

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ЕСТЕСТВЕННО - НАУЧНАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

В.М. Смурыгин
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры физики БГАРФ
ipp_bga_rf@mail.ru

Применение комбинированных тестов для рубежного контроля знаний

Приводится сравнительный анализ результатов рубежного контроля знаний, проводимого методом комбинированного тестирования

Ключевые слова: физика; экзамен; тест; усвоение; анализ; знание; контроль; оценка; вероятность; комбинированное тестирование

В настоящее время осуществляется реформирование системы образования, при этом основными направлениями являются совершенствование методики преподавания, внедрение в учебный процесс новых образовательных технологий. Повышение требований к оптимизации учебного процесса, объективности в отборе абитуриентов и контроля процесса обучения привело в последние годы к широкому применению тестов в средних и высших учебных заведениях.

Известно, что задания первой части единого государственного экзамена по физике представляют собой тесты закрытого типа, т.е. такой вид тестирования является составной частью ЕГЭ по физике. С другой стороны, тестирование как форма текущего, рубежного и итогового контроля знаний студентов, их самостоятельной работы успешно применяется в вузах. Так, проводимый в последние годы федеральный интернет-экзамен ориентирован на проведение внешней независимой оценки результатов обучения студентов. Он позволяет оценить учебные достижения студентов на различных этапах обучения в соответствии с новыми требованиями, а также провести оценку базового уровня подготовки студентов в соответствии с требованиями образовательных стандартов 2-го поколения. В рамках интернет – тестирования студентам предлагаются комбинированные тесты.

Автор имеет многолетний опыт применения тестов для контроля самостоятельной работы и усвоения студентами пройденного материала. С этой целью им разработаны и опубликованы сборники тестовых заданий по всем разделам общей физики. Сборники тестовых заданий составлены в

соответствии с программой общего курса физики для высших технических учебных заведений.

В сборниках использован метод выборочного ответа – на каждый вопрос или задачу дано четыре ответа, из которых один является верным. Остальные три ответа имеют определенный физический смысл, но не служат ключом для предлагаемого вопроса, т.е. в сборниках приведены тесты закрытого типа

Материалы сборников используются при составлении пакетов заданий как для проверки остаточных знаний, так и для текущего контроля. В настоящее время по каждому разделу физики на кафедре имеются пакеты заданий, состоящие из 30 вариантов по 12 вопросов в каждом. Кроме этого, составлены экзаменационные билеты, которые содержат по 30 заданий закрытого типа. Такое количество вопросов позволяет охватить весь материал, выносимый на экзаменационную сессию.

Как показывает опыт, метод тестирования как форма контроля самостоятельной работы и усвоения знаний студентами более объективен по сравнению с традиционными методами и имеет ряд преимуществ по сравнению с рубежным контролем, проводимым по экзаменационным билетам, где обычно студентам предлагается следующий состав экзаменационного билета: два теоретических вопроса и одна задача.

Тестирование эффективно, оно позволяет охватить весь материал, вынесенный на контроль самостоятельной работы. Этот метод стимулирует систематическую и планомерную деятельность преподавателя и студентов, экзаменационная оценка, проставляемая после проверки результатов экзамена, проведенного методом тестирования, более дифференцирована, поскольку одновременно оценивается весь материал, и кроме того, на проведение экзамена при помощи тестов преподавателю требуется меньше времени.

Анкетирование студентов, проведенное автором после одного из семестровых экзаменов, показало, при указанном методе уменьшается влияние таких факторов как взаимоотношения преподавателя и студента, лояльность или строгость экзаменатора, субъективизм и т.д.

При тестировании по тестам закрытого типа существует вероятность угадывания верного ответа. Чтобы выяснить влияние этого фактора, в анкету был введен следующий вопрос: надеялись ли Вы на возможность угадать на экзамене верный ответ? Ответ: да – 86 %. Действительно, все студенты использовали эту возможность, поскольку на все вопросы были даны ответы, но более чем в 40 % случаев эти ответы были неверны. Вероятность угадывания присутствует, и она сравнительно высока – 25 %, т.к. на один вопрос предлагается четыре варианта ответа. Наличие столь высокой вероятности угадывания является одним из недостатков тестов закрытого типа. Как показывает опыт, накопленный по результатам проведения

рубежного контроля по тестам закрытого типа, студенты часто отвечают на предложенные вопросы, не вникая в их содержание.

Для подтверждения сказанного автор предложил студентам следующую форму экзамена. Сначала студенты отвечали на вопросы тестовых заданий открытого типа, т.е. без вариантов ответа, а затем на тесты закрытого типа, где им предлагались те же самые вопросы, но с четырьмя вариантами ответов. В данном случае можно оценить степень угадывания студентами верных ответов.

Анализ результатов экзамена показал следующее. На тесты открытого типа студенты отвечали только на вопросы, на которые они знали верные ответы, поэтому ряд вопросов остался без ответов. На тесты закрытого типа ответы были даны на все вопросы, т.е. элементы угадывания налицо.

Как показали предыдущие исследования, для более качественной проверки знаний студентов следует применять экзаменационные билеты, содержащие комбинированные тесты, т.е. использовать тесты обоих типов. Именно такие билеты и использовались для проведения экзамена в текущую экзаменационную сессию. Количество студентов в группе составило 20 человек, т.е. было роздано 20 билетов. Ниже приводится содержание одного из 20 билетов, предложенных студентам.

БИЛЕТ № _

Ф.И.О. студента _____ группа _____

ВОПРОС	ОТВЕТ
1. Дайте математическую запись закона Кулона в векторном и скалярном виде для неподвижных точечных зарядов q_1 и q_2 , находящихся в диэлектрической среде на расстоянии r друг от друга. Диэлектрическая проницаемость среды равна ϵ .	Ответ:
2. Расстояние между пластинами плоского заряженного конденсатора, который после зарядки отключен от источника тока, увеличили в два раза. Как изменится при этом разность потенциалов $\Delta\phi$ между пластинами конденсатора?	1. не изменится; 2. уменьшится в 2 раза; 3. увеличится в 2 раза; 4. уменьшится в 4 раза.
3. Неизолированный провод длиной L сложили вдвое, после чего куски плотно прижали друг к другу. Во сколько раз изменится сопротивление провода по сравнению с первоначальным сопротивлением?	1. увеличится в 2 раза; 2. уменьшится в 2 раза; 3. увеличится в 4 раза; 4. уменьшится в 4 раза.
4. Какое явление называется электролизом ? Запишите первый закон Фарадея для электролиза.	Ответ:

<p>5. Пользуясь теоремой о циркуляции вектора магнитной индукции \vec{A} по заданному замкнутому контуру L, получите выражение для магнитной индукции поля бесконечно длинного соленоида.</p>	<p>Ответ:</p>
<p>6. Укажите формулу для индукции магнитного поля B прямого тока I бесконечной длины в произвольной точке, удаленной от проводника на расстояние r.</p>	<p>1. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$; 2. $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$; 3. $B = \frac{\mu_0 I R^2}{2r^3}$; 4. $B = \frac{\mu_0 I \pi R^2}{2r^3}$.</p>
<p>7. Запишите выражение для плотности тока смещения. Дайте математическую запись второго уравнения Максвелла в интегральном виде</p>	<p>Ответ:</p>
<p>8. Укажите формулу для периода затухающих электромагнитных колебаний.</p>	<p>1. $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}$; 2. $T = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$; 3. $T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$; 4. $T = 2\pi \sqrt{LC}$.</p>

Как видно, экзаменационный билет содержит 8 вопросов, из них 4 - содержат задания открытого типа, т.е. без ответов, а другие 4 вопроса содержат задания закрытого типа, здесь на каждый вопрос предложено 4 ответа, из которых только один верен.

Поскольку экзаменующихся было 20 человек и каждому был выдан билет с 8 вопросами, то общее число вопросов составило 160, из которых 80 – открытого типа и 80 – закрытого.

Анализ результатов экзамена показал следующее. Из 80 заданий открытого типа верных ответов было 30, не даны ответы на 50 заданий. Отношение верных ответов к неверным составляет 60%. Из 80 заданий закрытого типа верных ответов – 37, неверных – 43. Отношение верных ответов к неверным составляет 86%. Из сравнения результатов ответов по тестам различных типов видно, что разница существенна, хотя сложность заданий одинакова. Например: тест открытого типа – запишите первое уравнение Максвелла в интегральной форме – здесь ответа нет. Тест закрытого типа – укажите первое уравнение Максвелла (предложено 4 варианта ответа) – дан верный ответ.

Ранее указывалось, что вероятность угадывания верных ответов по тестам закрытого типа составляет 25 %. По результатам проведенного экзамена видно, что разница верных ответов по тестам открытого и закрытого типа составила 26%, что подтверждает наличие элемента угадывания при работе с тестами закрытого типа. Следует подчеркнуть, что это общий итог, полученный при проверке 80 заданий. Для каждого же индивидуума вероятность отгадывания совершенно различна.

Для подтверждения сказанного можно привести пример предыдущих экзаменов, где студентам предлагались билеты, содержащие по 30 заданий закрытого типа. Чтобы набрать упомянутые выше 25% , студент должен был ответить правильно или угадать верный ответ на 7 - 8 вопросов. Однако некоторые нерадивые студенты по результатам тестирования имели всего по 3 - 5 верных ответов.

По итогам проведенной работы сделан вывод: применение комбинированных тестов для рубежного контроля знаний является наиболее приемлемым методом.

А.В. Пец

**кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры высшей математики БГАРФ
pets119@rambler.ru**

Развитие интеллектуального потенциала студентов средствами вычислительного эксперимента

Обобщен опыт применения методологии вычислительного эксперимента при изучении дисциплин естественно научного цикла в техническом университете.

Ключевые слова: учебный вычислительный эксперимент; инженерная педагогика; интеграция компьютерных программ

При традиционном подходе, значительную часть содержания курсов «Вычислительная математика», «Математическое моделирование» составляют не столько формулировки теорем и формул, сколько их подробные теоретические обоснования. Однако такой способ структурирования учебного материала по численным методам не всегда функционален для приобретения опыта принятия технических решений. Например, аналитические оценки погрешностей интерполяционных методов содержат экстремумы высших производных, которые при физико-технических измерениях фактически неизвестны. Кроме того, в современной

инженерной практике часто возникают задачи лежащие на границах известного научного знания.

Вместе с тем, за последние десять лет, цифровые электронные технологии существенно расширили возможности преподавания вычислительной математики в техническом университете. Появились новые информационные средства: языки графического программирования, в которых широко используют общепринятые в математике и инженерной деятельности обозначения, функции; технология виртуальных приборов; компьютерная алгебра; перестраиваемые интерфейсы с элементами искусственного интеллекта; мониторинг и управление в реальном масштабе времени как виртуальными, так и реальными процессами; распределенные вычисления и др. [1, 2].

Указанные системы объединяет то, что они содержат инструменты позволяющие пользователю самому конструировать цифровую среду и технологическую цепочку решения исследуемой физико-технической задачи. Поэтому в инженерной практике всё большее значение приобретают интеллектуальные аспекты деятельности в цифровых средах.

Кроме того, комплексное моделирование на компьютере технических объектов позволяет студентам проводить количественные эксперименты с реальными данными и самим оценивать последствия принятых ими решений. Подчеркнем, что речь идет об педагогической технологии, обеспечивающей возможность студенту научиться самому решать проблемы, мыслить нестандартно и использовать компьютер как инструмент получения новых знаний.

Один из инновационных подходов к преподаванию вычислительной математики представлен нами в учебном пособии [3], изданном в серии - дидактика математики, концепция которой предложена проф. Бокаревой Г.А.

Компьютерный практикум в [3] содержит 17 лабораторных работ, задания которых отражают основные понятия и методы современной вычислительной математики. Каждая компьютерная лабораторная работа содержит 24 варианта, однородных по сложности заданий. Рассмотрены актуальные, но недостаточно освещенные в учебной литературе, темы численных методов: влияние возмущений на решения систем алгебраических линейных уравнений; решение рекуррентных уравнений; априорные оценки погрешности разностных схем.

Учебному пособию присвоен гриф Сибирского регионального отделения Учебно-методического объединения ВУЗов России по образованию в области информационной безопасности. В работе разработана методология трансфера вычислительного эксперимента и компьютерной алгебры в систему интеллектуального обучения студентов технического университета математическим дисциплинам.

Термин «вычислительный эксперимент» был введен академиком А.А. Самарским для обозначения нового метода научного познания [4].

Этапы вычислительного эксперимента наиболее полно отражают триаду научного поиска: «эксперимент» - «теория» - «практика».

Проведенный анализ занятий со студентами 3, 4 курсов различных факультетов БГАРФ показал, что для учебного вычислительного эксперимента характерно совместное действие совокупности факторов: 1) цикличность процесса; 2) возможность проведения численных расчетов на компьютере в масштабе реального времени; 3) студентоцентричность; 4) интеграция компьютерных программ различных производителей; 5) многоуровневая матрица начальных и достижимых компетенций. Рассмотрим некоторые из этих факторов подробнее.

Этапы вычислительного эксперимента, адаптированные нами к условиям обучения математике в техническом вузе, представлены на рис.1.



Рис. 1. Функциональные блоки процесса проведения учебного вычислительного эксперимента по математике.

В современной педагогике, для проектирования цифровых образовательных ресурсов, используют циклический процесс, получивший название – педагогический дизайн [5, 6]. Различным аспектам педагогического дизайна посвящены многочисленные исследования отечественных (М.Ю. Бухаркина, Е.С. Полат, А.Ю. Уваров и др.) и зарубежных (Rita Richey, Van Patten, John Keller, Robert A. Reiser и др.) ученых. Существует множество схем педагогического дизайна. В типичной модели, называемой ADDIE (см. рис. 2 а), выделяют пять блоков: 1) Analysis - анализ педагогической ситуации, определение учебных задач; 2) Design – проектирование педагогической деятельности; 3) Development - разработка адекватной педагогической технологии; 4) Implementation - реализация, внедрение проекта; 5) Evaluation - оценка работы обучаемых и эффективности процесса.

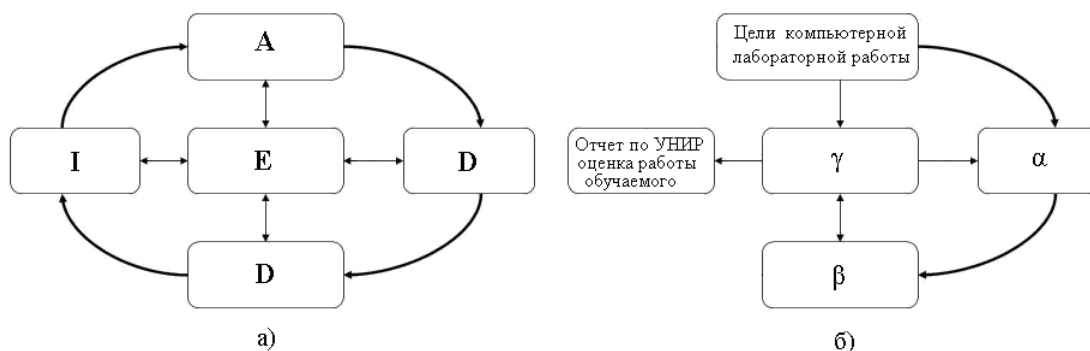


Рис. 2. Сравнение циклов в моделях: а) педагогического дизайна ADDIE; б) учебного вычислительного эксперимента.

На рис. 2 дано сопоставление модели ADDIE со схемой процесса учебного вычислительного эксперимента. Повторением циклов ADDIE добиваются оптимального качества учебного продукта. Подобная цикличность имеет место в модели учебного вычислительного эксперимента (рис.2.б): интеллектуальная деятельность студентов порождает цикл $\alpha \rightarrow \beta \leftrightarrow \gamma \rightarrow \alpha$. В этом смысле предложенная модель учебного вычислительного эксперимента – студентоцентрическая. Однако как динамическая система она не автономна, так как деятельность обучающегося может контролироваться и корректироваться преподавателем.

Следующая исследуемая проблема информатизации учебного процесса состоит в унификации компьютерных программ разных производителей. Как известно, возможности встроенных математических функций программы Excel не уступают средствам MathCAD, а по некоторым – более разнообразны или предпочтительны. Однако интерфейсы управления вычислительным процессом у них отличаются в пользу MathCAD. В работе [3] предложено интегрировать такие программы в единую цифровую среду. Такой подход позволяет существенно расширить дидактические возможности компьютерного практикума.

Например, ряд заданий по вычислительной математике и линейной алгебре нами выносятся на домашнюю работу в среде Microsoft Excel, а на лабораторных занятиях полученные данные переносятся в MathCAD. На рис.3 представлен пример организации обмена информацией в интегрированной вычислительной среде, созданной с помощью метода: *Insert* → *Component...* → *Microsoft Excel*.

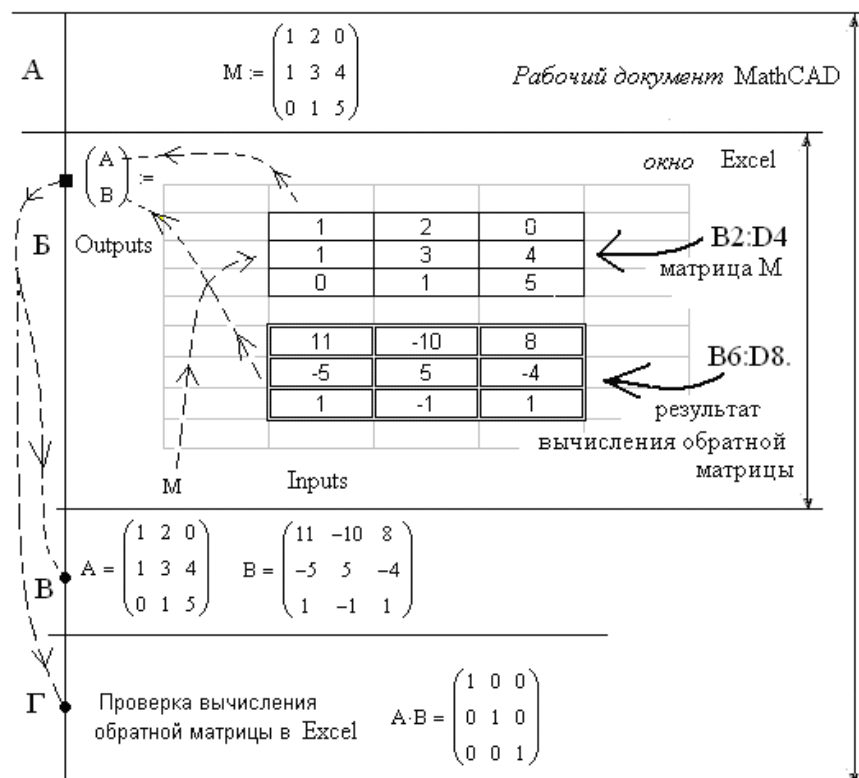


Рис. 3. Схема организации динамического обмена данными между программами MathCAD и Excel при изучении матричной алгебры. Пунктирные линии со стрелками обозначают информационные потоки.

Другой пример результата интеграции программ представлен на рис. 4. В MathCAD организуются опыты по вычислению определенного интеграла методом Монте – Карло, а полученные данные затем переносят для аналитической обработки в электронные таблицы Excel, с целью нахождения эмпирической формулы оценки погрешности метода.

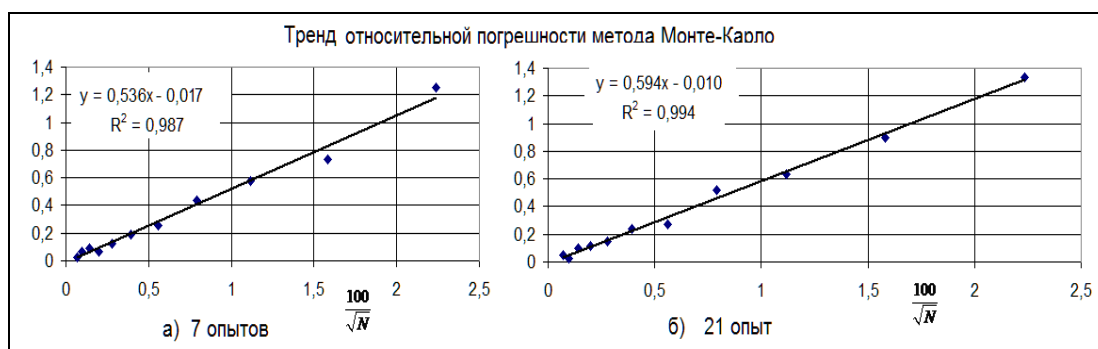


Рис. 4. Моделирование зависимости погрешности вычисления определенного интеграла методом Монте – Карло от числа N испытаний. Точки на графиках получены передачей данных из MathCAD в Excel.

На основе монографического анализа лабораторных и практических занятий составлена компетентностная матрица технологии «учебный вычислительный эксперимент» для дисциплин математического и естественнонаучного цикла базовой части специальности 090303 (Информационная безопасность автоматизированных систем). Коды

компетенций даны по Федеральному Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) указанного направления подготовки.

Матрица компетенций
технологии учебного вычислительного эксперимента в математике.

Табл.1

Этапы вычислительного эксперимента	Коды формируемых компетенций	
1. Изучаемый (математический) объект	ПК-1, ПК-2, ПСК-7.1	
2. Цифровая модель устройства, процесса, явления.		
3. Проектирование алгоритма. Выбор технологии вычислений.	ОК -10, ПК -2, ПК-3, ПК-8, ПК- 9, ПСК- 7.2.	К-9, П К-5, ПК-10, ПК-23
4. Проектирование испытаний. Реализация программы испытаний.		
5. Обработка вычислений		
6. Анализ результатов. Коррекция модели, проектов, технологий.	К-6, ПК-23	
7. Отчет по выполненной учебной научно-исследовательской работе (УНИР)	ОК-7, ПК-16.	

Отметим, что технология учебного вычислительного эксперимента обогащает спектр достижимых в учебном процессе педагогических целей. В частности, указанные в табл.1 компетенции: ОК-6 (... кооперация с коллегами, ... принимать организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность,...); ПК-3 (способность использовать языки, системы и инструментальные средства программирования в профессиональной деятельности) и ПК-16 (способность разрабатывать научно-техническую документацию,...) расширяют базовую часть ФГОС ВПО математического и естественнонаучного цикла специальности 090303.

Литература

1. Дьяконов В.П. Энциклопедия Mathcad 2001i и Mathcad 11 - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 832с.
2. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. – М.: ДМК, 2007. – 400с.
3. Пец А.В. Вычислительная математика (технология вычислительного эксперимента): учебное пособие / А. В. Пец. – Калининград: Издательство БГАРФ, 2012. – 106с.
4. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2001. - 320с.
5. Уваров А.Ю. Педагогический дизайн // Информатика. 2003. № 30. с. 1-32.
6. Моисеева М.В., Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Нежурина М.И. Интернет обучение: технологии педагогического дизайна / Под ред. М.В. Моисеевой. — М.: Издательский дом "Камерон", 2004. — 216 с.