на математический факультет УрГПУ поступило 120 абитуриентов. На данный момент на пятом курсе обучается 60 студентов. Из них поступили на первый курс в 2004 г. и обучались без перерывов 58 человек. Эту группу студентов мы назовем группой непрерывного специалитета (группа НС). Поток студентов, обучавшихся на факультете в указанный период времени, назовем общей группой (группа О). Очевидно, состав группы НС постоянен; состав группы О изменялся от сессии к сессии в силу отчисления неуспевающих студентов, перехода части студентов в бакалавриат, появления новых студентов, например, при восстановлении из академического отпуска, и др.

При обучении на математическом факультете студенты изучали следующие дисциплины: математический анализ, алгебра, геометрия, история, психология, теория обучения, философия, экономика, социология, история образования и педагогическая мысль (ИОиПМ),

теория и методика обучения математике (ТиМОМ), теория функций действительного переменного (ТФДП), теория функций комплексного переменного (ТФКП), числовые системы, физика, дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными (ДУиУЧП), элементарная математика, возрастная педагогика, математическое моделирование и численные методы (ММиЧМ). Данные об оценках собирались по группам, затем по каждой сессии сводились в общую для каждого курса таблицу. Фиксировалось время окончания сбора сведений (от даты официального начала каждой сессии до даты ее официального завершения). Внесессионные пересдачи не учитывались. Число студентов, не допущенных к экзамену или не явившихся на его сдачу, объединялось с числом студентов, получивших оценку «неудовлетворительно».

Как и в [6], в качестве опорного (базового) распределения сессионных оценок для сопоставления оказалось возможным предложить нормальное распределение $N(a; \sigma^2)$ с параметрами $N(3,5; 1,0)$. Статистическая обработка данных проводилась согласно ранее разработанным подходам [8; 9; 13].

На рис. 1 в качестве примера представлены частотные распределения сессионных оценок по математическому анализу, который изучался в I–V семестрах. Левая колонка представляет данные для студентов группы НС, правая — для студентов группы О.

Временная динамика средних оценок по математическому анализу и соответствующих среднеквадратических отклонений (СКО) отражена на рис. 2. Сопоставление данных для обеих групп показывает в целом сходную динамику показателей успеваемости: распределения оценок близки к нормальным и приближаются к опорному распределению; средние баллы по дисциплине возрастают, однако этот рост немонотонен (в третьей сессии произошел резкий скачок).

СКО нестабильно снижаются к пятой сессии. Вместе с тем средний балл по математическому анализу для студентов группы НС всюду выше (на 0,03–0,2 балла), чем для студентов группы О; СКО, напротив, для студентов группы НС практически всюду ниже.

Эти данные выглядят естественными, и их можно интерпретировать как свидетельство большей однородности и большей нацеленности на учебу студентов группы НС.

Тот факт, что результаты четвертой сессии по математическому анализу выделяются из общей картины, можно объяснить тем, что в четвертом семестре поменялся преподавательский состав и практические занятия проводил молодой специалист.

Поведение оценок по другим профильным дисциплинам выглядит в целом аналогично описанным, за исключением четвертой сессии.

Временная динамика относительной доли неудовлетворительных оценок по математическому анализу приведена на рис. 3.

Как и следовало ожидать, для студентов группы НС доля «двоек» ниже, чем для студентов группы О, однако и не является малой (за исключением третьей и пятой сессии). Это приводит к большому числу пересдач экзамена в послесессионный период (еще одна «болевая точка» качества учебного процесса).

Студентами группы НС проблемы своевременно устранялись в отличие от отчисленных впоследствии студентов группы О.

Данные рис. 3 позволяют предположить, что максимальная доля неудовлетворительных оценок не должна превышать ~ 20%; превышение этого процента, по-видимому, следует рассматривать как указание на наличие серьезных и требующих оперативных корректирующих воздействий проблем, связанных с качеством педагогического процесса.

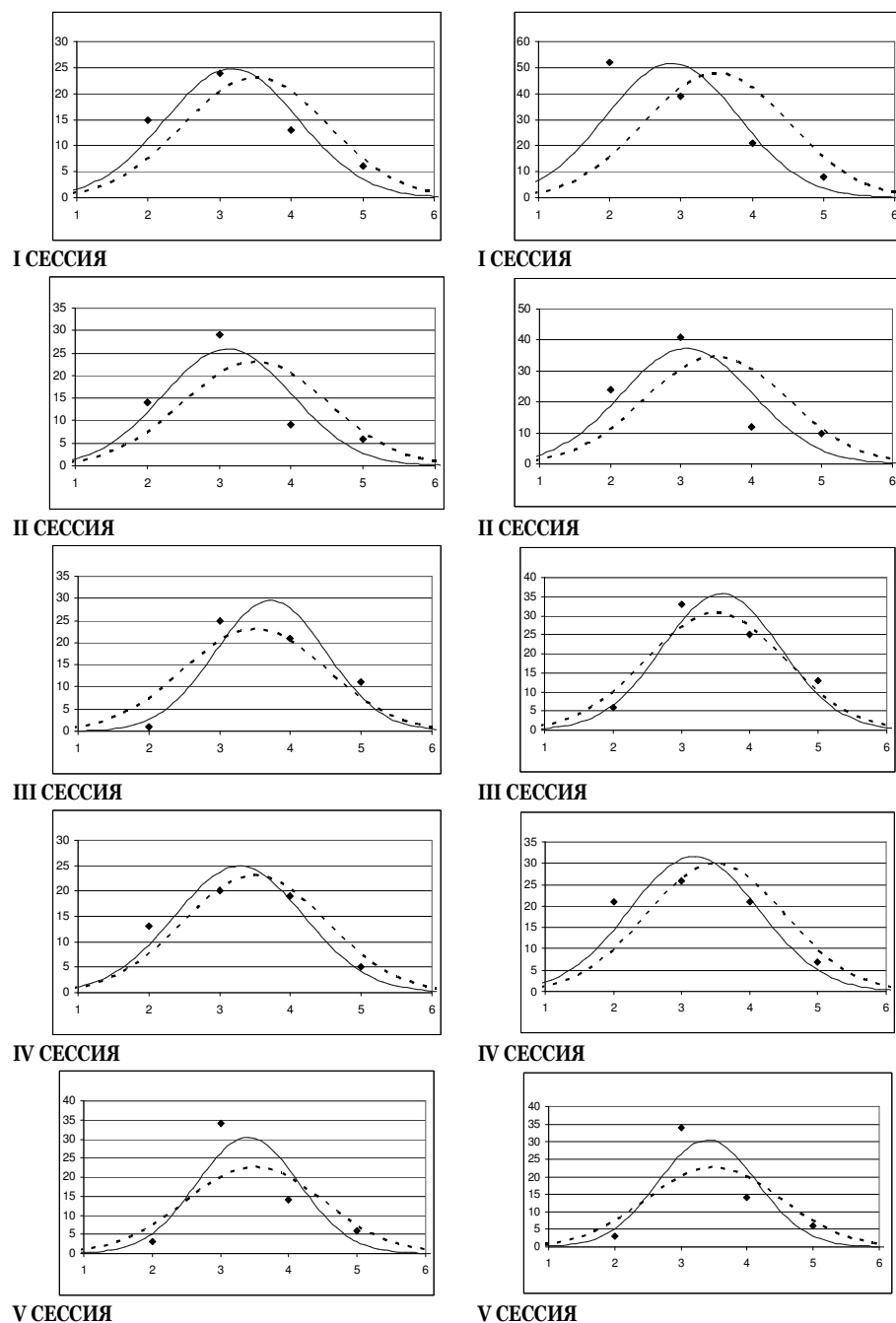


Рис. 1. Частотные распределения оценок по математическому анализу по итогам I — V экзаменационных сессий (слева данные по студентам группы NS, справа данные по студентам группы O):

символы — фактические данные;

линии — расчет;

сплошная линия — нормальная кривая аппроксимирующая фактические данные;

пунктир — опорная нормальная кривая $N(3, 5; 1, 0)$

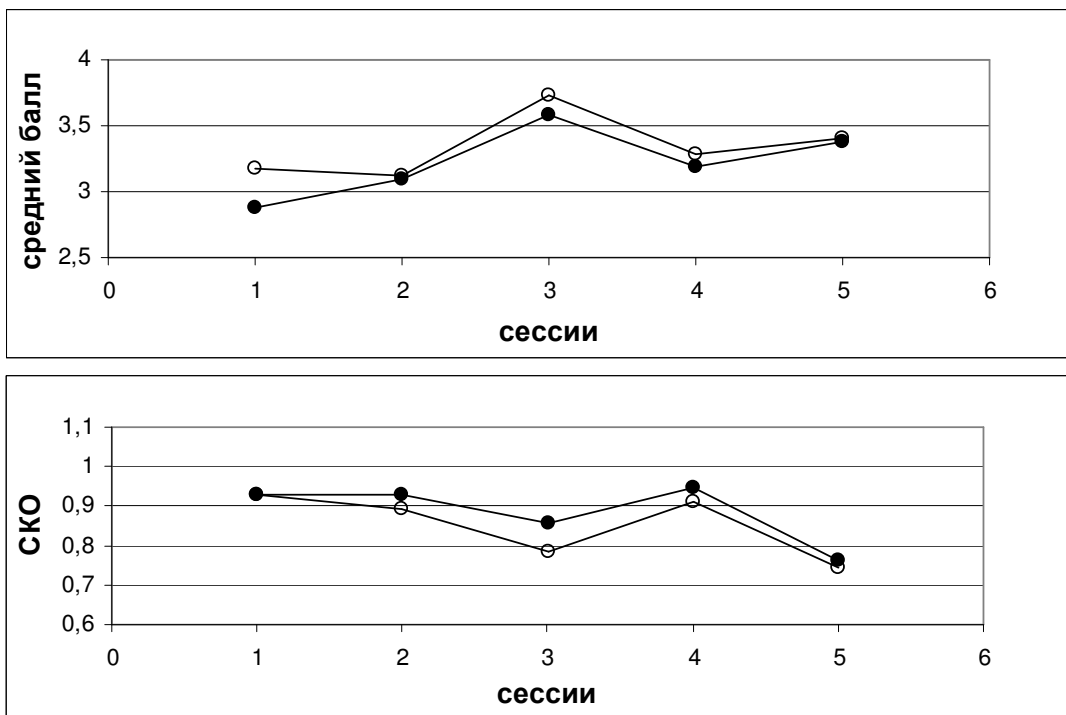


Рис. 2. Временная динамика изменения средних баллов и СКО по математическому анализу: черные кружки — данные по студентам группы О; белые кружки — данные по студентам группы НС

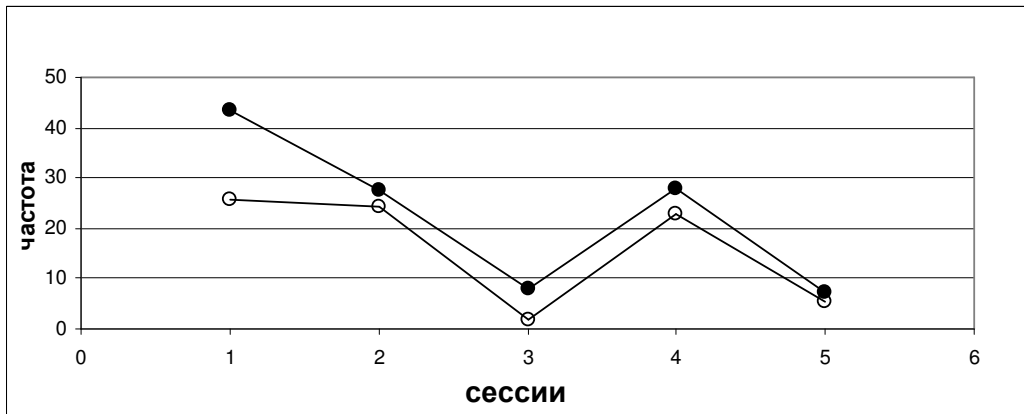


Рис. 3. Временная динамика относительной доли неудовлетворительных оценок по математическому анализу: черные кружки — данные по студентам группы О; белые кружки — данные по студентам группы НС

Нами был проведен посессионный анализ изменения средних баллов по дисциплинам, объединенным в 6 групп: математический анализ, алгебра, геометрия, методика преподавания, общие дисциплины и педагогика.

Из полученных данных видно, что средний балл для обеих групп по математическим дисциплинам с I по VIII сессию в среднем демонстрирует устойчивый рост, близкий к линейному тренду (рис. 4, 5).

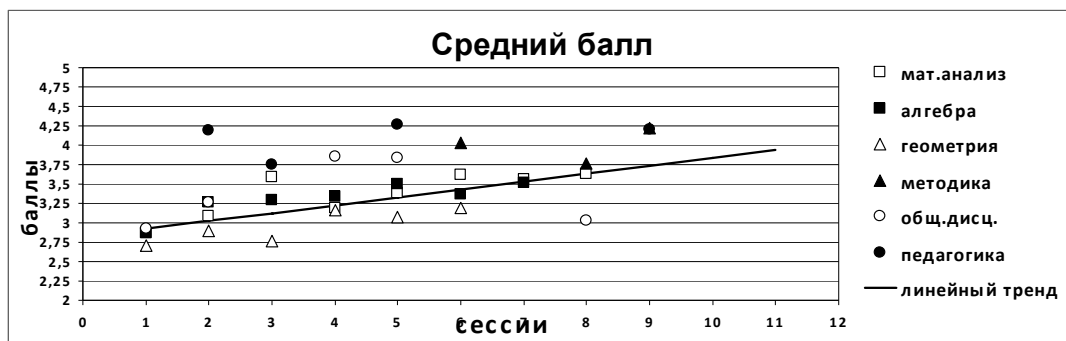


Рис. 4. Группа О: временная динамика изменения средних баллов по экзаменуемым дисциплинам (символы): прямая — линейный тренд по математическим дисциплинам

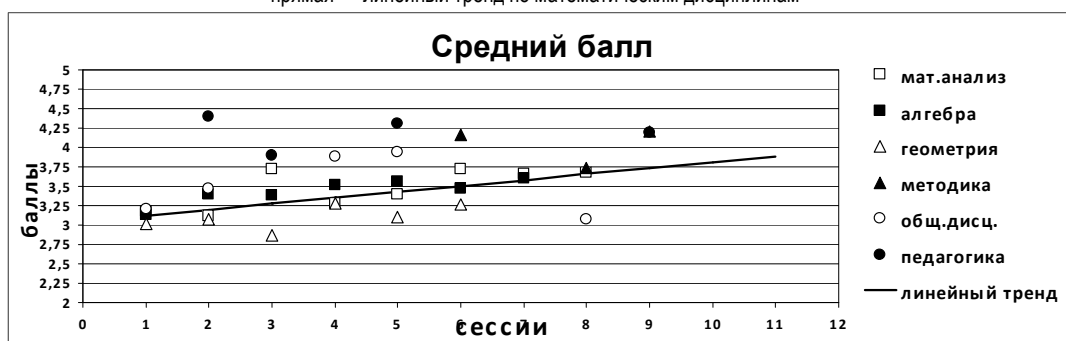


Рис. 5. Группа НС: временная динамика изменения средних баллов по экзаменуемым дисциплинам (символы): прямая — линейный тренд по математическим дисциплинам

Для студентов группы НС картина по среднему баллу отличается тем, что средние баллы для них превышают средние баллы для студентов группы О, однако угловой коэффициент линейного тренда для НС гораздо меньше.

Средние баллы по нематематическим дисциплинам для обеих групп студентов близки и заметно превышают средние баллы по математическим дисциплинам. Добавим, что значительное превышение средних баллов по нематематическим дисциплинам, таким, как история, психология, теория обучения, философия, экономика, социология и др., средних баллов по математическим дисциплинам свидетельствует об учебной недогруженности студентов-математиков и, как результат, — недостаточной напряженности учебного процесса по этим дисциплинам.

Есть все основания рекомендовать преподавателям соответствующих дисциплин существенно усилить уровень требований и контроля. Это приведет к унификации требований по различным дисциплинам и сделает учебу студентов более эффективной и интересной.

Для всех студентов были подсчитаны средние баллы по итогам каждой сессии, затем были построены распределения по среднему баллу для студентов группы О и студентов группы НС.

В данном случае учитывалось, что студент, не пришедший на экзамен, формально получал «1». В качестве примера на рис. 6 приведены гистограммы по итогам первой, четвертой, седьмой и девятой сессий. На гистограммах отчетливо видна временная динамика числа студентов, не сдавших сессию, которые в

последующем были отчислены. Число этих студентов на протяжении курса обучения изменяется немонотонным образом. Большинство отчисленных из вуза студентов были отчислены по итогам обучения на первых двух курсах. В целом распределения выражено сме-

щаются вправо к более высоким оценкам. Из гистограмм рис. 6 также отчетливо просматривается тенденция к расслоению студенческого потока на подгруппы более сильных и более слабых студентов; это расслоение существенно усложняет педагогический процесс.

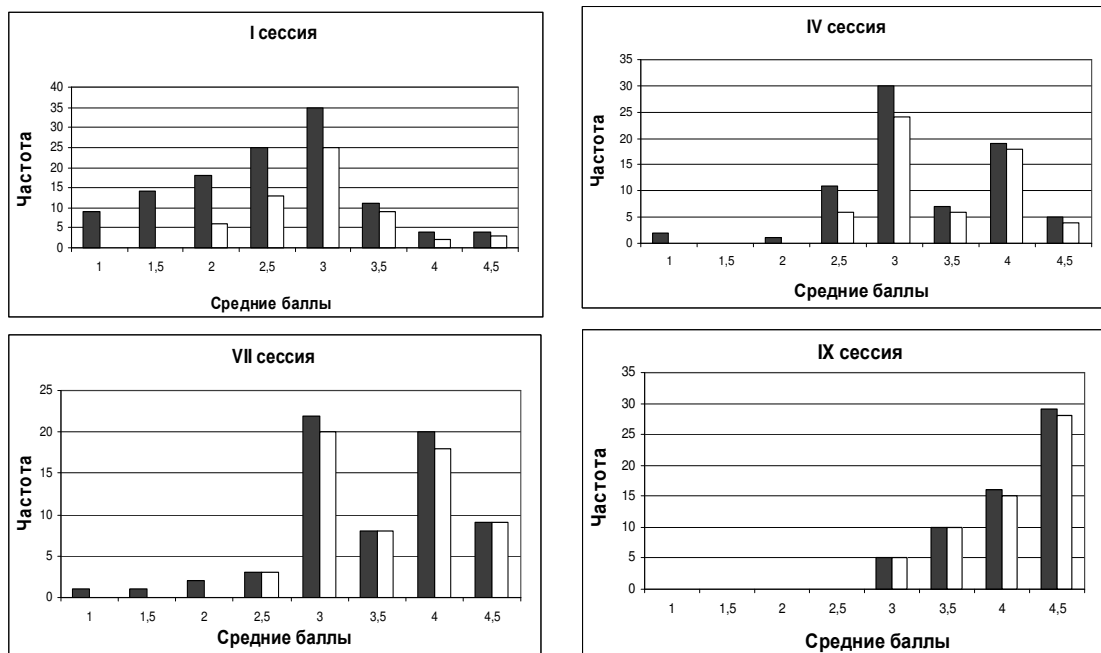


Рис 6. Распределение по средним баллам студентов для группы О (темные столбцы) и для группы НС (белые столбцы) в I, IV, VII, IX сессию

Для выяснения причин отчислений были проанализированы распределения несданных сессионных экзаменов отчисленными студентами (рис. 7, 8).

На рис. 7 в виде гистограмм представлены частотные распределения для студентов, не сдавших от одного до пяти предметов. Из рис. 7 видно, что наибольшее количество студентов (25 чел.) было отчислено из-за несдачи 3–5 предметов (после нескольких безуспешных попыток). Меньшую часть составляют студенты, не сдавшие 1–2 экзамена (13 чел.). Если отчисление из-за неудовлетворительной сдачи трех и более экза-

менов, по-видимому, можно признать неизбежным, то, очевидно, выяснение причин появления неудовлетворительных оценок и своевременная индивидуальная помощь студентам, имеющим 1–2 задолженности, могла бы существенно сократить число отчислений.

Можно рекомендовать также проведение дополнительных психолого-педагогических исследований и мотивационных тренингов для студентов этой группы. Подобные исследования, основанные на изучении структуры интеллекта по методике Амтхауэра, описаны нами ранее [10; 11; 16].

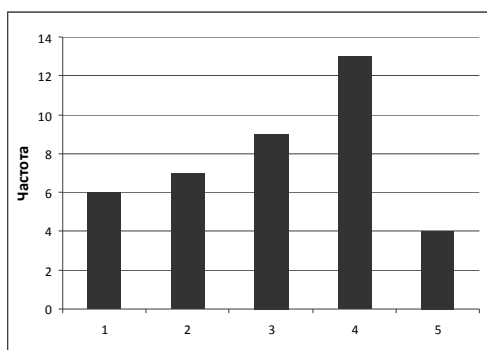


Рис. 7. Частотное распределение отчисленных студентов по числу несданных учебных дисциплин

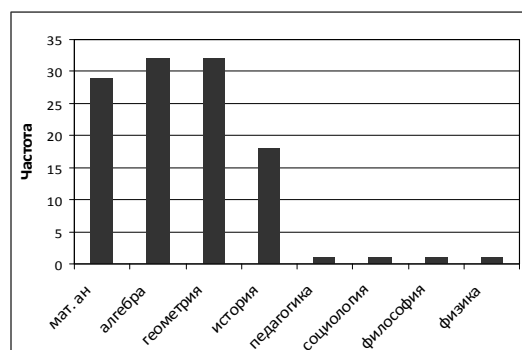


Рис. 8. Частотное распределение учебных дисциплин, задолженности по которым стали причиной отчисления студентов

Для выяснения наиболее частых причин отчисления студентов с факультета были проведены дополнительные углубленные исследования. Установлено, что основными причинами отчислений на 1, 2 курсах (и отчасти на более старших) являются академические задолженности по математическому анализу, алгебре и геометрии, т. е. по предметам блока профильных математических дисциплин. На рис. 8 представлены гистограммы частотных распределений «проблемных» дисциплин. Так, математический анализ стал одной из причин отчислений (возможно, наряду с другими дисциплинами) в 29 случаях. Очевидно, большая степень индивидуализации работы со студентами, особенно на старших курсах, помогла бы в значительной степени исправить ситуацию. Эффективным инструментом такой работы авторы считают более широкое привлечение студентов к исследовательской деятельности (НИРС).

В современной непростой экономической ситуации вопросы трудоустройства выпускников становятся весьма злободневными как для самих студентов, так и для выпускающих их вузов (см. напр. [6]). Одним из главных факторов, позволяющих успешно решать эту проблему, является высокий уровень профессио-

нальной компетентности выпускника. Для выпускника МФ УрГПУ это, прежде всего, профессиональное знание школьной математики и умение обучать ей на таком уровне, чтобы учащиеся не испытывали затруднений при сдаче ЕГЭ.

Прогнозируемый средний балл за итоговый государственный экзамен по высшей математике ожидается на уровне $4,0 \pm 0,2$ балла (см. линии трендов на рис. 4, 5) и не вызывает беспокойства. О том же свидетельствует рис. 9, показывающий распределение пятикурсников по средним баллам. На рис. 9 вертикальной сплошной линией показан общий средний балл $a = 3,61$, вычисленный по сессионным экзаменационным ведомостям без учета пересдач. Двумя вертикальными пунктирными линиями показана окрестность СКО $\sigma = 0,70$. Студенты, имеющие средние баллы ниже $a - \sigma$ (таких 4 чел.), очевидно, не получили надлежащей педагогической подготовки и вряд ли имеют хорошие перспективы успешного профессионального трудоустройства. С другой стороны, имеется достаточно представительная группа (9 чел.) студентов с высоким уровнем подготовки (средние баллы превышают $a + \sigma$).

Напротив, уровень владения фундаментальными основами школьной математики у будущих учителей недостато-

В завершение подведем основные итоги работы.

Проведено статистическое исследование и оценка итогов сданных экзаменационных сессий студентов МФ УрГПУ поступления 2004 г. (120 чел.). Была выделена группа студентов, прошедших непрерывно весь курс обучения (группа непрерывного специалитета, 58 чел.).

Развита техника сравнительного погруппового анализа количественных показателей качества образовательного процесса. Подтверждено, что распределения сессионных оценок по математическим дисциплинам при устоявшемся учебном процессе могут быть описаны законом нормального распределения $N(3, 5; 1)$.

Наличие базового (опорного) распределения с параметрами $\alpha = 3, 5$ и $\sigma = 1$ позволяет отслеживать динамику количественных показателей по отношению к фиксированному опорному распределению.

Сравнивая результаты сдачи экзаменов студентов группы НС с результатами группы О, можно в целом сказать, что именно первые представляют собой «средний класс» среди студентов данного потока и положительная динамика именно их количественных показателей определяет качество учебного процесса на факультете в целом.

Причиной отчисления большинства студентов является невыполнение учеб-

ного плана по математическим дисциплинам, причем в большинстве случаев по 3–5 академическим задолженностям.

Проведенный углубленный статистический анализ «проблемных зон качества» образовательного процесса на факультете позволил выработать ряд конкретных рекомендаций по устранению несоответствий. Рекомендовано, в частности, вести не только обобщенный, но и погрупповой анализ динамики показателей качества учебного процесса; усилить уровень требований по дисциплинам нематематического блока; проводить психолого-педагогические исследования и мотивационные тренинги для группы студентов — кандидатов на отчисление; усилить степень индивидуальной работы с такими студентами. В работе акцентировано внимание на проблеме трудоустройства выпускников. Показана необходимость более целенаправленной работы по повышению уровня их профессиональной обученности, особенно в области элементарной математики.

Мы полагаем, что постоянный углубленный мониторинг с развитой здесь (или аналогичной) техникой анализа, несомненно, послужит эффективным инструментом для улучшения качества педагогического процесса и сделает его более позитивным и результативным; это послужит, в свою очередь, повышению конкурентоспособности выпускников факультета на рынке труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

6. БОДРЯКОВ, В. Ю. Анализ успеваемости студентов-математиков / В. Ю. Бодряков, А. П. Торопов, Н. Г. Фомина // *Alma mater*. — 2008. — №9.
7. БОДРЯКОВ, В. Ю. «ЕГЭ-тестирование» студентов-математиков педагогического вуза как важный индикатор уровня профессиональной подготовленности / В. Ю. Бодряков, Н. Г. Фомина // *Alma mater*. — 2009. — №1.
8. БОДРЯКОВ, В. Ю. Вероятностно-статистическая модель равно- и неравно-взвешенного подходов к количественному оцениванию знаний учащихся / В. Ю. Бодряков, Н. Г. Фомина // *Качество. Инновации. Образование*. — 2008. — №10.
9. БОДРЯКОВ В. Ю. Простая вероятностно-статистическая модель количественной оценки знаний учащихся / В. Ю. Бодряков, Н. Г. Фомина // *Alma mater*. — 2008. — №7.

10. БОДРЯКОВ, В. Ю. Системный подход к формированию элементов профессиональной структуры интеллекта студентов — математиков / В. Ю. Бодряков, Н. Г. Фомина // Сборник научных статей «Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона». — Киров : Изд-во ВятГГУ, 2008. — Вып. 10.
11. БОДРЯКОВ, В. Ю. Статистическая обработка экспериментальных данных по структуре интеллекта студентов математического факультета УрГПУ как основа для оптимизации учебного процесса / В. Ю. Бодряков, Н. Г. Фомина // Труды 2-й международной научной конференции «Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании». — Екатеринбург : Изд-во УГТУ — УПИ, 2008. — Вып. 4.
12. ГЛУШКОВА, Л. М. Психолого-педагогические аспекты, повышающие качество математической подготовки студентов технических вузов / Л. М. Глушкова // Сибирский педагогический журнал. — 2008. — № 6.
13. ГМУРМАН, В. Е.. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. — М. : Высшее образование, 2006.
14. ЕФРЕМОВА, Н. Ф. Тестовый контроль качества учебных достижений обучающихся / Н. Ф. Ефремова // Сибирский педагогический журнал. — 2006. — № 1.
15. УПРАВЛЕНИЕ качеством образования : практико-ориентированная монография и метод. пособие / под ред. М. М. Поташника. — М. : Педагогическое общество России, 2000.
16. ФОМИНА, Н. Г. Семиотико-синергетический подход к моделированию интуиции / Н. Г. Фомина // Качество. Инновации. Образование. — 2008. — №11.
17. ШАТАЛОВ, А. А. Мониторинг и диагностика качества образования / А. А. Шаталов, В. В. Афанасьев, И. В. Афанасьева, Е. А. Гвоздева, А. М. Пичугина. — М. : НИИ школьных технологий, 2008.
18. ШАТАЛОВ, А. А. Психолого-педагогическая диагностика качества образовательного процесса / А. А. Шаталов, В. В. Афанасьев, И. В. Афанасьева, Е. А. Гвоздева, А. М. Пичугина. — М. : НИИ школьных технологий, 2008.
19. ШИШОВ, С. Е. Качество общего образования в постиндустриальном обществе / С. Е. Шишов // Стандарты и мониторинг в образовании. — 2008. — № 5.

Получено 10.11.09

© Бодряков В. Ю., Торопов А. П., Фомина Н. Г., 2010