

*М.А. Евдокимов, Я.Г. Стельмах*

## **СТРУКТУРИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

*Рассматривается применение информационно-статистического подхода в дидактическом исследовании, связанном со структурированием и планированием учебного материала. В статье изложены результаты, полученные при анализе насыщенности курса «Теоретические основы электротехники» математическим содержанием.*

Главное, что должно дать образование и о чем часто забывают, – это не «багаж» знаний, а умение владеть этим «багажом».

*А.Н. Несмеянов*

Преобразования, происходящие в социально-экономической жизни нашего общества, вызвали изменения и в сфере образования. Они связаны с повышением качественных характеристик, определяющих потенциал содержания, и приведением его в соответствие с уровнем развития науки, культуры и техники. Современные концепции и программы развития профессионального образования предусматривают:

- достижение подлинной фундаментальности знаний, являющихся основой содержания образования и обучения в вузе;
- повышение уровня интеллектуализации содержания высшего образования;
- создание условий для развития творческой самостоятельности студентов путем формирования способностей и умений творческой и инновационной деятельности;
- обеспечение готовности будущих специалистов к самостоятельному решению профессиональных задач стратегического характера в соответствии с уровнем и профилем образования;
- расширение содержания экологического образования;
- углубления гуманитарной направленности высшего образования [1].

Содержание образовательного процесса технического вуза, набор учебных предметов, их объемы не устанавливаются произвольно, а вырабатываются в процессе формирования научного представления о профессии инженера, а также накопления научной информации по учебным дисциплинам. Содержание вузовского образования, структура и объемы учебных дисциплин определяются нормативными документами. К нормативным документам относятся образовательные стандарты по каждой профессии, учебные планы по каждой специальности, квалификационные характеристики, учебные программы по предметам. Разработка и последующее обновление государственных стандартов осуществляются на основе действующего Закона об образовании. Государственный образовательный стандарт предоставляет субъектам образования широкое правовое поле для формирования образовательной траектории, свободы преподавания и обучения. Модель специалиста, квалификационная характеристика, в которой содержатся требования к определенной специальности, служат основой для разработки учебных планов и программ. Программы являются ориентиром для подготовки учебников, учебных и методических пособий.

Общая цель подготовки специалиста высшей квалификации определяется учебным планом, где перечислены все учебные предметы, которые необходимо изучить студенту, чтобы стать специалистом. Сам же учебный план разработан экспертами на основе их представлений о требованиях к подготовке по той или иной специальности.

Экспертные методы используют эвристические возможности человека, позволяя на основе знания, опыта и интуиции специалистов, работающих в данной области, получить оценку исследуемых явлений. Эксперт является как бы датчиком исходной количественной информации и используется в тех случаях, когда отсутствуют другие способы ее получения. Организация работы с экспертами должна быть направлена на уменьшение «шума» такого датчика, как отмечал в своей работе Н.Н. Китаев [2]. Он писал: «Экспертные методы не являются формальными в строгом смысле слова. Здесь остается широкое поле для творческой импровизации... Результаты работы экспертной группы неизбежно будут содержать отпечаток субъективизма, вносимого как самими экспертами, так и организаторами экспертного опроса. Это является неизбежной платой за воз-

возможность получить количественные оценки там, где раньше ограничивались лишь качественным описанием».

Экспертная методика составления учебных планов подготовки специалистов является эмпирической стадией создания исходного документа. Вопрос создания учебных планов на кафедре «Высшая математика и прикладная информатика» СамГТУ рассмотрен в работах Е.Н. Рябиновой, В.Г. Гольдштейн и др. [3,4,5,6].

В нашей работе при отборе учебного материала используется понятие учебного тезауруса, предложенное Н.А. Шехтман [7]. Под тезаурусом будем понимать словарь-справочник, в котором перечислены все лексические единицы дескрипторного информационно-поискового языка, а также важнейшие смысловые отношения между дескрипторами. В качестве основного носителя информации выбран дескриптор. Дескриптор учебного материала определим как наиболее существенное понятие в виде слов или словосочетаний, важной характеристикой которого является семантическая устойчивость и контрастность. Семантическая устойчивость дескриптора означает, что в каждом случае употребления он сохраняет свой смысл, а контрастность означает, что его можно отличить от других [8].

Вопрос структурирования учебного материала тесно связан с проблемами обоснования оптимальных требований к знаниям и навыкам учащихся, с качественными и количественными характеристиками этих знаний, методами их контроля и т.п. Множество базовых понятий, умений и навыков, которые студент должен усвоить при изучении математики, будем рассматривать как множество учебных дескрипторов. Действительно, базовые понятия, умения и навыки обладают «семантической устойчивостью и контрастностью» – необходимыми признаками дескриптора. Под семантической устойчивостью понимаем тот факт, что каждое понятие (умение, навык) должно иметь свое конкретное определение (приведенное в учебнике, энциклопедическом специализированном словаре, типовой программе), а под контрастностью – возможность отличать понятия (умения, навыки) друг от друга. В учебных дисциплинах изучаемые понятия, законы, принципы, теории, методы и т.п. имеют определения, отражающую специфику базовой науки, что и определяет их семантическую устойчивость и контрастность. Внутри- и межпредметные связи между понятиями, умениями и навыками будем понимать как множество связей между учебными дескрипторами.

Укажем общие позиции, относящиеся к разработке тезауруса как модели системы понятий учебного курса:

- предметная область «Высшая математика» обладает дескрипторами;
- дескрипторы – это фундаментальные понятия, они есть синтез многих других понятий;
- понятие – объект тезауруса. Понятия связаны между собой. Одни понятия включают в себя другие или даже целые «ветви» понятий;
- связи между понятиями есть ход логического мышления объектами данной предметной области, это необходимое условие для осознанного восприятия информации, творческого подхода и вообще хорошего знания предмета [10].

Более подробно модель системы понятий можно изобразить с помощью рисунка.

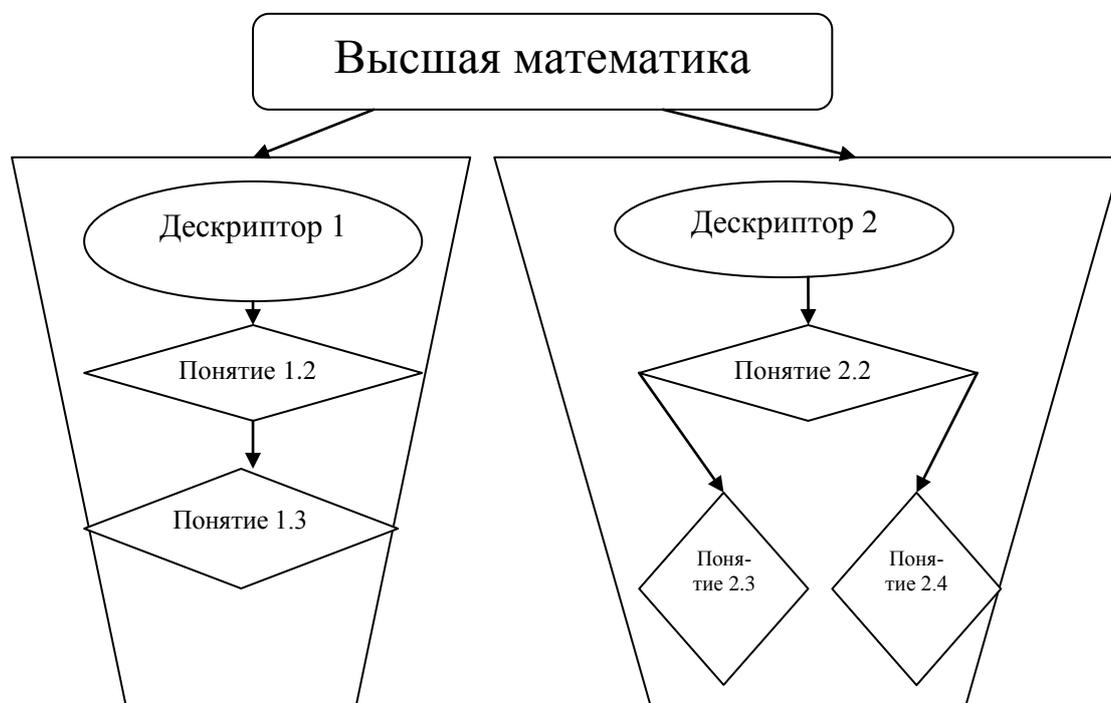
Здесь мы изобразили два дескриптора. «Дескриптор 1» является понятием первого уровня, в него входит «Понятие 1.1» (второй уровень), далее «Понятие 1.2» (третий уровень) и «Понятие 1.3» (четвертый уровень). Аналогично можно представить и «Дескриптор 2», только в «Понятие 2.2» входят два понятия третьего уровня («Понятие 2.3» и «Понятие 2.4»). Отметим, что на рисунке указана достаточно простая модель системы понятий учебного курса. На самом деле любой дескриптор включает в себя как минимум два ниже лежащих понятия, а те, в свою очередь, также делятся на другие понятия. Несомненно, только преподаватель-методист высокого уровня способен провести глубокий анализ понятий.

Отбор базовых понятий, умений и навыков в связи с разработкой учебных программ, когда возникает необходимость учесть опыт преподавателей, ученых и специалистов, проводится методом групповых экспертных оценок. В этом случае рабочая группа формирует тезаурус из множества учебных дескрипторов и понятий.

Анализ специальной литературы показал, что при проведении педагогических исследований, связанных со структурированием и планированием учебного материала, используются экспертные методы. В нашем исследовании весовые коэффициенты для вычисления дескрипторов не привлекаются эксперты, а используются возможности информационно-статистического подхода.

Процесс информатизации образования даёт богатейший ресурс для эффективного использования технического и дидактического потенциала компьютерных технологий в интересах разработки решения задач извлечения из текста информации о частоте использования дескрипторов в

учебных дисциплинах. Технологизация обработки и анализа данных учебных программ посредством статистического метода [9] позволяет провести анализ содержания той или иной дисциплины на предмет ее наполненности математическим содержанием. Это позволит переориентировать преподавателей, освобожденных от рутинных задач поиска и обработки данных, на решение приоритетных задач математического образования, главную из которых можно сформулировать как ориентацию математического образования на личность.



Методическая подготовка плана по «Высшей математике» на весь период обучения начинается с анализа содержания общих гуманитарных и социально-экономических, естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин с целью выявления математического аппарата, необходимого для их изучения. Для каждой учебной дисциплины, формирующей модель специалиста, разработана программа, в которой указаны учебно-методические материалы по данному предмету. На основе этой литературы в электронном виде отбирается материал по всему курсу выбранной специальности.

Теперь можно приступить к статистическому анализу, проводимому посредством компьютерной программы, с помощью которой можно получить информацию о частоте встречаемости тех или иных дескрипторов в учебном материале, отобранном по курсу выбранной специальности. Математическая обработка позволяет установить частоту использования  $i$ -того дескриптора по формуле

$$v_i = \frac{n_i}{n-1},$$

где  $n$  – общее число дескрипторов в данном разделе,  $n_i$  – общее число использования  $i$ -того дескриптора в разделе.

Нами была проведена экспериментальная работа с целью проверки выдвинутых предположений о том, что информационно-статистический метод позволит достаточно быстро и качественно провести анализ наполненности дисциплины математическим содержанием. Для эксперимента была выбрана дисциплина «Теоретические основы электротехники».

Экспериментальная работа началась с анализа учебников и рабочей программы курса «Высшая математика» группой экспертов кафедры «Высшая математика и прикладная информатика» и разработки учебного тезауруса.

Для решения следующей задачи была проанализирована рабочая программа курса «Теоретические основы электротехники», в которой указаны учебно-методические материалы по дисциплине. Основная литература:

Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Т. 1, 2. Л.: Энергия, 2001.

Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2000.

Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. М.: Гардарики, 2000.

Следующий этап эксперимента – информационно-статистический анализ, проводимый с помощью тезауруса посредством компьютерной программы, которая позволяет получить информацию о частоте встречаемости тех или иных дескрипторов в учебном материале.

Для большей наглядности все дескрипторы разделили по разделам курса «Высшая математика» и в табл. 1 показали весовые коэффициенты разделов курса в процентном выражении. Например, дескрипторы раздела «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» в учебном пособии Нейман Л.Р., Демирчян К.С. «Теоретические основы электротехники», т. 1 и 2, составляют 30,4% общего количества всех дескрипторов, а пособия Бессонова Л.А. «Теоретические основы электротехники. Электрические цепи» и «Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле.» наполнены дескрипторами из этого раздела на 28%.

Таблица 1

	Неyman Л.Р. «ТОЭ»	Бессонов Л.А. «ТОЭ»
ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ	30,4%	28%
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	27,4%	23%
ИНТЕГРАЛ	8,4%	4,4%
РЯДЫ	6%	10,4%
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ	2,3%	2,6%
ТФКП	10,5%	9,4%
ОПЕРАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ	15%	22,2%

Для установления взаимосвязи между приведенными результатами определим математическое значение коэффициента корреляции  $r = 0,93$ . Количественную меру принято различать по нескольким уровням:

- слабая связь – при коэффициенте корреляции до 0,3;
- средняя связь – при коэффициенте корреляции от 0,31 до 0,69;
- сильная связь – при коэффициенте корреляции от 0,7 до 0,99.

При  $r = 0,93 \neq 0$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$  результаты коррелируют [11]. Это позволяет сделать вывод о том, что достаточно проанализировать одно учебное пособие.

Дальше было проведено экспертное исследование содержания дисциплины. Эта технология и раньше применялась в СамГТУ. Преподаватели кафедры «ТОЭ» выделили наиболее значимые разделы курса «Высшая математика» для изучения «ТОЭ». Результаты были нами объединены по разделам курса «ВМ» и представлены в табл. 2

Таблица 2

Раздел курса «Высшая математика»	Экспертная оценка
ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ	24%
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	23%
ИНТЕГРАЛ	3,3%
РЯДЫ	7,4%
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ	14%
ТФКП	8,3%
ОПЕРАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ	20%

Определим значение коэффициента корреляции  $r = 0,85$  для установления взаимосвязи между экспертной оценкой и результатами анализа по учебным пособиям Бессонова Л.А. «Теоретические основы электротехники. Электрические цепи» и «Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле».

При  $r = 0,85 \neq 0$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$  получаем, что результаты коррелируют [11]. В ходе данного исследования установлено, что вполне достаточно проводить информационно-статистический анализ учебного пособия, который значительно ускоряет анализ насыщенности учебного материала.

Информация, содержащаяся в подобных таблицах, может быть использована при составлении учебных программ, планировании учебного материала, отборе дидактических материалов и т.п.

Систематизация результатов позволит оценить уровень использования математики во всех учебных дисциплинах, что предоставит возможность корректировать типовую программу курса «Высшая математика» с позиций обеспечения необходимым математическим аппаратом общенаучных и инженерных дисциплин. Очевидно, что при этом в скорректированную (рабочую) программу могут быть включены новые дополнительные темы и вопросы за счет соответствующего сокращения объемов времени на изучение разделов, менее существенных для специалистов данного профиля.

Всё это позволяет устранить пробелы в математическом образовании инженера рассматриваемого профиля, избежать дублирования чтения отдельных разделов математики в теоретических и специальных курсах и пополнить программы этих курсов изложением того математического материала, который действительно необходим для полноценного изучения курса и подготовки высококвалифицированного специалиста.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пионова Р.С.* Педагогика высшей школы: Учеб. пособ. Мн.: Высш. шк., 2005. 303 с.
2. *Китаев Н.Н.* Групповые экспертные оценки. М., 1975. С. 8.
3. *Гольдштейн В.Г., Кубарьков Ю.П., Рябинова Е.Н.* План математической и вычислительной подготовки на весь период обучения по специальности 0302 «Электрические системы и сети». Куйбышев, 1979.
4. *Глазунова Л.В., Григорян Л.Г., Бондарев Е.Н.* План математической подготовки студентов на весь период обучения по специальности 0516 «Машины и аппараты химических производств». Куйбышев, 1988.
5. *Глазунова Л.В., Карасева С.Я., Курчаткина Т.В.* План математической подготовки на весь период обучения по специальностям 0801, 0807, 0810, 0828. Куйбышев, 1980.
6. *Черников А.А., Рябинова Е.Н.* План математической подготовки на весь период обучения по специальностям 0301 «Электрические станции» и 0650 «Автоматизация производства и распределение электрической энергии». Куйбышев, 1987.
7. *Шехтман Н.А.* Тезаурус – форма представления семантической информации // Научно-техническая информация. Сер. 2. 1973. №2.
8. *Георгиева П., Панаи М.* Новый подход к информационному анализу учебного материала // Современная высшая школа. 1980. №4.
9. *Евдокимов М.А., Стельмах Я.Г.* Информационно-технологический аспект изучения вопросов профилирования математической подготовки инженера // Компьютерные технологии в науке, практике и образовании: Тр. Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. 16 нояб. 2005 г. Самара, 2005. С. 12-14
10. *Кувалдина Т.А., Краморов С.В.* Анализ тестовых заданий по информатике и прогнозирование успеваемости учащихся на основе искусственных нейронных сетей и тезаурусного метода // Открытое образование. 2006. №3(56). С. 28-40.
11. *Гмурман В.Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособ. Изд.7-е, стер. М.: Высш. шк., 2001. 479 с.: ил.