

Теоретические основы совершенствования компетентностно ориентированного курса физики в техническом вузе

03, март 2011

УДК: 378.53

автор: Ан А. Ф.

Муромский институт Владимирского государственного университета

anaf1@yandex.ru

Одним из дидактических условий повышения качества подготовки инженеров в области техники и технологий является обеспечение целенаправленной профессиональной ориентации общих естественнонаучных и математических дисциплин, их содержания и процесса усвоения на специфику конкретной деятельности будущего выпускника, приобретение учащимся профессиональной компетентности, что проявляется, прежде всего, в способности эффективно выполнять типовую профессиональную деятельность, успешно разрешать проблемные ситуации, заниматься саморазвитием, самосовершенствованием.

Формально такая возможность предусмотрена как действующими образовательными стандартами высшего профессионального образования, согласно которым вузы имеют право «устанавливать необходимую глубину преподавания отдельных разделов общих гуманитарных и социально-экономических, математических и естественнонаучных дисциплин в соответствии с профилем цикла специальных дисциплин» [1], так и ФГОС ВПО третьего поколения [2]. При этом структура содержания вузовских учебных дисциплин, входящих в федеральный компонент основной образовательной программы, как правило, фиксируется в виде перечисления подлежащих освоению дидактических разделов. Так, например, в ФГОС ВПО по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств» в разделе требований к освоению цикла математических и естественнонаучных дисциплин основной образовательной программы бакалавриата в частности зафиксировано: «В результате изучения базовой части цикла обучающийся должен: *знать* фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики; *уметь* применять

математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; *владеет* навыками практического применения законов физики, химии и экологии» [2].

Очевидно, что и в рамках действующих образовательных стандартов, и внедряемых ФГОС ВПО компетентностного формата существует множество вариантов отбора конкретного содержания курса физики, ориентированного на виды профессиональной деятельности будущего выпускника, что, разумеется, не умаляет значимости фундаментальной составляющей дисциплины в формировании у студентов универсальных компетенций.

Рабочая гипотеза проводимого нами исследования состоит в том, что подготовленность будущего инженера к выполнению обобщенных видов профессиональной деятельности, реализуемая совокупностью общепрофессиональных и специальных дисциплин, будет более адекватной требованиям, предъявляемым современным рынком труда, если общенаучные, фундаментальные курсы обеспечивают непрерывную, системную, профессионально ориентированную подготовку абитуриента, студента к их успешному освоению. Исходя из этого, целесообразен анализ требований со стороны выпускающих кафедр технического вуза к физико-математической подготовке учащихся как основание для структурирования и совершенствования ее содержания, направленного на эффективное освоение профессионального цикла дисциплин, приобретение универсальных и профессиональных компетенций, успешное послевузовское образование инженера.

Принципиальная невозможность использования типичной для квазизамкнутых, линейных систем процедуры оптимизации содержания обучения на базе адекватной и однозначной математической модели образовательной системы, обуславливает целесообразность определять его на основе экспертной оценки, опирающейся на структурно-логический и частотный анализ содержания общенаучных, фундаментальных учебных дисциплин. В связи с этим использованная нами технология анализа содержания учебной дисциплины «Физика» в системе подготовки инженера технического профиля состоит из следующей последовательности шагов:

1. Структурно-логический анализ содержания обучения, включенного в примерную программу курса физики для технических направлений подготовки специалистов. С целью фиксации связей между учебными элементами, выделения наиболее значимых из них с точки зрения фундаментальности и

внутридисциплинарной системности, использован усовершенствованный *метод матриц логических связей* [4, 5]. Под логической связью понимается взаимосвязь между элементами содержания одной и той же дисциплины или смысловая связь между элементами содержания разных дисциплин, без реализации которой успешное, адекватное, осознанное восприятие последовательно вводимых понятий, определений, принципов, законов и т.п. практически невозможно.

Матрица логических связей (МЛС) конкретной учебной дисциплины строится следующим образом. Дидактический материал разбивается на элементы содержания, каждому из которых присваивается номер, устанавливаемый в порядке последовательности предъявления, изучения тем данной дисциплины. При этом объем содержания элемента можно варьировать, увеличивая или уменьшая его в зависимости от целесообразности большей или меньшей степени детализации анализа. Нумерация элементов содержания дисциплины определяет нумерацию столбцов и строк матрицы A логических связей. В нашем случае это номера тем примерной программы курса физики для технических направлений подготовки специалистов (к стандартам ВПО третьего поколения) [3]. Естественно, что матрица любой конкретной дисциплины является квадратной, то есть имеет одинаковое количество строк и столбцов. Далее на пересечении строки и столбца МЛС ставится единица ($A_{ij} = 1$, где i – номер строки, j – номер столбца), если тема столбца не может быть адекватно воспринята, понята, усвоена без соответствующей степени понимания, усвоения темы строки, или нуль ($A_{ij} = 0$), если такая связь между темами строки и столбца отсутствует (рис. 1). Например, на элемент содержания курса физики «Электромагнитная индукция», отображенный в двадцать первой строке матрицы, опираются темы «Электромагнитные колебания» и «Уравнения Максвелла, плотность и поток энергии электромагнитного поля», позиционированные соответственно в столбцах с номерами 22 и 23. Если внутридисциплинарные логические связи не нарушены, то все элементы МЛС данной учебной дисциплины, расположенные ниже главной диагонали, нули, то есть $A_{ij} = 0$ при $i > j$. В противном случае адекватность восприятия, усвоения темы (единицы содержания) будет зависеть от темы (единицы содержания), которая изучается (следует) позже по времени. Элементы главной диагонали (A_{ii}) не определены, поскольку отражают логическую зависимость темы самой от себя. После того, как матрица логических связей построена, ее анализ дает следующие результаты.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	...	42	43	44	45	ЭО	Ч	
1	•	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1							1													3,55	0,27
2		•	1	1	1	1		1	1	1	1								1													3,55	0,25
3			•	1		1																										3,55	0,05
4				•	1	1		1			1		1								1	1		1								3,55	0,31
5					•																											3,36	0
6						•				1																						3,45	0,03
7							•																					1			3,36	0,03	
8								•				1										1										4,27	0,11
9									•																							3,36	0,03
10										•																						3,55	0
11											•																					3,36	0
12												•												1								4,09	0,03
13													•	1	1	1	1		1				1					1			4,82	0,24	
14														•	1								1				1				4,91	0,13	
15															•							1										5,0	0,03
16																•	1	1	1	1	1	1	1	1								5,0	0,27
17																	•															5,0	0
18																		•	1	1	1		1									4,91	0,18
19																			•		1											4,91	0,07
20																				•								1				4,91	0,04
21																					•	1	1									4,91	0,08
22																						•		1								4,91	0,08
23									1														•	1	1							4,91	0,13
24																								•	1							4,73	0,09
25									1																•							4,45	0,05
...																										
42																											•					4,91	0
43																												•				4,91	0
44																													•			2,64	0
45																														•		2,64	0

Рис. 1. Фрагмент матрицы логических связей учебных элементов курса физики (ЭО – экспертная оценка, Ч – частотность темы)

Сумма единиц по строке матрицы $(\sum_{j=1}^n A_{ij})$, то есть сумма по всем столбцам j при фиксированном номере строки i) определяет, насколько данная тема необходима для усвоения тем (элементов содержания) учебной дисциплины, отображенных в столбцах МЛС. Учитывая, что в матрице конкретной, логически упорядоченной дисциплины восприятие, понимание, уровень усвоения темы может зависеть только от тем, ранее изученных, количественное отражение значимости темы строки определяется суммой всех единиц по строке $\sum_{j=1}^n A_{ij}$, деленной на количество строк, следующих за данной строкой $(n-i)$. Это отношение мы называем частотностью (частотой) использования (востребованности) темы данной строки. Именно таким образом определенная частотность темы (элемента содержания) отражает ее значимость для усвоения дидактических единиц, разделов дисциплины.

Матрица логических связей, построенная на основе примерной программы курса физики для технических направлений подготовки специалистов [3], демонстрирует частичное нарушение системности дисциплины, временных отношений изучения некоторых элементов содержания (рис. 1). Так, тема столбца 9 «Элементы специальной теории относительности» методологически должна опираться на проблемы электродинамики движущихся сред, распространения принципа относительности на область электродинамики (строки 23, 25). Аналогичное нарушение временных отношений и в теме столбца 27 «Противоречия классической физики. Законы равновесного теплового излучения», понимание которой базируется на усвоенном материале раздела термодинамики и статистической физики, начинающегося со строки 34.

Отмеченные противоречия (как и другие количественные характеристики МЛС) не являются жестким основанием для отказа от предлагаемой структуры содержания дисциплины, но обязывают серьезно и критически отнестись к их существованию.

2. Анализ связей элементов содержания курса физики с блоком общепрофессиональных и специальных дисциплин. Высокая значимость результатов такого анализа обусловлена тем, что именно данный блок приоритетно направлен на овладение выпускником совокупностью обобщенных видов профессиональной деятельности. Можно сказать, что с точки зрения цепочки «профессиональная компетентность – обобщенные виды профессиональной деятельности» блок общепрофессиональных и специальных дисциплин является потребителем и «заказчиком» конкретного содержания и степени усвоения дидактических единиц физики. Разумеется, это только часть заказа, поскольку курс физики «работает» и на мировоззренческую составляющую ключевых, универсальных компетенций.

Экспертная оценка значимости учебных элементов, тем примерной программы курса физики [3] в освоении студентом блока общепрофессиональных и специальных дисциплин определялась по результатам опроса ведущих преподавателей и научных сотрудников профилирующих кафедр Муромского института Владимирского

государственного университета, участвующих в реализации основных образовательных программ «Проектирование и технология электронных средств» (11 экспертов), «Инструментальные системы машиностроительных производств» (13 экспертов), «Информационные системы и технологии» (9 экспертов). Профессорско-преподавательскому составу соответствующей выпускающей кафедры предлагалось по пятибалльной шкале (1, 2, 3, 4, 5) оценить каждый элемент содержания курса общей физики из списка тем примерной программы (при желании внести свои дополнения) относительно степени его значимости в профессиональной подготовке по конкретному направлению, специальности, ориентируясь на следующие критерии:

5 – самая высокая значимость (элемент содержания совершенно необходим для усвоения);

- 3 – средняя значимость;
- 1 – низкая значимость (элемент содержания можно не осваивать).

В результате обработки данных экспертного опроса каждому элементу содержания курса физики ставилась в соответствие средняя оценка его значимости. В качестве примера в табл. 1 приведены экспертные оценки степени значимости тем курса общей физики в освоении образовательной программы «Проектирование и технология электронных средств».

Таблица 1

Оценки преподавателями выпускающей кафедры технического вуза степени значимости элементов содержания курса общей физики

Порядковый номер и наименование дидактической единицы, темы курса общей физики	Средний индекс значимости
1	2
Физические основы механики	
1. Кинематика материальной точки и твердого тела	3,55
2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона	3,55
3. Динамика системы материальных точек	3,55
4. Законы сохранения импульса, механической энергии. Работа. Момент количества движения	3,55
5. Движение тела переменной массы	3,36
6. Динамика твердого тела	3,45
7. Гравитация. Закон всемирного тяготения. Сила тяготения	3,36
8. Механические колебания. Гармонический осциллятор	4,27
9. Элементы специальной теории относительности	3,36

1	2
10. Движение в неинерциальных системах отсчета	3,55
11. Элементы механики сплошных сред	3,36
12. Механические волны	4,09
Классическая электродинамика	
13. Постоянное электрическое поле в вакууме (закон Кулона, расчет напряженности и потенциала поля)	4,82
14. Электрическое поле в диэлектриках	4,91
15. Проводник в электрическом поле (электрическая емкость, конденсаторы, соединение конденсаторов, энергия заряженных проводников)	5,0
16. Электрический ток (токи проводимости, законы сохранения заряда, Ома и Джоуля-Ленца, правила Кирхгофа, мощность тока)	5,0
17. Электрический ток в электролитах, газах, вакууме	5,0
18. Постоянное магнитное поле токов. Определение индукции (напряженности) магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа, расчет индукции магнитного поля	4,91
19. Действие магнитного поля на заряды и токи	4,91
20. Постоянное магнитное поле в веществе (токи в атомах и молекулах, намагниченность вещества, магнитная проницаемость, диа-, пара- и ферромагнетики)	4,91
21. Электромагнитная индукция (закон Фарадея, правило Ленца, самоиндукция, взаимная индукция, токи Фуко, энергия магнитного поля)	4,91
22. Электромагнитные колебания (колебательный контур, свободные и вынужденные колебания, электрический резонанс, закон Ома для цепи переменного тока, мощность переменного тока)	4,91
23. Уравнения Максвелла, плотность и поток энергии электромагнитного поля	4,91
24. Электромагнитные волны (волновое уравнение, его вывод из уравнений Максвелла, вектор Умова-Пойнтинга)	4,73
25. Волновая оптика (интерференция, дифракция, поляризация света)	4,45
26. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом (дисперсия света, поглощение и рассеяние электромагнитных волн)	4,73
Квантовая физика	
27. Противоречия классической физики. Законы равновесного теплового излучения. Гипотеза Планка. Формула Планка	3,73
28. Энергия и импульс фотона, фотоэффект, рентгеновское излучение, эффект Комптона, давление света	3,73
29. Модель атома. Спектры излучения атомов. Обобщенная формула Бальмера. Постулаты Бора. Теория водородоподобного иона. опыты Франка и Герца	3,36
30. Корпускулярно-волновой дуализм, гипотеза де Бройля. Элементы квантовой механики (соотношение неопределенностей, волновая функция, уравнение Шрёдингера)	3,55
31. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа. Спин электрона. Электронные оболочки и слои. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева	3,73
32. Обменное взаимодействие. Химическая связь. Ионная и ковалентная связи. Стационарные состояния электронов и квантовые переходы. Взаимодействие излучения с веществом. Квантовые усилители и генераторы	3,55
33. Физика атомного ядра и элементарных частиц (дефект массы ядра, энергия связи, радиоактивность, ядерные реакции). Классы элементарных частиц. Единая теория взаимодействий	3,27

1	2
Термодинамика. Статистическая физика	
34. Феноменологическая термодинамика (теплота, теплоемкость, давление, работа, первое начало термодинамики, энтропия, второе начало термодинамики, циклические процессы, КПД тепловой машины)	3,55
35. Термодинамика идеального газа (уравнение состояния идеального газа, внутренняя энергия, изопроцессы, адиабатный процесс, цикл Карно и его КПД)	3,09
36. Функции распределения и явления переноса в газах (распределения Максвелла-Больцмана, средняя длина свободного пробега молекулы, диффузия, вязкость и теплопроводность газов)	3,18
37. Реальные газы (уравнение Ван-дер-Ваальса, внутренняя энергия реального газа, процесс Джоуля-Томсона)	3,0
38. Равновесие фаз и фазовые переходы (фазы вещества, динамическое равновесие между паром и жидкостью, критическая температура)	3,36
39. Явления на поверхности жидкости (поверхностное натяжение, явления на границе двух жидкостей, на границе жидкости и твердого тела)	3,0
Физика твердого тела. Физическая картина мира	
40. Электрические свойства твердых тел (зонная теория электронных спектров, распределение Ферми, энергия Ферми, электропроводность металлов, сверхпроводимость, полупроводники и полупроводниковые приборы)	4,73
41. Тепловые свойства твердых тел (теплоемкость, закон Дюлонга и Пти, квантовая теория Дебая и Эйнштейна, тепловое расширение твердых тел)	4,45
42. Диэлектрики (изотропные и анизотропные диэлектрики, поляризуемость). Диэлектрическая проницаемость диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Электрострикция. Пьезоэлектрический эффект	4,91
43. Магнетики (элементы теории ферромагнетизма, закон Кюри-Вейсса, точка Кюри, доменная структура, внутренняя и свободная энергия магнетиков в магнитном поле, магнитострикция ферромагнетиков)	4,91
44. Порядок и беспорядок в природе. Энтропия как количественная мера хаотичности. Принцип возрастания энтропии. Идеи синергетики. Самоорганизация в живой и неживой природе	2,64
45. Иерархия структур материи. Частицы и античастицы. Физический вакуум. Фундаментальные взаимодействия. Ядра атомов, атомы, молекулы. Макроскопическое состояние вещества: газы, жидкости, твердые тела. Плазма. Планеты. Звезды. Галактики. Большой взрыв и эволюция Вселенной	2,64

Приоритетность раздела «Классическая электродинамика» по числу тем, степени их значимости в подготовке выпускников по специальности «Проектирование и технология электронных средств» в целом очевидна и оправдана (средняя оценка значимости 4,86, стандартное отклонение от среднего 0,14). По степени значимости для

освоения общепрофессиональных и специальных дисциплин рассматриваемой образовательной программы к электродинамике приближается раздел «Физика твердого тела» (средний индекс значимости 4,75, стандартное отклонение от среднего значения 0,19), также ориентированный на направление профессиональной подготовки, и такое распределение экспертного мнения вполне понятно. Сложнее принять предложенную экспертами низкую оценку значимости (2,64) мировоззренческих тем 44 и 45, относящихся к современной физической картине мира.

3. Построение междисциплинарных структурно-логических схем, матриц логических связей физики с профессионально ориентированными дисциплинами основной образовательной программы. Для этого совместно с выпускающими кафедрами выделяются дисциплины учебного плана специальности (направления), требующие согласования с курсом физики. Далее следует анализ программ выбранных дисциплин с целью выявления в них дидактических единиц, тем, в которых прослеживаются связи с физикой, то есть элементов содержания, которые опираются на соответствующие темы курса физики. Межпредметные связи физики с некоторыми дисциплинами учебного плана образовательной программы «Проектирование и технология электронных средств», реализуемой в Муромском институте Владимирского госуниверситета, отражены в табл. 2.

Таблица 2

**Межпредметные связи курса физики
с дисциплинами инженерной и специальной подготовки**

	Теоретическая механика	Общая электротехника	Материаловедение и технология конструкционных материалов	Метрология, стандартизация и технические измерения	Физические основы микроэлектроники	Физико-математические основы проектирования ЭС	Методы и устройства испытаний ЭС
Перечень тем примерной программы курса общей физики, на которые опираются профессионально ориентированные дисциплины	1	13	14	8	17	15	4
	2	15	16	13	28	16	7
	3	16	20	15	30	17	8
	4	18	21	16	32	22	12
	6	20	32	17	34	34	14
		21	38	21	36	41	16
		22	39	22	37	42	17
			40	25	39		19
			41	40	40		24
			42	41	41		26
			43	42			28
				43			33
							34
							40

Примечание. Номера, указанные в столбцах таблицы, соответствуют номерам в списке элементов содержания курса физики (табл. 1, рис. 1).

Анализ табл. 2 позволяет констатировать, что некоторые темы курса общей физики (например, 15 – «Проводник в электрическом поле», 16 – «Электрический ток», 21 – «Электромагнитная индукция», 40 – «Электрические свойства твердых тел» и др.) приоритетны в освоении дидактического материала общепрофессиональных и специальных дисциплин основной образовательной программы (на них опирается большая часть профильных курсов). При этом данные темы получили наиболее высокие экспертные оценки (табл. 1). Такое использование элементов содержания физики в блоке общепрофессиональных и специальных дисциплин обеспечивает их более глубокое восприятие, усвоение, что существенно и для формирования компонентов универсальных, мировоззренческих компетенций.

В то же время анализ построенной нами матрицы логических связей элементов содержания курса общей физики (рис. 1), рекомендуемого для технических направлений подготовки показывает, что часть тем, наиболее существенных с точки зрения экспертов в освоении профильных дисциплин и формировании профессиональных свойств будущего выпускника, плохо согласуется с частотой их использования. Например, согласно матрице тема 17 – «Электрический ток в электролитах, газах, вакууме» имеет нулевую частотность, а в видении преподавателей профилирующей кафедры значимость этой темы оценена максимальным баллом 5,0; тема 34 – «Феноменологическая термодинамика» получила экспертную оценку 3,55 (ниже среднего значения), а ее частотность составляет величину 0,5 (максимальное значение) и т.д. Полученные данные позволяют оценить степень оптимальности содержания обучения и свидетельствуют о целесообразности дальнейшего совершенствования курса физики для конкретного направления подготовки профессионала технического профиля в пределах, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом.

Междисциплинарные матрицы логических связей существенно отличаются от МЛС одной дисциплины. Они, как правило, не квадратные, поскольку число тем (элементов содержания) в одной дисциплине отличается от другой. Если учебные дисциплины осваиваются в разных семестрах, то тема дисциплины столбца может опираться на тему любой строки, что приводит к изменению подсчетов характеристик использования и обращения, менее однозначной интерпретации результатов анализа. В качестве примера на рис. 2 приведен фрагмент матрицы логических связей элементов содержания курсов физики и общей электротехники.

4. Обобщающий анализ, предполагающий сравнение значимости элементов содержания курса физики по: экспертным оценкам преподавателей

общефессиональных и специальных дисциплин; матрицам логических связей физики с общефессиональными и специальными дисциплинами; матрице логических связей самого курса физики. Вполне возможно, что исходя из логики дисциплины «Физика» (логики, которую значительная часть экспертов из числа преподавателей инженерных кафедр не отслеживает) потребуется скорректировать сформированную совокупность дидактических элементов, несколько нарушая тем самым определенную экспертами оценку значимости того или иного элемента содержания.

Номера тем рабочей программы курса «Общая электротехника»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
...																	
13	1																
14																	
15			1														
16	1	1			1		1			1							
17																	
18											1	1					
19																	
20											1						
21			1		1	1						1	1		1	1	1
22			1	1	1		1	1	1	1			1	1		1	1
...																	

Рис. 2. Матрица логических связей курсов физики и общей электротехники

Необходимо отметить, что успешность освоения дисциплины «Физика» в значительной степени зависит от уровня математической подготовленности учащихся. Адекватное применение математического аппарата повышает содержательность и обоснованность излагаемых положений, способствует глубокому усвоению физической стороны изучаемых явлений. В связи с этим требуется проведение анализа степени согласованности курсов физики и математики по последовательности изучения и тематике учебного материала, конкретизация, освоение каких дидактических единиц физики сопряжено с соответствующим математическим аппаратом.

Существующая практика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин в инженерных вузах позволяет выделить следующие методические и дидактические проблемы:

1. При изложении учебного материала по физике, общепрофессиональным и специальным дисциплинам в условиях дефицита аудиторного времени занятия преподаватели часто вынуждены делать отступления с целью рассказать или напомнить студентам о математическом аппарате, необходимом для его успешного усвоения. Это обусловлено как методической несогласованностью программ по физике и математике, так и слабыми межпредметными связями, когда, изучая «чистую» математику, учащийся, студент не видит конкретного приложения математического аппарата в дисциплинах фундаментального и профессионального циклов, а, следовательно, не мотивирован к глубокому освоению дидактического материала.

2. Уже на первых занятиях по курсу общей физики студент сталкивается с необходимостью уверенного владения элементами векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления. При параллельном изучении в первом семестре физики и высшей математики (что имеет место при реализации большинства образовательных программ подготовки специалистов технического профиля во Владимирском госуниверситете и ряде других вузов) возникают известные трудности, связанные с отставанием по времени освоения математического аппарата, востребованного в курсе физики. К примеру, изучение предусмотренных образовательными стандартами уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах для многих технических направлений подготовки приходится на конец первого-начало второго семестра и должно опираться на знание контурных и поверхностных интегралов, особых операций дифференцирования над векторными полями (дивергенция, ротор). Однако в курсе математики основные понятия теории поля осваиваются лишь на втором курсе. Неоптимальное распределение по семестрам фундаментальных общенаучных дисциплин приводит к учебной перегрузке студентов младших курсов, проблемам психологической адаптации к условиям высшей школы, значительному отсеву учащихся по неуспеваемости. Эта проблема особенно обостряется в связи с тем, что согласно требованиям ФГОС ВПО компетентностного формата в структуре учебной деятельности студентов еще более возрастает доля самостоятельной работы.

Предлагаемые в работе подходы, полученные результаты анализа значимости элементов содержания, дидактических единиц курса общей физики являются исходной,

эмпирической, объективированной основой для проектирования совершенствования дисциплины, ориентированной на компетентностную модель выпускника технического вуза, повышение эффективности освоения следующих за физикой общепрофессиональных и специальных дисциплин, создание объективированных процедур оценки степени их усвоения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования / Направление подготовки дипломированного специалиста 654300 – Проектирование и технология электронных средств. – М.: Министерство образования Российской Федерации, 20.03.2003 г. Рег. № 29 тех/дс. 25 с.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 211000 Конструирование и технология электронных средств (квалификация (степень) «бакалавр»). – М.: Министерство образования и науки Российской Федерации, 22.12.2009 г., приказ № 789. 27 с.

3. Файлообменная сеть Ассоциации кафедр физики технических вузов России – URL <http://www.physicsnet.ru> (дата обращения: 21.11.2009).

4. О возможном методе построения промежуточных (этапных) целей обучения по общенаучным дисциплинам / В.М. Соколов [и др.] // Межвуз. сб. науч. трудов «Оптимизация учебного процесса в вузе» / Под ред. В.М. Соколова. – Горький: Изд-во ГГУ, 1988. С. 50–55.

5. Ваганова, О.И., Соколов В.М. Методы оценки объема учебного материала, подлежащего запоминанию в курсе математики полной средней школы: монография. – Н.Новгород: ВГИПА, 2004. 101 с.