

УДК 378:53

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ И УСПЕХИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ СТУДЕНТОВ ПЕРВЫХ КУРСОВ УНИВЕРСИТЕТА

© 2011 г.

*Е.В. Зайцева, О.В. Лебедева, В.М. Соколов, С.С. Круглова*

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

lebedeva@phys.unn.ru

*Поступила в редакцию 04.03.2011*

Представлена динамика оценок уровня усвоения курсов общей физики и математического анализа абитуриентами (по результатам ЕГЭ), студентами первого курса физического факультета ННГУ на входе в учебный процесс, в середине семестра и на экзамене. Анализ позволяет увидеть динамику усвоения студентами элементов содержания курсов общей физики и математического анализа первого семестра, исследовать влияние предыдущего материала, результатов ЕГЭ на успешность степени усвоения последующих тем. Полученные результаты позволяют определить связь успешности выполнения ЕГЭ и усвоения содержания общей физики и математики.

*Ключевые слова:* единый государственный экзамен, усвоение содержания, связи с ЕГЭ.

Как известно, в последние годы прием в вузы осуществляется по результатам единого государственного экзамена (ЕГЭ) по дисциплинам, соответствующим направлению подготовки. При поступлении на физический факультет ННГУ абитуриенты должны представить результаты ЕГЭ по русскому языку, математике, физике. Первокурсники физического факультета имеют неплохой балл ЕГЭ по физике и математике (например, в текущем учебном году средний балл составил 59 по физике и 60 по математике). Однако в процессе изучения основных профильных дисциплин – общей физики и математики – выявляются серьезные проблемы.

Проводя представляемую в данной статье работу, мы преследовали следующие цели:

1) выяснить, насколько результаты ЕГЭ абитуриентов (являющиеся у нас единственным критерием конкурсного отбора) отражают их подготовленность к освоению программ курсов общей физики и математического анализа;

2) посмотреть динамику оценок усвоения курсов общей физики и математического анализа студентами первого курса физического факультета ННГУ на входе в учебный процесс, в середине семестра и на экзамене, связывая эти результаты с успешностью ЕГЭ.

Для осуществления поставленных целей в рамках курса общей физики мы провели входное оценивание в начале семестра, коллоквиум в середине семестра, а также семестровый экза-

мен и связали их результаты с результатами ЕГЭ.

Результаты ЕГЭ по физике студентов-первокурсников представлены на рис. 1, а по математике – на рис. 2. По горизонтальной оси отложены ранговые интервалы значений баллов ЕГЭ, а по вертикальной оси – количество студентов в процентах, имеющих балл ЕГЭ в соответствующем интервале.

Проверка на согласованность эмпирических распределений результатов ЕГЭ по физике и математике с нормальными распределениями по критерию  $\chi^2$  показала, что распределение ЕГЭ по математике согласуется с нормальным распределением  $N(60,04;9,99)$  на уровне значимости  $\alpha = 0.05$ , а согласие с нормальным распределением ЕГЭ по физике  $N(59,09;10,62)$  устанавливается на уровне значимости  $\alpha = 0.01$ . На основании использования критерия Колмогорова – Смирнова можно считать, что эмпирические распределения результатов ЕГЭ по физике и математике (при значимости не выше 0.05) статистически равнозначны, что, в свою очередь, подтверждают качественные зрительные представления о их равнозначности.

Далее для удобства сравнения результатов ЕГЭ с результатами входного оценивания подготовленности, коллоквиума и экзамена мы привели их к единой шкале типичных пятибалльных отметок, действуя по следующему правилу: в каждом оценочном распределении (ЕГЭ, коллоквиум, экзамен) вычислялся средний балл и стандартное отклонение<sup>1</sup>. Студентам, имеющим

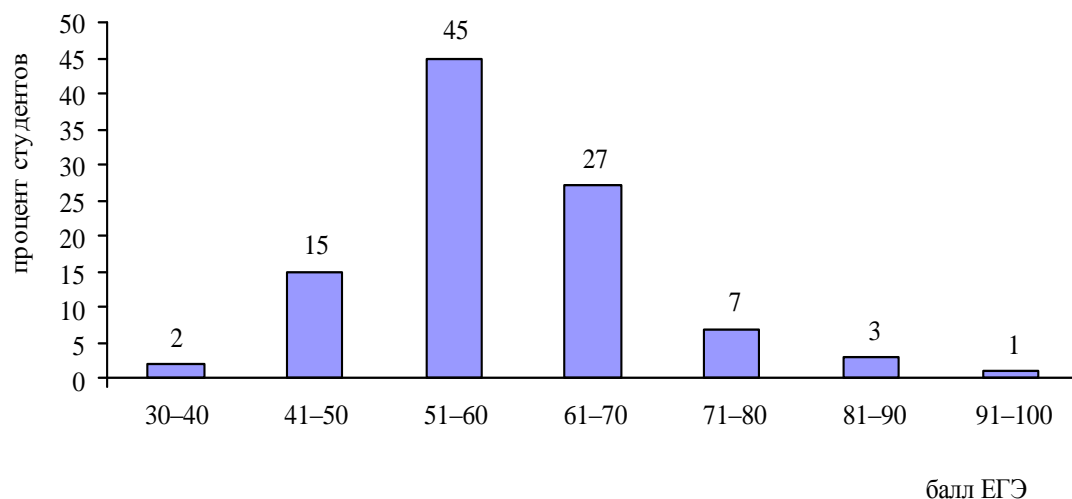


Рис. 1. Распределение студентов по баллам ЕГЭ (физика)

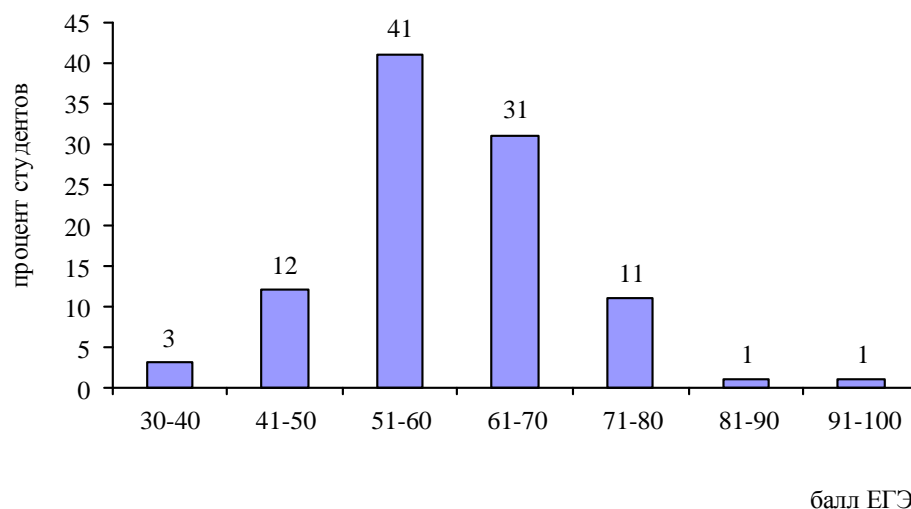


Рис. 2. Распределение студентов по баллам ЕГЭ (математика)

балл, находящийся в интервале стандартного отклонения в большую и в меньшую сторону от среднего значения ( $\langle x \rangle - s < x < \langle x \rangle + s$ ), ставилась тройка, студентам, имеющим балл, ниже стандартного отклонения ( $\langle x \rangle - s > x$ ), выставлялась отметка «2». Баллы, попадающие в интервал от среднего значения плюс стандартное отклонение до среднего значения плюс два стандартных отклонения ( $\langle x \rangle + s < x < \langle x \rangle + 2s$ ) соответствовали отметке «4», баллы выше двух стандартных отклонений соответствовали отметке «5». На рисунках 3 и 4 представлены результаты ЕГЭ студентов-первокурсников, приведенные к пятибалльной шкале. Как видно из гистограмм, доли студентов, имеющих идентичные отметки за ЕГЭ по физике и математике очень близки. На ри-

сунке 5 приведена гистограмма распределения студентов по отметкам за два экзамена ЕГЭ: физика и математика. И здесь видно качественное согласие между этими результатами и результатами за каждый экзамен в отдельности. Следует отметить, что у 75% всех студентов отметки за каждый экзамен в отдельности и за оба экзамена совпадают.

Принимая абитуриентов только по баллам ЕГЭ, мы получаем «кота в мешке». Отсутствие детализации результатов ЕГЭ, т.е. информации о том, какие именно задания решил в ЕГЭ будущий студент, не позволяет преподавателям, обучающим студентов на первых курсах, судить об уровне их подготовленности. Для того чтобы прояснить ситуацию, в начале первого семестра нами была проведена входная работа по физике.

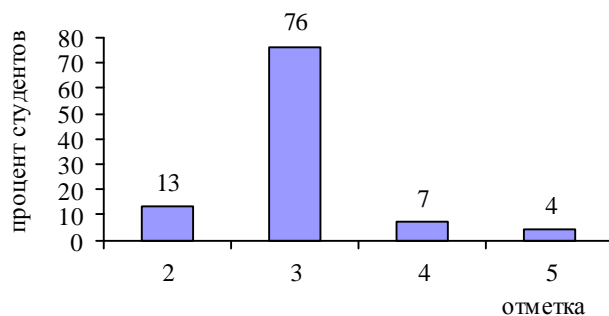


Рис. 3. Распределение студентов по отметкам из данных ЕГЭ (физика)

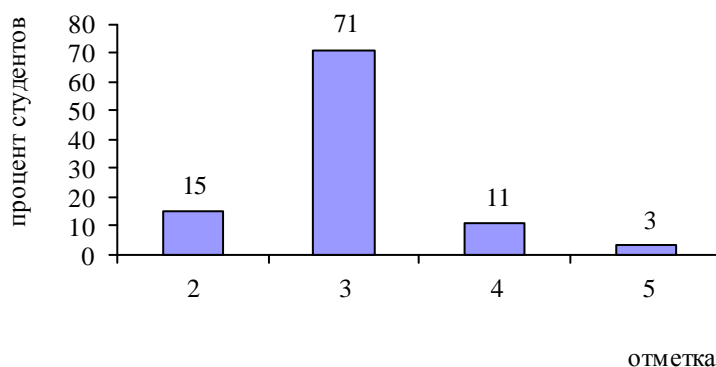


Рис. 4. Распределение студентов по отметкам из данных ЕГЭ (математика)

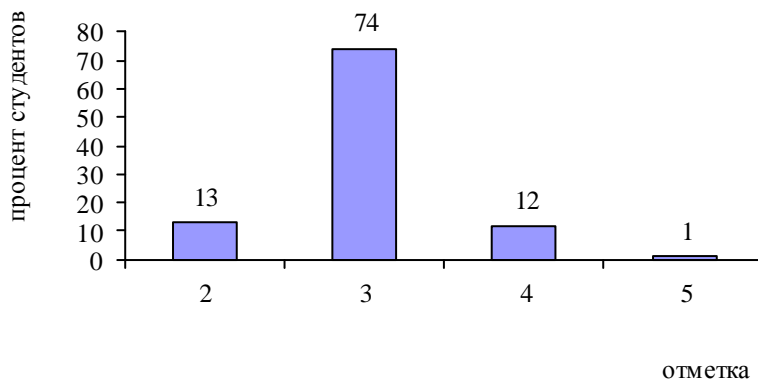


Рис. 5. Распределение студентов по отметкам из данных ЕГЭ суммарно по двум предметам (математика и физика)

Входная контрольная по физике включала задания только по разделам школьной физики, которые соответствуют разделу «Механика», изучаемому в первом семестре. Работа состояла из двух частей: 14 заданий с выбором ответа (за каждый правильный ответ выставлялся 1 балл) и 3 задачи, требующие развернутого решения (максимальное количество баллов за каждую задачу – 2). Общее число студентов, принявших участие во входном

тестировании, – 101 человек. На рисунках 6 и 7 приведены отдельно гистограммы результатов первой и второй частей входного оценивания. Видно, что гистограмма части 1 (задания с выбором ответа) достаточно хорошо совпадает с гистограммой результатов ЕГЭ этих же студентов и нет ни одного студента, ответившего менее чем на 3 вопроса из 14. Гораздо сложнее для студентов-физиков оказалось применить свои знания к решению

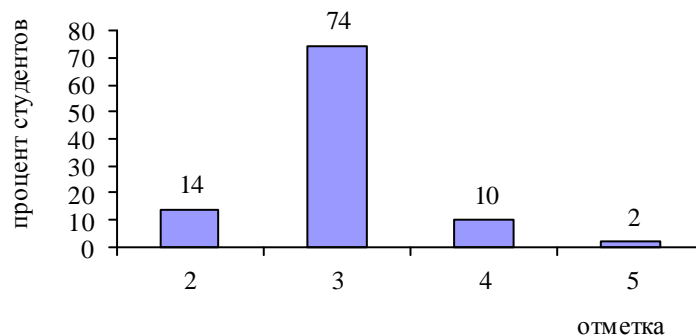


Рис. 6. Распределение студентов по отметкам за первую часть входной контрольной работы по физике

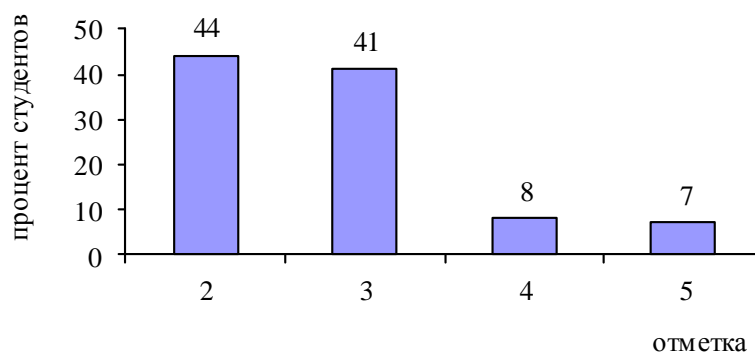


Рис. 7. Распределение студентов по отметкам за вторую часть входной контрольной работы по физике

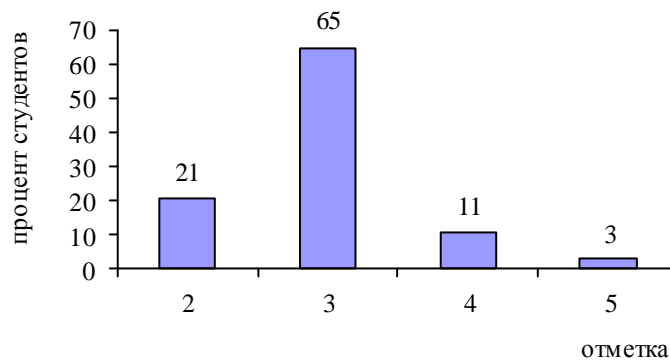


Рис. 8. Распределение студентов по отметкам за входную контрольную работу

задач. Результаты части 2 (три задачи, в которых, опираясь на определение физических величин, нужно было выполнить два-три типичных действия и представить развернутое решение) выглядят значительно хуже: 44% студентов вообще не смогли решить ни одной из предложенных задач. Отсюда подавляющее число двоек и троек. На рисунке 8 представлена гистограмма суммарного балла – результата входного оценивания.

Сравнивая результаты ЕГЭ и входной контрольной работы по физике, мы видим, что значения результатов ЕГЭ и первой части входного оценивания хорошо совпадают, в то время, как учет задач, требующих развернутого решения, существенно увеличивает процент неудовлетворительных отметок. Получается, что абитуриенты, имеющие достаточно высокий балл ЕГЭ (до 70), освоили школьный курс физики только на уровне воспроизведения и не способ-

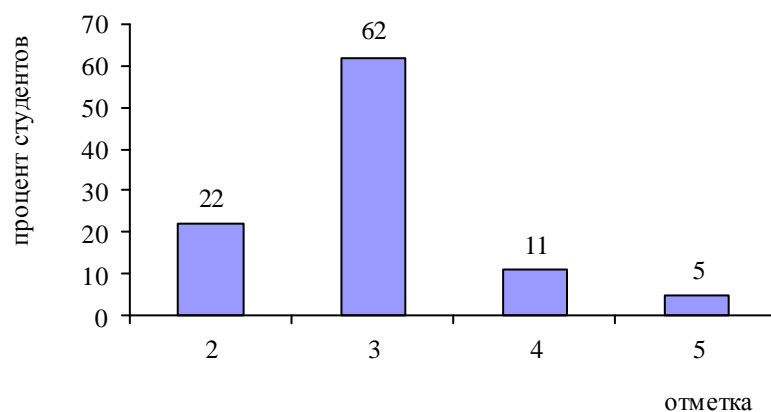


Рис. 9. Распределение студентов по отметкам за коллоквиум

ны самостоятельно проанализировать и решить задачу.

Результаты входного оценивания показали также, что есть задания, успешность выполнения которых существенно ниже среднего уровня. В части 1 только 40% студентов справились с задачей расчета работы силы и 38% – на расчет работы в электростатическом поле.

В середине семестра для определения уровня усвоения учебного материала нами было проведено промежуточное оценивание в виде коллоквиума.

Коллоквиум по физике включал 8 вопросов на знание основных законов и определений. Студентам было предложено самостоятельно сформулировать основные законы и определения (законы Ньютона, законы сохранения и т.д.) и, если определение или закон имели символьную запись, объяснить, что означает каждый символ в ней. На рисунке 9 приведены результаты промежуточного оценивания. Сравнивая гистограммы ЕГЭ, входного и промежуточного оценивания мы снова видим, что результаты коллоквиума поразительно совпадают с результатами входного оценивания и со структурой результатов ЕГЭ, отличаясь от него по количественным показателям. При этом студенты, получившие отметки «2» и «3», вообще не могли воспроизвести более половины основных законов и, записывая их математические формулировки, не смогли объяснить смысл входящих в них символов. Понимание же основных законов физики показали те студенты, которые имели балл ЕГЭ, подразумевающий решение задач части «С», требующих не простого использования заученных формул, а умения анализировать и строить суждения на основе физических законов.

В качестве результатов по освоению всего материала первого семестра рассматривались экзаменационные оценки, полученные студентами в сессию. Семестровый экзамен по обоим предметам проходил в устной форме и включал в себя два теоретических вопроса и задачу, т.е. успешная сдача экзамена предполагала не только воспроизведение содержания, но и применение полученных теоретических знаний в решении задач. На рисунках 10 и 11 приведены результаты экзаменов соответственно по физике и математическому анализу. Из сравнения результатов ЕГЭ и экзаменов видно, что есть соответствия в высшем балле, однако по сравнению с ЕГЭ существенно увеличилось количество студентов, получивших отметки «2» и «4», и почти на треть уменьшилось число студентов с отметкой «3» по обоим предметам.

Если сравнить результаты входного оценивания по физике и экзамена, то видна согласованность между результатами части 2 входного оценивания и результатами экзамена. Таким образом, мы приходим к выводу, что успешно освоить программу курса общей физики способны студенты, которые обладают обобщенным умением решать задачи: анализировать ситуацию, происходящие процессы, строить модель и т.д., а заучивание формул в школьном курсе физики не помогает, а, наоборот, наносит вред при дальнейшем обучении студентов.

Сравнение результатов промежуточного оценивания по физике и экзамена показывает, что количество неудовлетворительных отметок по результатам коллоквиума на треть меньше, чем по результатам экзамена. Но это не удивительно, поскольку коллоквиум включает в себя

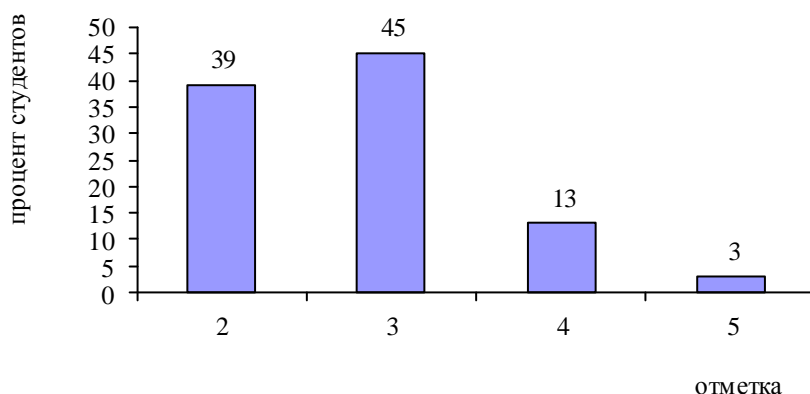


Рис. 10. Распределение студентов по отметкам за экзамен (физика)

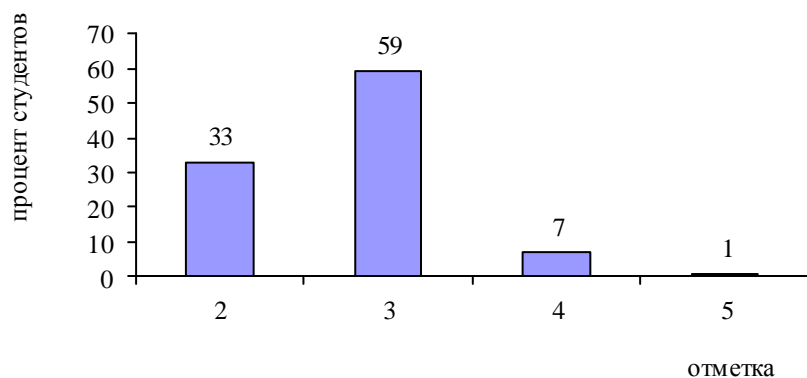


Рис. 11. Распределение студентов по отметкам за экзамен (математический анализ)

только теоретические вопросы, т.е. оценивает только уровень воспроизведения. При этом следует отметить, что количество студентов получивших отметки «4» и «5» осталось прежним. Можно сделать вывод, что абитуриенты, получившие высокий балл по ЕГЭ (а это предполагает решение полностью или частично задачи части «С» в ЕГЭ), т.е. умеющие решать задачи на уровне школы, успешно осваивают программу университетского курса общей физики; те же, кто входит в категорию двоечников и троечников, по всей видимости, подготовлены лишь к воспроизведению материала, но не к успешному применению его при решении практических задач.

Столь существенное увеличение по сравнению с ЕГЭ количества студентов, получивших неудовлетворительные отметки за входное оценивание и на экзамене, заставило нас несколько иначе, чем представлено выше, отслеживать

динамику отметок студентов от ЕГЭ до экзамена. Результаты такого подхода представлены в таблицах 1 и 2.

На основе анализа результатов мы пришли к выводу о достаточно хорошем качественном согласии между результатами ЕГЭ абитуриентов, имеющих низшие и высшие баллы, и динамикой усвоения ими элементов содержания первого семестра курсов общей физики и математического анализа. В то же время степень усвоения содержания курсов студентами, имевшими средние баллы по ЕГЭ, в значительной степени непредсказуема.

Итак, анализ позволил нам увидеть динамику усвоения студентами элементов содержания курсов общей физики и математического анализа за первого семестра, исследовать влияние предыдущего материала на успешность степени усвоения последующих тем. Была выявлена проблема, заключающаяся в том, что большин-

Таблица 1

Сравнительная таблица результатов ЕГЭ и экзамена (общая физика)

отметка за ЕГЭ		Процент студентов, получивших экзаменационную отметку			
		«2»	«3»	«4»	«5»
«2»		7	0	0	0
«3»		33	40	6	0
«4»		1	6	4	0
«5»		0	0	1	2
диапазон баллов ЕГЭ	min	42	52	68	82
	max	71	81	88	100
средний балл ЕГЭ		55.8	61.5	68.9	91.0

Таблица 2

Сравнительная таблица результатов ЕГЭ и экзамена (математика)

отметка за ЕГЭ		Процент студентов, получивших экзаменационную отметку			
		«2»	«3»	«4»	«5»
«2»		6	4	1	0
«3»		19	26	9	2
«4»		0	3	5	0
«5»		0	0	0	2
диапазон баллов ЕГЭ	min	38	41	45	58
	max	69	73	79	95
средний балл ЕГЭ		54.1	60.6	65.3	73.5

ство первокурсников привыкло усваивать материал на уровне воспроизведения полученных знаний и обладает недостаточными умениями применения их к анализу конкретных задач. Как показали наблюдения за действиями студентов на практических занятиях, они, решая задачу, пытаются найти подходящую формулу – без анализа ситуации, явлений и процессов. Конечно, при таком выработанном в школе «подходе» освоить университетские программы сложно. Преподавателям, ведущим занятия на младших курсах, приходится за отведенное время проводить коррекционную работу по овладению базовыми понятиями и умениями школьного курса физики и одновременно изучать материал общей физики.

Проведенный анализ результатов оценивания на входе в учебный процесс и на следующих этапах обучения позволяет дифференцированно корректировать учебный процесс, учитывая степень подготовленности различных групп студентов.

#### Примечания

##### 1. Стандартное отклонение

$$s = \left[ \sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2 / (n-1) \right]^{1/2},$$

где:  $\langle x \rangle$  – среднее значение соответствующей переменной;  $x_i$  – значение  $i$ -переменной;  $\sum_{i=1}^n$  – суммирование от  $i = 1$  до  $n$  (полное число элементов суммирования). Стандартное отклонение  $S$  традиционно связывают с корнем квадратным от эмпирической дисперсии  $\sigma$ .

**RESULTS OF UNIFIED STATE EXAMINATION AND FIRST-YEAR UNIVERSITY STUDENTS' PERFORMANCE IN PHYSICAL AND MATHEMATICAL SUBJECTS***E.V. Zaitseva, O.V. Lebedeva, V.M. Sokolov, S.S. Kruglova*

The article considers the school-leavers' progress with respect to the levels of learning in the courses of general physics and mathematical analysis (according to the results of the unified state examination), as well as first year students' examination results at the physics department of the Nizhni Novgorod State University. The analysis demonstrates the dynamics of learning content elements in general physics and mathematical analysis and helps to investigate the effect of the previously covered material and the results of the unified state examination (USE) on the success in mastering the subsequent material. The results obtained allow the correlation to be established between the USE results and the digestion of the course content in general physics and mathematics.

*Keywords:* unified state examination, digestion of learning content, correlation with USE.