

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

Представлены результаты исследования путей разработки учебной программы по молекулярной физике с помощью сетевого планирования. Проведен анализ различных последовательностей изучения раздела. Составлена программа на ЭВМ для выбора наиболее оптимальной последовательности преподавания молекулярной физики и термодинамики.

Учебный процесс, содержание которого определяется совокупностью различных источников учебной информации, может быть охарактеризован определенной технологией обучения. В современной технологии обучения основное внимание концентрируется не только на средствах, представляющих учебную информацию, группирующихся вокруг студентов или преподавателей, но, прежде всего на системной организации учебного процесса [1, 2, 3].

Планирование учебной деятельности диктует необходимость использования измеряемых характеристик педагогического процесса. К ним можно отнести: объем учебной работы, ее трудоемкость при заданном темпе усвоения, фонд учебного времени, интенсивность (напряженность), ритм учебной деятельности и др.[4]. Имея формализованные характеристики педагогического процесса, можно говорить о его оптимальном планировании. Оптимальное планирование – это такая организация учебного процесса, при которой изучаемый материал должен быть в меру доступным и трудным, в меру известным и новым, логически последовательным, всегда вызывать желание у студентов овладеть им.

С целью оптимизации педагогических процессов нами были использованы известные методы сетевого планирования и управления [5].

Применение сетевых методов планирования и управления учебным процессом позволяет:

- оптимизировать отбор и последовательность изучения учебного материала;
- нормировать объем и положение дисциплин в учебном плане;
- повысить эффективность самостоятельной работы студентов;
- оптимизировать контроль реализации учебных планов и управления учебным процессом.

В процессе исследования данной проблемы мы выработали структурную схему разработки и нормирования учебной программы по дисциплинам, которая представлена на рис.1. Она включает в себя три основных этапа. Первый этап охватывает предварительное определение перечня содержания и объема учебных

разделов и тем дисциплины. Второй – обработка содержания и методическое построение каждого раздела, определение его положения в учебной программе. Третий, завершающий этап, состоит в формировании и нормировании учебной программы, которая активизируется в выборе оптимизированного по соответствующим критериям курса дисциплины.

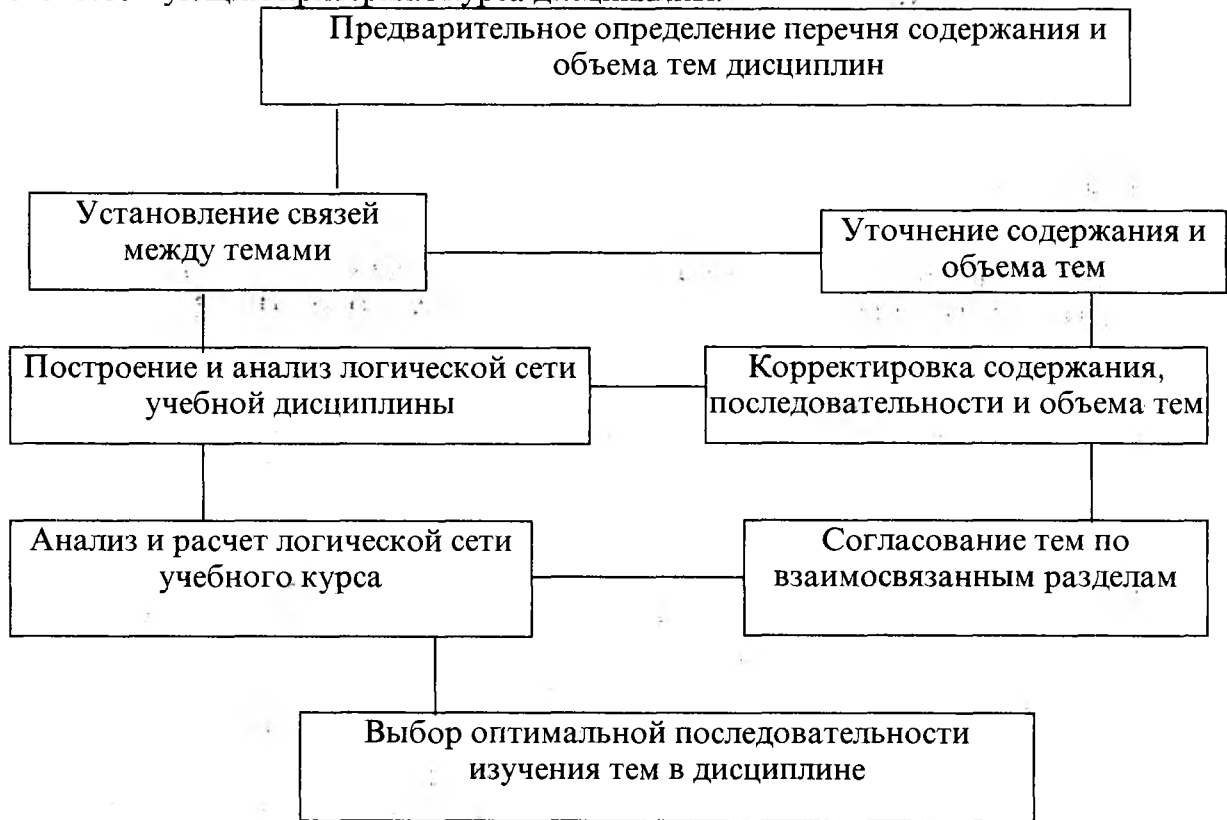


Рис.1. Структура разработки учебной программы по дисциплине

Разработка учебной программы начинается с определения перечня содержания и объема тем дисциплины. Покажем это на примере курса «Молекулярной физики», который согласно действующей программе разбит на 17 тем (табл.1).

Среди авторов учебников и учебных пособий по молекулярной физике нет единства в выборе последовательности изложения вопросов молекулярно-кинетической теории и термодинамики. Некоторые из них предпочитают кинетическую трактовку вопросов предварять введением основных термодинамических понятий, т.е. используют исторический путь развития молекулярной физики (Савельев И.В., Сивухин В.В., Фриш С.Э., Яковлев В.Ф. и др.). Другие отдают первенство статистическим закономерностям, имеющим вероятностный характер (Кикоин И.К., Карашев Т.К., Матвеев А.Н., Телеснин Р.В. и др.). Статистические законы дают достоверные предсказания, значит, они верно отражают объективные законы природы. По сравнению с динамическими законами они выражают более сложную, чем однозначная детерминированность, причинно-следственную связь случайного и необходимого.

Обладая общностью и универсальностью, термодинамический подход имеет вместе с тем большой недостаток. Все коэффициенты или параметры,

характеризующие то или иное тело при некоторых внешних условиях, определяются из эмпирических данных, их нельзя получить теоретически в рамках термодинамики. Поэтому термодинамика не раскрывает внутренних причин изучаемых явлений и процессов, тогда как статистический метод позволяет вскрыть причины явлений, обосновать законы термодинамики, рассчитать некоторые коэффициенты и ответить на такие вопросы, даже постановка которых в рамках термодинамики не имеет смысла.

Как видно из табл.1, на изучение тем курса молекулярной физики отводится различное количество времени (от 2 до 6 часов). Наблюдается большой временной разрыв между изучением понятия о внутренней энергии и тепловыми свойствами твердых тел. Изучение последней темы делается затруднительным, т.к. студент успел забыть часть материала о внутренней энергии и температуре.

Считая, что забывание пройденного материала пропорционально времени, можно предложить следующий критерий для выбора оптимальной последовательности. Назовем оптимальной ту последовательность изложения тем, которая имеет минимальный суммарный временной разрыв между всеми логически связанными темами курса. Математическая формулировка задачи выглядит следующим образом: необходимо минимизировать целевую функцию вида:

$$F(x) = \sum l_{p,g}(x),$$

где $l_{p,g}(x) = \sum t_i$ – длина дуги упорядоченного графа, t_i – время изучения темы [6].

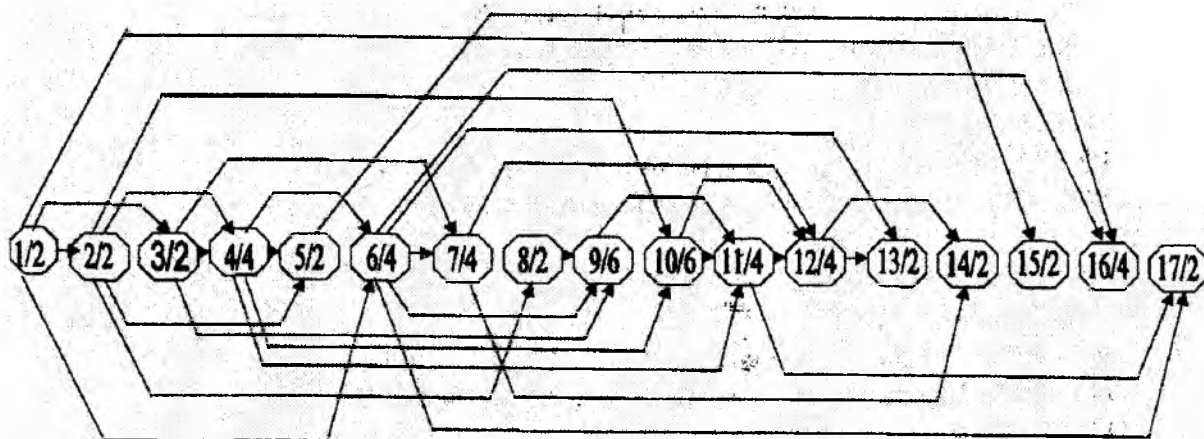


Рис.2. Исходный граф тем молекулярной физики (цифра в числителе означает номер, цифра в знаменателе - время на изучение темы в часах, отводимое программой)

Исходный ориентированный граф курса «Молекулярная физика» приведен на рис.2. Многие авторы, фиксируя наличие или отсутствие логических связей в матрице смежности ориентированного графа, ограничиваются проставлением 0, если связь отсутствует, и 1 – если связь имеется. В отличие от этого мы учитываем важность логических связей, с целью количественной характеристики для каждой дуги вводим понятие весового коэффициента b_{is} (принимает значения 0, 5; 1; 2; 4). Матрица смежности с числовыми значениями весовых коэффициентов b_{is} курса «Молекулярная физика» приведена в табл.2. Определение численного значения весового коэффициента b_{is} – довольно сложная задача, так как его величина имеет в известной мере некоторую неопределенность и вероятностный характер в силу малой исследованности. Поэтому целевая функция в форме $F(x) = \sum l_{p,g}(x)$ не учитывает различия между логическими связями, степень важности которых

характеризуется весовыми коэффициентами b_{is} . Чтобы их учесть, необходимо минимизировать целевую функцию вида

$$F(x) = \sum b_{is} x_{is}$$

Чтобы обеспечить логически правильную последовательность изложения учебного материала, необходимо выполнить все отношения предшествования, определяемые матрицей смежности. Это требование, можно обеспечить, если в графе не имеется контуров. Под контуром графа понимается такой путь, у которого начальная вершина совпадает с конечной. При наличии контуров производим их разрыв с учетом логики формирования основных понятий молекулярной физики [7, 8].

Решать вышеуказанную задачу с помощью уравнения динамического программирования вручную можно при $N < 10$, где N – число тем раздела, а при $N > 11$ – решение необходимо реализовать на ЭВМ. Исходными данными для расчета являются: весовые коэффициенты b_{is} (табл.2) и временной фактор (табл.1). Ниже приведена разработанная нами программа для расчета с помощью ЭВМ оптимального значения целевой функции $F(x)$ для исходного графа тем молекулярной физики.

**Программа для расчета оптимальной последовательности изучения раздела
«Молекулярная физика»**

```
10 S=0
20 INPUT «Ввести количество изучаемых тем»; N
30 DIM B (N, N), T (N)
40 FOR I=1 TO N
50 FOR Y=1 TO N
60 PRINT «Введите весовой коэффициент каждой темь»
70 PRINT I; “, “; Y
80 INPUT B (I, Y)
90 NEXT Y, I
100 FOR I=1 TO N
110 PRINT «Введите время необходимое для изучения; I; «темы»
120 INPUT T (I)
130 NEXT I
140 FOR I=1 TO N
150 FOR Y=I+1 TO N
160 IF B (I, Y)=0 THEN 230
170 L=0
180 FOR K=I+1 TO Y-1
190 L=L+T (K)
200 NEXT K
210 F=L*B (I, Y)
220 S=S+F
230 NEXT Y
240 NEXT I
250 PRINT «Исходный вариант учебной программы предусматривает»; S;
    «часов»
260 END
```

Таблица 1

Темы курса молекулярной физики для университетов

| № | Наименование тем | Кол-во часов |
|----|---|--------------|
| 1 | Введение. Предмет молекулярной физики. Статистический и термодинамический методы описания вещества. | 2 |
| 2 | Модель идеального газа. Распределение Максвелла. | 2 |
| 3 | Средние величины. Средняя квадратная скорость молекул. | 2 |
| 4 | Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния газа. Изопроцессы. | 4 |
| 5 | Барометрическая формула. Распределение Больцмана. | 2 |
| 6 | Внутренняя энергия. 1-е начало термодинамики и его прим. К изопроцессам. | 4 |
| 7 | Явления переноса и связь между коэффициентами переноса. | 4 |
| 8 | Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. | 2 |
| 9 | Второе начало термодинамики. Термодинамические функции. | 6 |
| 10 | Реаль. газы. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. | 6 |
| 11 | Критическое состояние. Эффект Джоуля-Томсона и сжижение газов. | 4 |
| 12 | Свойства жидкостей. | 4 |
| 13 | Жидкие растворы. Закон Рауля. | 2 |
| 14 | Структура кристаллов. Типы пространственных решеток. | 2 |
| 15 | Механические свойства твердых тел. | 2 |
| 16 | Тепловые свойства кристаллов. | 4 |
| 17 | Фазовые диаграммы. | 2 |
| | Итого: | 54 часа |

Таблица 2

Матрица весовых коэффициентов по курсу «Молекулярная физика»

| Темы курса | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K16 | K17 |
|------------|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| K1 | 0 | 2 | 0,5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 |
| K6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| K7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 |
| K8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| K12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,5 | 0 | 0 | 0 |
| K13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| K15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| K17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. –М.: Педагогика, 1989.
2. Найн А.Я. Педагогические инновации и научный эксперимент // Педагогика. –1996. -№5. –С.10-15.
3. Левитес Д.Г. Практика обучения: Современные образовательные технологии / Моск. психолого-социальн. ин-т. –Москва.: НПО «МОДЭК», 1998.
4. Мааткеримов Н.О. Психолого-педагогические аспекты нормирования учебного процесса по физике //Сб. Традиции и новации в культуре университетского образования. –Ч.11. –Бишкек: Кырг. техн. ун-т им. И. Раззакова, 1998. –С.143-151.
5. Черкасов Б.П. Совершенствование учебных планов и программ на базе сетевого планирования. –М.: Высшая школа, 1975.
6. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации для вузов. –М.: МАИ, 1998.
7. Курс общей физики: Молекулярная физика. / Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н., Эткин В.С. – М.: Просвещение, 1982.
8. Суханов А.Д. Фундаментальный курс физики. –Т.1. Корпускулярная физика. –М.: Агар, 1997.