

нано-масштабах. Для моделирования на мезо, микро-, и макромасштабах применяются другие, более крупномасштабные методы. Для изучения сплошных сред с распределёнными полями часто используется метод конечных элементов. Разрабатываемой новой уникальной программе, позволяющей методом конечных элементов решать связанные задачи со многими взаимодействующими распределёнными полями и разнообразной физикой, посвящена недавняя статья [9].

### Заключение

В заключение, имеющиеся распределённые вычислительные ресурсы ППИ технически позволяют осуществлять многомасштабное моделирование материалов. Такие расчёты помогают проектировать новые материалы (в том числе нано-материалы) с заданными свойствами и создавать инновационные нано-технологии. В дополнение к доступным программам нами разработаны алгоритмы и созданы программные продукты с элементами искусственного интеллекта для распределённых и взаимосвязанных расчётов нано- и макромасштаба.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Zarkevich N.A. Structural Database for reducing cost in materials design and complexity of multi-scale computations. – Complexity. – Wiley, 2006. – Vol. 11 (4). – P. 36–42.
2. Sanchez J.M., Ducastelle F., Gratias D. Generalized cluster description of multicomponent systems. – Physica, 1984. – Vol. 128A. – P. 334.
3. Zarkevich N.A., Johnson D.D. Reliable Alloy Thermodynamics from Truncated Cluster Expansions. – Phys. Rev. Lett. – 2004. – Vol. 92. – P. 255–702.
4. Ficsher C.C., Tibbetts K.J., Morgan D., Ceder G. Predicting crystal structure by merging data mining with quantum mechanics. – Nature Materials, 2006. – Vol 5. – P. 641–646.
5. Zarkevich N.A., Tan T.L., Wang L.L., Johnson D.D. Low- energy antiphase boundaries, degenerate superstructures, and phase stability in frustrated fcc Ising model and Ag-Au alloys. – Phys. Rev. B., 2008. – Vol. 77. – P. 144–208.
6. Multiscale Modeling: From Atoms to Devices // P. Derosa, T. Cagin, Editors. – CRC press, 2010. – 271 p.
7. Multiscale Simulation Methods in Molecular Sciences // J. Grotendorst, N. Attig, S. Blugel, D. Marx, Editors. – NIC Series, 2009. – Vol. 42. – 576 p.
8. Заркевич Н.А. Количественная оценка погрешности предсказаний. – Труды ППИ. – Псков, 2011.
9. Исаков А.Н., Андреев М.Л., Козырева О.И., Плохов И.В., Заркевич Н.А. Метод конечных элементов. Мультифизика. – Труды XII областной научно-практической конференции молодых учёных «Энергия и талант молодёжи – залог развития инновационных и наукоёмких производств». – Т. 1. – Псков, 2011.

*Т.Н. МИХАЙЛУСОВА, А.Е. ЛУКИН*

## ЭКЗАМЕНАЦИОННОЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЕ СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИКЕ

Проведён анализ тематической структуры интернет-тестов по физике и методики оценки результатов. Рассматриваются некоторые аспекты целенаправленной подготовки студентов к экзаменационному тестированию.

Согласно решению Учёного Совета ППИ «О плане подготовки аккредитации института 2011 года» сотрудниками кафедры физики была проведена работа по подготовке студентов вторых курсов к интернет-тестированию по дисциплине «Физика». Аккредитация – процедура, периодически повторяющаяся и, на наш взгляд, некоторый анализ и обобщение итогов тестирования может быть полезным для использования в будущем.

Большинство учебных программ, в том числе и по физике, предусматривает изложение материала от простого к сложному. Замечено, что этот же принцип заложен в качестве основного при формировании тестов интернет-экзамена. Все тесты разбиты на шесть (или в некоторых случаях на семь) разделов, получивших название «Дидактическая единица» (ДЕ). Каждый такой раздел охватывает фундаментальные положения физики, с которыми студент обязан быть знаком. Ниже, в качестве примера, приводится таблица, содержащая семь ДЕ для специальности **190601.65 – «Автомобили и автомобильное хозяйство»**.

Тематическая структура

№ ДЕ	Наименование дидактической единицы ГОС	№ задания	Тема задания
1	Механика	1	Кинематика поступательного и вращательного движения точки
		2	Динамика поступательного движения
		3	Динамика вращательного движения
		4	Работа и энергия
		5	Законы сохранения в механике
		6	Элементы специальной теории относительности
2	Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика	7	Распределения Максвелла и Больцмана
		8	Средняя энергия молекул
		9	Второе начало термодинамики. Энтропия. Циклы
		10	I начало термодинамики. Работа при изо-процессах
3	Электричество и магнетизм	11	Электростатическое поле в вакууме
		12	Законы постоянного тока
		13	Магнитостатика
		14	Явление электромагнитной индукции
		15	Электрические и магнитные свойства вещества
		16	Уравнения Максвелла
4	Механические и электромагнитные колебания и волны	17	Свободные и вынужденные колебания
		18	Сложение гармонических колебаний
		19	Волны. Уравнение волны
		20	Энергия волны. Перенос энергии волной
5	Волновая и квантовая оптика	21	Интерференция и дифракция света
		22	Поляризация и дисперсия света
		23	Тепловое излучение. Фотоэффект
		24	Эффект Комптона. Световое давление
6	Квантовая физика, физика атома	25	Спектр атома водорода. Правило отбора
		26	Дуализм свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга
		27	Уравнения Шредингера (общие свойства)
		28	Уравнение Шредингера (конкретные ситуации)
7	Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц	29	Ядро. Элементарные частицы
		30	Ядерные реакции
		31	Законы сохранения в ядерных реакциях
		32	Фундаментальные взаимодействия

В соответствии с вышеприведённой тематической таблицей проводилась проверка остаточных знаний студентов ППИ. Структура тестового материала важна ещё и потому, что она непосредственно взаимосвязана с методикой оценки результатов. В чём же заключается её специфика?

Рассмотрим тестовое задание, состоящее из шести ДЕ. Общее количество вопросов в тестах, как тренировочных, так и контрольных, колеблется в пределах от 28 до 30.

Таким образом, на одну ДЕ приходится в среднем по 5 вопросов. Окончательный итог – это не средний процент правильно выполненных заданий по всей группе тестируемых студентов, а совокупность показателей каждого испытуемого по отдельной дидактической единице. Положительный результат возможен при определенном проценте правильных ответов внутри каждой ДЕ. Важно понимать, что при одинаковом общем числе верных ответов, одного испытуемого можно считать справившемся с заданием, а другого – нет, так как второй мог не набрать необходимого количества правильных ответов по какой-то отдельной дидактической единице. В итоге приводится процент студентов, освоивших все ДЕ. Показательной в этом плане, на наш взгляд, может являться таблица, которая демонстрирует, как при неплохом среднем результате (61%) вся группа с заданием не справилась (общий балл: 30%).

**Фрагмент рейтинг-листа по результатам проведенного тестирования**

Специальность: **270115.65** – Экспертиза и управление недвижимостью

Дисциплина: физика

Количество заданий: 28

Количество ДЕ: 6

Время, отведенное для выполнения заданий: 90 мин.

Группа: 042-0607

Дата проведения тестирования: 18.01.2010

Номер студента	Продолжительность тестирования, мин.	Количество правильно выполненных заданий	Процент правильно выполненных заданий	Количество освоенных ДЕ
1	11	25	89%	6 из 6
2	18	24	85%	6 из 6
3	17	21	75%	5 из 6
4	16	21	75%	6 из 6
5	31	18	64%	5 из 6
6	46	16	57%	5 из 6
7	40	15	53%	5 из 6
8	51	13	46%	4 из 6
9	46	13	46%	3 из 6
10	11	8	28%	2 из 6
			<b>Среднее 61%</b>	<b>Процент студентов, освоивших все ДЕ: 30% (3 из 10)</b>

По содержанию тесты в равной степени имели вопросы из области теоретического материала, требовали знание формул и основ решения задач.

В 2010–2011 учебном году к интернет-тестированию были привлечены студенты второго курса инженерно-строительного и механико-машиностроительного факультетов (несколько групп по 13–15 человек). Первый тренировочный тест, проведенный в конце декабря, показал, что только треть студентов в каждой группе справляется с заданием успешно. Таким образом, возникла необходимость в сравнительно короткий срок улучшить ситуацию. Конечно, в первую очередь, обращалось внимание студентов на материал, изложенный в учебной литературе, лекционных конспектах, полученный ими на практических занятиях, где прорабатываются основные приёмы решения задач. Подразумевалось, что самостоятельная подготовка студентов будет определяющей. Однако для полноценной подготовки к интернет-тестированию этого оказалось недостаточно. Почему? Дело в том, что программы общего курса физики, а также количество учебных часов, отведенных на эту дисциплину, в различных вузах сильно отличаются друг от друга, по-

этому возникла противоречивая ситуация. Тесты унифицированы (см. таблицу: «Тематическая структура»), а степень детального разбора необходимых разделов физики ограничена учебной программой той или иной специальности данного конкретного вуза. Так, например, для всех специальностей ИСФ и ММФ в ППИ учебной программой не предусмотрены глубокое изучение некоторых разделов квантовой механики, атомной и ядерной физики, хотя вопросы теста предполагают именно углубленное знание этих разделов физики. Т. е. мы столкнулись с ситуацией, когда студент не просто не знает, как отвечать на вопросы по таким разделам, он не понимает самого вопроса. Единственный выход из сложившейся ситуации – проведение дополнительных консультаций. Ещё одним доводом в пользу дополнительного консультирования послужило следующее: отбор студентов для участия в контрольном тестировании производится случайным образом. Наряду со студентами, имеющими хорошую теоретическую базу, в списки попадают студенты откровенно «слабые», не способные успешно справиться со всеми тестовыми заданиями. С помощью сотрудников деканатов ИСФ и ММФ были организованы несколько консультаций, целью которых являлось: 1) повторно разобрать наиболее сложные теоретические вопросы; 2) повторить основные приемы решения задач; 3) в сжатой форме ознакомить студентов с новым материалом; 4) помочь организовать самостоятельную подготовку; 5) настроить и разъяснить всю серьезность предстоящих испытаний. За необходимость последнего говорит тот факт, что время, в течение которого студенты контрольной группы ранее затрачивали на прохождение теста, менялось в достаточно широком диапазоне – от 11 до 75 минут (из 90 минут отведенных). При этом в большинстве случаев результат был таков: чем быстрее пройден онлайн-тест, тем меньше получено правильных ответов, соответственно хуже итоговый результат всей тестируемой группы.

Понятно, что, к сожалению, всегда есть студенты, которые легкомысленно подходят к такого рода экзамену. Изменить это отношение помог так называемый «метод обратной связи». Чтобы «расшевелить» таких студентов, заставить их активно вспоминать усвоенный материал, мы чаще адресовали вопросы аудитории. Ответы просили аргументировать, исключая, тем самым возможность случайного выбора правильного варианта. Это также помогло нам определить, что осталось непонятым. Консультация – это хороший способ обучения, особенно в тех случаях, когда требуется всего лишь ликвидировать пробелы в знаниях. Ускорить учебно-консультационный процесс, повысить его качество помогали технические средства обучения. Например, достаточно было показать плакаты, рассказывающие о волновых свойствах света, как основная масса студентов практически самостоятельно разбиралась в тестовых вопросах, посвященных дифракции, интерференции и поляризации.

При решении тестовых задач использовался следующий алгоритм:

- внимательно прочитать условие;
- вскрыть физический смысл задачи;
- установить, какие законы могут быть использованы;
- сделать чертеж, если это необходимо;
- составить уравнение, содержащее искомую физическую величину;
- решить уравнение в общем виде;
- получить численное значение искомой величины с указанием её единицы.

О том, насколько удачен выбор такого способа подготовки к тестированию, можно судить по сводной таблице, где собраны данные тренировочного интернет-тестирования до и после нескольких консультаций.

### **Результаты тестирования**

Специальность: **270102.65** – Промышленное и гражданское строительство

Дисциплина: физика

Количество заданий: 28

Количество ДЕ: 6

Время, отведенное для выполнения заданий: 90 мин.

		24.12.2010	18.01.2011	25.01.2011	11.02.2011
№	Дидактическая единица	Процент студентов, освоивших ДЕ, %			
1	Механика	60	70	76	96
2	Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика	72	80	100	96
3	Электричество и магнетизм	68	50	100	96
4	Механические и электромагнитные колебания и волны	70	90	84	100
5	Волновая и квантовая оптика	56	80	76	100
6	Квантовая физика, физика атома	70	100	92	100
<b>Процент студентов, освоивших все ДЕ дисциплины</b>		<b>30</b>	<b>46</b>	<b>61</b>	<b>88</b>

В заключение отметим, что для целенаправленной подготовки студентов к интернет-экзамену необходимо вводить в лекционный и практический материал некоторые варианты тестовых заданий. Это, безусловно, повысит качество знаний студентов и уровень их подготовки к моменту испытания. На сегодняшний день тренировочных онлайн-тестов разной направленности на кафедре физики имеется достаточное количество.

*А.А. САЛАНГИН*

### **ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ**

Дан обзор этапов развития методологии системного проектирования технических систем. Описаны принципы и методы формализации построения моделей проектируемых комплексов и даны обоснования некоторых из них.

За последние десятилетия сложность технических объектов значительно выросла и поэтому вместе с усложнением проектов постоянно совершенствовались методы и средства проектирования. Основанием для их развития послужило становление общей теории систем и системотехники, с одной стороны, накопление и систематизация опыта создания комплексов определенного назначения – с другой. Разработка таких комплексов разделяется на два направления:

- системное проектирование (СП), связанное с выбором принципов построения и функционирования комплекса в целом, требуемых характеристик его элементов;
- техническое проектирование, связанное с реализацией элементов комплекса, которые должны обладать заданными характеристиками.

Все задачи системного проектирования делятся на внешние и внутренние: внутренние – это задачи выбора структуры и параметров изделия, внешние – задачи выбора этапов и направлений СП с оптимальным распределением ресурсов на разработку (т. е. проектирования самой технологии проектирования). Сегодня упор делается на решение проблем внутреннего проектирования. Предметом СП является весь жизненный цикл объекта, включая его создание, использование, развитие и ликвидацию.

Выбор оптимального варианта построения технического комплекса и способа его применения, соответствующих заданным требованиям, осложняется появлением специфических проблем, связанных с высокой степенью неопределенности целей, среды и поведения противника (партнера), поэтапным изменением свойств объекта и условий применения, ограничениями на сроки и стоимость разработки. При этом важным является правильное сочетание аналитических методов, имитационного моделирования и натуральных испытаний. В соответствии со сказанным методология СП включает следующие аспекты: