

## VII. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 519.246 +57

### ЭЛЕМЕНТЫ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В БИОЛОГИИ

Л.С. Дедешина, Дальрыбвтуз, Владивосток

*Элементы случайных процессов в биологии позволяют моделировать экологические системы с учетом влияния самых разнообразных факторов: размножения, гибели, миграций, мутаций, конкуренции и т.д.*

За последние десятилетия в самых разных областях практики возникла необходимость в решении своеобразных вероятностных задач, связанных с работой так называемых систем массового обслуживания.

В теории массового обслуживания широко распространен специальный класс случайных процессов так называемые процессы гибели и размножения. Название это связано с рядом биологических задач, в которых этот процесс служит математической моделью изменения численности биологических популяций.

Система массового обслуживания представляет систему дискретного типа с конечным множеством состояний. Переход системы из одного состояния в другое происходит скачками, в момент, когда осуществляется какое-то событие.

В системе массового обслуживания предпочтение имеет марковский процесс. Случайный процесс называется *марковским*, если для любого момента времени  $t_0$  вероятностные характеристики процесса в будущем зависят только от его состояния в данный момент  $t_0$  и не зависят от того, когда и как система пришла в это состояние.

*Пример марковского процесса:* система  $S$  – счетчик в такси. Состояние системы в момент  $t$  характеризуется число километров, пройденных автомобилем до данного момента. Если в момент  $t_0$  счетчик показывает  $S_0$ , то вероятность того, что в момент  $t > t_0$  счетчик покажет то или иное число километров  $S_1$  зависит от  $S_0$ , но не зависит от того, в какие моменты времени изменились показания счетчика до момента  $t_0$  [4].

Многие процессы можно приближенно считать марковскими. В ряде случаев предысторией рассматриваемых процессов можно пренебречь и использовать для их изучения марковские модели. Следует отметить, что показательное распределение играет особую роль в теории

марковских случайных процессов с непрерывным временем. В стационарном марковском процессе время, в течение которого система остается в каком-либо состоянии, распределено всегда по показательному закону.

Марковский процесс служит моделью для многих процессов в биологии (распределение эпидемий, рост популяции) [5]. Случайные процессы с дискретным состоянием удобно иллюстрировать с помощью так называемого графа состояний.

Для описания случайных процессов с дискретными состояниями пользуются вероятностями состояний системы  $S$ , т.е. значениями  $P_1(t), P_2(t), \dots, P_n(t)$ , где  $P_i(t) = P\{S(t) = S_i\}$  – вероятность того, что в момент времени  $t$  система находится в состоянии  $S_i$ ;  $S(t)$  – случайное состояние системы  $S$  в момент  $t$ , причем для любого момента  $t$

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1$$

как сумма вероятностей полной группы несовместных событий.

Для нахождения вероятностей  $P_i(t)$  – вероятностей, состояний системы  $S_1, S_2, \dots, S_n$  – нужно решить систему дифференциальных уравнений – уравнений Колмогорова, имеющих вид

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum \lambda_{ij} P_j(t) - P_i(t) \cdot \sum \lambda_{ij}, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

с начальными условиями  $P_1(0), P_2(0), \dots, P_n(0)$ ;  $P_i \geq 0$ ,  $\sum_{i=1}^n P_i(0) = 1$  и

условием нормировки  $\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1$ .

При составлении системы уравнение Колмогорова удобно пользоваться размеченным графом состояний системы.

*Правило составления уравнений Колмогорова:* в левой части каждого из уравнений стоит производная вероятности  $S_i$  состояния, т.е.

$\frac{dP_i(t)}{dt}$ ; в правой части – сумма произведений вероятностей  $P_j(t)$  всех

состояний на интенсивности соответствующих потоков ( $\lambda_{ij}$ ) минус суммарная интенсивность всех потоков (когда стрелка ведет из данного состояния) умноженная на вероятность данного  $S_i$  состояния.

При интегрировании такой системы следует учесть состояние системы в начальный момент, т.е. при  $t = 0$ . Если же в этот момент система была в состоянии  $S_k$ , то считают  $P_k(0) = 1$ ,  $P_i(0) = 0$  при  $i \neq k$ .

Предельная вероятность состояния  $S_i$  показывает среднее относительное время пребывания системы в этом состоянии.

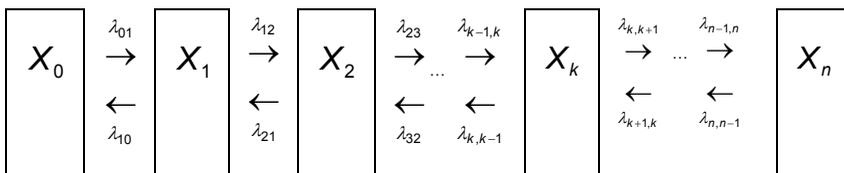
Для нахождения предельных вероятностей в уравнениях Колмогорова полагают все производные  $\frac{dP_i(t)}{dt}$  равными нулю и решают систему

алгебраических уравнений с учетом нормировки  $\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1$ .

Вернемся к биологической задаче.

Одной из основных проблем экологии является исследование роста и развития популяции. Популяцией называется совокупность определенного числа индивидуумов одного вида.

Пусть случайная величина  $X(t)$  описывает размер популяции в момент времени  $t$ . Рассмотрим математическую модель изменения численности популяции  $X(t)$ , которая представлена в виде графа состояний процесса гибели и размножения



Рассмотрим упорядоченное множество состояний системы  $X_0, X_1, X_2, \dots, X_k$ . Переходы могут осуществляться из любого состояния только в состояния с соседними номерами, т.е. из состояния  $X_k$  возможны переходы либо в состояние  $X_{k-1}$ , либо в состояние  $X_{k+1}$ . При анализе численности популяций считают, что состояние  $X_k$  соответствует численности популяции равной  $k$  индивидуумов. Переход системы из состояния  $X_k$  в состояние  $X_{k+1}$  происходит при рождении одного члена популяции, а переход в состояние  $X_{k-1}$  при гибели одного члена популяции.

Будем предполагать, что все потоки событий, переводящие систему по стрелкам графа, простейшие с соответствующими интенсивностями  $\lambda_{k,k+1}$  или  $\lambda_{k+1,k}$ .

По графу составим и решим алгебраические уравнения для предельных вероятностей состояний  $X_i$ .

Для состояния  $X_0$  имеем:

$$\lambda_{01} \cdot p_0 = \lambda_{10} \cdot p_1, \quad (1)$$

для состояния  $X_1$  имеем:

$$(\lambda_{12} + \lambda_{10}) \cdot p_1 = \lambda_{01} \cdot p_0 + \lambda_{21} \cdot p_2,$$

которое с учетом равенства (1) приводится к виду

$$\lambda_{12} \cdot p_1 = \lambda_{21} \cdot p_2. \quad (2)$$

Аналогично получаем уравнения для предельных вероятностей других состояний. В итоге получим систему алгебраических уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{01} \cdot p_0 = \lambda_{10} \cdot p_1 \\ \lambda_{12} \cdot p_1 = \lambda_{21} \cdot p_2, \\ \dots, \\ \lambda_{k-1,k} \cdot p_{k-1} = \lambda_{k,k-1} \cdot p_k, \\ \dots, \\ \lambda_{n-1,n} \cdot p_{n-1} = \lambda_{n,n-1} \cdot p_n, \\ p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1. \end{array} \right. \quad (3)$$

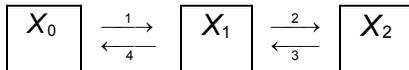
Решая систему (3), получим

$$p_0 = \left( 1 + \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{10}} + \frac{\lambda_{12} \cdot \lambda_{01}}{\lambda_{21} \cdot \lambda_{10}} + \dots + \frac{\lambda_{n-1,n} \cdot \dots \cdot \lambda_{12} \cdot \lambda_{01}}{\lambda_{n,n-1} \cdot \dots \cdot \lambda_{21} \cdot \lambda_{10}} \right)^{-1}, \quad (4)$$

$$p_1 = \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{10}} \cdot p_0; p_2 = \frac{\lambda_{12} \cdot \lambda_{01}}{\lambda_{21} \cdot \lambda_{10}} \cdot p_0; \dots; p_n = \frac{\lambda_{n-1,n} \cdot \dots \cdot \lambda_{12} \cdot \lambda_{01}}{\lambda_{n,n-1} \cdot \dots \cdot \lambda_{21} \cdot \lambda_{10}}. \quad (5)$$

В формулах (4) для  $p_1, p_2, \dots, p_n$  коэффициенты при  $p_0$  – слагаемые, стоящие после единицы в формуле (4). Числители этих коэффициентов равны произведению всех интенсивностей стоящих у стрелок, ведущих слева направо от  $X_0$  до данного состояния  $X_k$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n$ ), а знаменатели равны произведению всех интенсивностей, стоящих у стрелок, ведущих справа налево из состояния  $X_k$  до  $X_0$ .

**Пример.** Процесс гибели и размножения представлен графом



**Решение.** По формуле (4) имеем

$$\begin{aligned} p_0 &= \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{2 \cdot 1}{3 \cdot 4}\right)^{-1} = \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{2}{12}\right)^{-1} = \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}\right)^{-1} = \left(\frac{12+3+1}{12}\right)^{-1} = \\ &= \left(\frac{17}{12}\right)^{-1} = \frac{12}{17} \approx 0,706. \\ p_1 &= \frac{1}{4} \cdot 0,706 \approx 0,176; \quad p_2 = \frac{2 \cdot 1}{3 \cdot 4} \cdot 0,706 = 0,118. \end{aligned}$$

Предельная вероятность состояния  $X_i$  имеет следующий смысл: она показывает среднее относительное время пребывания системы в этом состоянии.

Из решения примера следует, что в установившемся стационарном режиме в среднем 70,6 % времени система будет находиться в состоянии  $X_0$ , 17,6 % – в состоянии  $X_1$  и 11,8 % – в состоянии  $X_2$ .

### Библиографический список

1. *Бейлин Н.* Математика в биологии и медицине. М., 1970.
2. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей. М., 1962.
3. *Гроссман С., Тернер Дж.* Математика для биологов. М., 1983.
4. *Крамер Н.Ш.* Теория вероятностей и математическая статистика. М., 2004.
5. *Письменный Б.* Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. М., 2006.

УДК 37

## УЧЕТ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ФЛОТА

**Е.Н. Бакланов, Дальрыбвтуз, Владивосток**

*Рассматриваются некоторые особенности различных контингентов учащихся, проявляющиеся в процессе подготовки и переподготовки в учебно-тренажерном центре.*

Десятилетний опыт проведения тренажерной подготовки на компьютерных имитаторах позволяет сделать ряд выводов, подчеркивающих необходимость учета возрастных особенностей обучаемых.

Весь контингент лиц, проходящих обучение, можно разделить грубо на два потока: а) студенты и курсанты (как правило, выпускного курса) и

б) специалисты флота, имеющие опыт работы на предприятии (35-50 лет). Очевидно, что студенты более адаптированы к учебному процессу как таковому, способны быстрее концентрироваться на изучаемом предмете, обладают навыками конспектирования и использования учебно-методических материалов. В то время как штурманы и капитаны, пришедшие с флота, в массе своей уже утратили указанные способности, им трудно сосредоточиться на осмыслении теоретической подоплеки изучаемого материала, они не могут вести хороший конспект и потом эффективно им пользоваться. Поэтому при подготовке и переподготовке флотских специалистов предусматриваются дополнительные мероприятия по обеспечению их справочным и методическим материалом. Изучаемые вопросы полезно дополнять большим количеством примеров из производственной практики, случаев из реальной жизни.

Современная компьютерная техника все глубже проникает во все области жизни, и нынешние студенты, как правило, хорошо владеют общими приемами использования компьютера, знают характерные особенности программных интерфейсов и не нуждаются в обучении элементарным навыкам. Этого нельзя сказать про многих действующих штурманов и капитанов (иногда предпенсионного возраста), которые в своей повседневной практике обходятся без компьютера вполне успешно, а придя в учебно-тренажерный центр, вынуждены по несколько часов в день так или иначе взаимодействовать с этой техникой. Поэтому использование в тренажерных центрах компьютерных имитаторов для обучаемых в возрасте так или иначе сопряжено с необходимостью освоения (вспоминания) основ компьютерной грамотности. Это, безусловно, снижает общую эффективность учебного процесса. Для преодоления этой проблемы в учебно-тренажерном центре предусмотрена возможность проведения дополнительных занятий по ликвидации компьютерной безграмотности.

С другой стороны, флотские специалисты, поработавшие хотя бы несколько лет на настоящем (а не виртуальном) судне, более реально представляют себе – как те или иные приборы и системы используются в повседневной и чрезвычайной морской практике. Знают, какие возможности предоставляет им аппаратура, установленная на ходовом мостике, а не компьютерный имитатор. На собственной практике прочувствовали разнообразные нюансы применения техники в различных производственных, погодных обстоятельствах, в условиях спокойной обстановки или стресса. Причем, опыт этот, как правило, разнообразен в плане образцов техники, с которой знаком специалист. Здесь мы имеем возможность для специалистов тренажерного центра почерпнуть полезные сведения практического характера, наработанные в реальных условиях.

В настоящее время на судах Дальневосточного бассейна используется радио- и радионавигационная аппаратура, по крайней мере, пяти производителей. Каждый «брэнд», хотя и базируется на общих основополагающих принципах и требованиях, но имеет специфические отличительные черты в части органов управления, организации интерфейса и обмена информацией с оператором. Грамотный специалист, работая

с разными моделями аппаратуры, выполняющей одну и ту же функцию, может и сам осознать наличие единой технической и идеологической базы, на которой построены эти приборы, понять, что, несмотря на обилие вариантов названий и размещение органов управления, оператор в своих действиях должен отталкиваться не от ручек и кнопок, а от принципа действия приборов и методики решаемой задачи.

В условиях же тренажера мы имеем возможность познакомить слушателей с техникой одного, в лучшем случае – двух производителей. И тут важным является с самого начала обратить внимание обучаемых на единство принципов, лежащих в основе работы приборов, иногда даже различного назначения. Это позволит снизить «шок», возникающий у молодого специалиста, приходящего на судно и приступающего к использованию приборов в реальной обстановке. Осваивая незнакомый образец техники, он не ищет ручки и кнопки на знакомых местах, и не пытается вспомнить заученные последовательности действий. Зная принцип работы той или иной системы, используя конкретный вариант интерфейса, он успешно решает задачу освоения новой для себя техники в кратчайшие сроки. Особенную ценность в этом плане представляют варианты компьютерных или аппаратно-компьютерных имитаторов, не привязанных к конкретным производителям и моделям вообще. Это абстрактные приборные панели, оснащенные стандартным набором органов управления, в идеале, с возможностью гибкого изменения конфигурации. Применение таких средств в учебно-тренажерном центре позволяет нивелировать различия между реальной аппаратурой и ее математической моделью, заранее адаптировать обучаемого к работе с «живой» техникой.

Еще одной отличительной особенностью специалистов флота, пришедших в учебно-тренажерный центр для обучения, повышения квалификации или переподготовки, является их обремененность производственными проблемами по месту работы. Программы подготовки-переподготовки, рассчитанные на 1-2 недели (а иногда – на 1-2 дня), не могут полностью переключить внимание и силы обучаемого на процесс обучения. Редко какой специалист может позволить себе посвятить обучению на тренажере часть своего отпуска. Как правило, учебный процесс так или иначе совмещается с выполнением обязанностей по основному месту работы (во время непродолжительной стоянки в порту между рейсами, или в свободную половину дня, или по какому-то текущему графику по согласованию со своим руководством).

В таких случаях голова у обучаемых забита порой совершенно посторонними вопросами и инструктору необходимо приложить дополнительные усилия для правильного осознания и усвоения ими преподаваемого материала. Требуется больше времени для вводных процедур, адаптации слушателей к рабочей обстановке учебного дня. Планирование учебного процесса с наименьшим количеством пауз, с наибольшим заполнением времени дает лучший результат.

Практический опыт, наработанный в реальных условиях, играет, несомненно, огромную положительную роль. Программы переподготов-

ки для специалистов со стажем (плавательным цензом) учитывают это и носят облегченный характер. Кроме того, наличие у обучаемого практического опыта позволяет инструктору использовать этот «багаж», апеллируя к нему в примерах, ситуациях, иллюстрирующих учебный процесс, пытаясь найти (подобрать) моменты, сходные с имеющимся опытом, влияя тем самым на мотивацию учащихся.

Вместе с тем необходимо учитывать, что наработанный опыт не всегда полезен. Ошибочные стереотипы, укоренившиеся в результате неправильного понимания отдельных положений теоретического характера из-за сложившихся обстоятельств или общения с неквалифицированными специалистами, могут проявляться в повседневной практике и, что более опасно, в чрезвычайных обстоятельствах. Для выявления таких неправильных стереотипов применяется входное тестирование обучаемых.

Анализ результатов входных тестов с 1998 года показывает, что процент положительных результатов уменьшается с возрастом испытуемых. Кроме того, капитаны, как правило, показывают более низкие результаты, чем вахтенные помощники. Это можно объяснить тем, что по роду своей деятельности капитан на судне меньше сталкивается с решением частных, мелких задач и больше отягощен стратегическими проблемами организации службы, обеспечения безопасности мореплавания и решения производственных задач. Задача персонала тренажерного центра – фиксирование ошибок, выявленных на этапе входного тестирования, с последующим акцентированием внимания обучаемого на этих вопросах.

### **Библиографический список**

1. Сборник резолюций ИМО, касающихся ГМССБ. СПб.: ЦНИИМФ, 2005.
2. Материалы регионального научно-технического семинара «Проблемы морской радиосвязи и тренажерная подготовка морских специалистов». Владивосток: ВМТ, 2004.
3. Международная конвенция по дипломированию моряков и несению вахты. СПб.: ЦНИИМФ, 2002.

УДК 517.9

## **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ**

**Л.К. Капран, З.П. Старовойтова, Дальрыбвтуз, Владивосток**

*Рассматриваются примеры составления дифференциальных уравнений в частных производных некоторых поверхностей второго порядка, а также методы решения определенных дифференциальных уравнений в частных производных. Рассмотренные примеры могут быть использованы в учебном процессе.*

Характерной чертой высшей математики является тесная взаимосвязь ее различных разделов и систематическое объединение аналитических и геометрических методов. Многие задачи геометрии, механики, физики приводят к исследованию дифференциальных уравнений с частными производными. Их вывод опирается на геометрические, механические или физические законы. Из всего многообразия таких задач мы рассмотрим примеры, иллюстрирующие некоторые методы построения математических моделей реальных геометрических объектов.

1. Составим дифференциальное уравнение цилиндрических поверхностей.

Пусть образующая некоторой цилиндрической поверхности параллельна [1] вектору  $\vec{S} = \{l; m; n\}$ , а направляющей является линия

$$\begin{cases} F(x, y) = 0, \\ z = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Для удобства дальнейших выкладок введем коллинеарный вектор  $\vec{S} = \{l; m; 1\}$ , где  $l = \frac{l'}{n}$ ;  $m = \frac{m'}{n}$ . Уравнения прямой, проходящей через произвольную точку  $M(x, y, z)$  параллельно вектору  $\vec{S} = \{l; m; 1\}$ , имеет вид:

$$\frac{x - x_0}{l} = \frac{y - y_0}{m} = \frac{z}{1} \quad (2)$$

Точка  $M_0(x_0, y_0, 0)$  является точкой пересечения прямой (2) с плоскостью  $z = 0$ . Из (2) получим  $x_0 = x - lz$ ;  $y_0 = y - mz$ . Для того чтобы точка  $M(x, y, z)$  принадлежала цилиндрической поверхности, необходимо и достаточно, чтобы точка  $M_0(x_0, y_0, 0)$  удовлетворяла уравнению направляющей (1), т.е.  $F(x_0; y_0) = 0$ . Откуда уравнение

$$F(x - lz; y - mz) = 0 \quad (3)$$

и является уравнением данной цилиндрической поверхности.

Обозначим  $u = x - lz$ ;  $v = y - mz$ , тогда (3) будет иметь вид  $F(u; v) = 0$ . Пусть функция  $F(u; v)$  непрерывная, дифференцируемая и такая, что ее частные производные  $F'_u; F'_v$  не обращаются в нуль одновременно. Дифференцируя равенство (3) по переменным  $u, v$ , получим

$$\begin{cases} F'_u \cdot u'_x + F'_v \cdot v'_x = 0, & \begin{cases} F'_u \cdot (1 - lz'_x) + F'_v \cdot (-mz'_x) = 0, \\ F'_u \cdot (-lz'_y) + F'_v \cdot (1 - mz'_y) = 0. \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

(4) – система однородных линейных уравнений относительно переменных  $F'_u; F'_v$  имеет ненулевое решение, если ее определитель равен нулю.

$$\begin{vmatrix} 1 - lz'_x & -mz'_x \\ -lz'_y & 1 - mz'_y \end{vmatrix} = 0.$$

Откуда  $(1 - lz'_x) \cdot (1 - mz'_y) - lmz'_x z'_y = 0$ , или  $1 - lz'_x - mz'_y = 0$ .

$$lz'_x + mz'_y = 1. \quad (5)$$

(5) – дифференциальное уравнение цилиндрических поверхностей.

2. Составим дифференциальное уравнение конических поверхностей, имеющих вершину в начале координат.

Будем исходить из конуса с направляющей

$$\begin{cases} F(x, y) = 0, \\ z = h. \end{cases} \quad (6)$$

Проведем через произвольную точку  $M(x, y, z)$  конической поверхности и начало координат прямую, пересекающую плоскость  $z = h$  в точке  $A(x_0, y_0, h)$ . Векторы  $OM = \{x, y, z\}$ ;  $OA = \{x_0, y_0, h\}$  коллинеарные, поэтому  $\frac{x_0}{x} = \frac{y_0}{y} = \frac{h}{z}$ , откуда  $x_0 = \frac{x \cdot h}{z}$ ;  $y_0 = \frac{y \cdot h}{z}$ . Для того чтобы точка

$M(x, y, z)$  лежала на поверхности конуса, необходимо и достаточно, чтобы точка  $A(x_0, y_0, h)$  принадлежала направляющей. Поэтому

$$\begin{cases} F(x_0, y_0) = 0, \\ z = h. \end{cases}$$

Тогда уравнение  $F\left(\frac{xh}{z}, \frac{yh}{z}\right) = 0$  и задает данную коническую поверхность.

Для получения дифференциальных уравнений конических поверхностей введем обозначения:  $u = \frac{x \cdot h}{z}$ ;  $v = \frac{y \cdot h}{z}$  и будем считать функцию  $F(u, v)$  непрерывной, дифференцируемой и такой, что частные производные  $F'_u; F'_v$  не обращаются в нуль одновременно. Дифференцируя уравнение  $F(u, v) = 0$ , получим

$$\begin{cases} F_u \cdot u'_x + F_v \cdot v'_x = 0, \\ F_u \cdot u'_y + F_v \cdot v'_y = 0, \end{cases} \quad (7)$$

$$\text{где } u'_x = \frac{h(z - xz'_x)}{z^2}; \quad v'_x = \frac{-hyz'_x}{z^2};$$

$$u'_y = \frac{-hxz'_y}{z^2}; \quad v'_y = \frac{h(z - yz'_y)}{z^2}.$$

Тогда система (7) будет иметь вид

$$\begin{cases} F_u \cdot \frac{h(z - xz'_x)}{z^2} + F_v \cdot \left( \frac{-hyz'_x}{z^2} \right) = 0, \\ F_u \cdot \left( \frac{-hxz'_y}{z^2} \right) + F_v \cdot \frac{h(z - yz'_y)}{z^2} = 0. \end{cases}, \text{ или } \begin{cases} F_u \cdot (z - xz'_x) - F_v \cdot yz'_x = 0, \\ -F_u \cdot xz'_y + F_v \cdot (z - yz'_y) = 0. \end{cases}$$

и ненулевое решение, если ее определитель равен нулю.

$$\begin{vmatrix} z - xz'_x & -yz'_x \\ -xz'_y & z - yz'_y \end{vmatrix} = 0.$$

Раскрывая определитель, получим  $(z - xz'_x) \cdot (z - yz'_y) - xyz'_x z'_y = 0$  и после преобразования  $z^2 - yzz'_y - xzz'_x + xyz'_x z'_y - xyz'_x z'_y = 0$ . Учитывая, что  $z \neq 0$ , получаем дифференциальное уравнение конических поверхностей

$$z - yz'_y - xz'_x = 0. \quad (8)$$

3. Составим дифференциальное уравнение поверхностей вращения.

Пусть заданная поверхность образуется путем вращения кривой  $\Gamma$  вокруг некоторой прямой (ось вращения  $OL$ ). Каждая точка  $M(x, y, z) \in \Gamma$  описывает окружность с центром на прямой  $OL$ , причем окружность принадлежит плоскости, перпендикулярной прямой  $OL$ . Поверхность вращения можно рассматривать как множество таких окружностей.

Пусть ось вращения задается уравнениями:  $\frac{x}{l} = \frac{y}{m} = \frac{z}{n}$ . Тогда плоскость ей перпендикулярная имеет уравнение  $lx + my + nz + d = 0$ . Окружность можно задать как линию пересечения сферы  $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$  данной плоскостью. Учитывая тот факт, что плоскость проводится через точку  $M(x, y, z) \in \Gamma$ , то точка поверхности вращения должна удовлетворять системе уравнений:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = R^2, \\ lx + my + nz + d = 0, \\ F_1(x, y, z) = 0, \\ F_2(x, y, z) = 0. \end{cases}, \quad (9)$$

где  $\begin{cases} F_1(x, y, z) = 0, \\ F_2(x, y, z) = 0 \end{cases}$  – уравнения кривой  $\Gamma$ .

Исключая переменные  $x, y, z$  из системы (9), получим соотношение, связывающее параметры  $d, R$ :  $d = -\Phi(R^2)$ . Тогда уравнение поверхности вращения имеет вид:

$$lx + my + nz = \Phi(x^2 + y^2 + z^2). \quad (10)$$

Предположим, что функция  $\Phi(u)$  ( $u = x^2 + y^2 + z^2$ ) непрерывная, дифференцируемая и такая, что  $\Phi'_u \neq 0$ . Дифференцируя равенство (10) по переменным  $x, y$ , получим

$$\begin{cases} l + nz'_x = \Phi'_u \cdot (2x + 2zz'_x), \\ m + nz'_y = \Phi'_u \cdot (2y + 2zz'_y). \end{cases}$$

После исключения  $\Phi'_u$  получаем дифференциальное уравнение поверхностей вращения

$$\begin{aligned} (l + nz'_x) \cdot (2y + 2zz'_y) &= (m + nz'_y) \cdot (2x + 2zz'_x), \\ (mz - ny) \cdot z'_x + (nx - lz) \cdot z'_y &= ly - mx. \end{aligned} \quad (11)$$

### Методы решения некоторых дифференциальных уравнений частных производных

Наряду с задачами о составлении дифференциальных уравнений имеет смысл рассмотреть примеры решения некоторых дифференциальных уравнений.

1. Найти решение дифференциального уравнения

$$z'_x - az'_y = 0. \quad (1)$$

Градиент искомой функции  $z = z(x, y)$  ( $\overline{\text{grad}z} = \{z'_x; z'_y\}$ ) направлен по нормали к линиям горизонталей  $z = C$ . Из уравнения (1) следует, что вектор  $\{1; -a\} \perp \overline{\text{grad}z}$ , т.е. этот вектор направлен по касательной к

линиям горизонталей. Следовательно,  $\{1; -a\} \parallel \{dx; dy\}$ . Используя условие коллинеарности двух векторов, получим

$$\frac{dx}{1} = \frac{dy}{-a}, \text{ или } dy = -adx,$$

откуда  $y = -ax + c_1$  - уравнение касательной к линии горизонтали  $z = C$ . Очевидно, что каждому значению  $c_1$  будет отвечать значение  $C$ . Следовательно,  $C$  является функцией  $c_1$ , т.е.  $C = f(c_1)$ , или  $C = f(ax + y)$ . Поэтому функция  $z = f(ax + y)$  является решением дифференциального уравнения (1), где  $f$  любая дифференцируемая функция.

Можно рассмотреть несколько иной подход [2] к нахождению решения дифференциального уравнения (1).

Решением дифференциального уравнения (1) является функция  $z = z(x, y)$ , которая задает некоторую поверхность. Линии ее горизонталей определяются уравнениями  $z = C$ . Дифференцируя это равенство, получим  $z'_x dx + z'_y dy = 0$ . Из уравнения (1)  $z'_x = az'_y$ . Тогда имеем равенство  $az'_y dx + z'_y dy = 0$ ,  $z'_y \cdot (adx + dy) = 0$ , так как  $z'_y \neq 0$ , то  $adx + dy = 0$ . Решением последнего уравнения является множество функций  $y = -ax + c_1$ , определяющих семейство параллельных прямых. Значение  $c_1$  определяет единственную линию горизонтали  $z = C$ , т.е. горизонталь получаем поднятием прямой  $y = -ax + c_1$  на высоту  $C$ . Закон, по которому эта прямая поднимается на высоту  $C$ , произволен. Запишем его в виде  $C = f(c_1)$  или  $C = f(ax + y)$ . Поэтому функция  $z = f(ax + y)$  определяет семейство поверхностей, описываемых дифференциальным уравнением (1), где  $f$  - любая дифференцируемая функция.

2. Найти решение дифференциального уравнения.

$$ayz'_x + bxz'_y = 0. \quad (2)$$

Рассуждая аналогично, можно утверждать, что вектор  $\{ay; bx\}$  направлен по касательной к линии горизонтали  $z = C$ .

Тогда справедливо равенство  $\frac{dx}{ay} = \frac{dy}{bx}$  или  $bx \cdot dx = ay \cdot dy$ , интегрируя которое, получим  $bx^2 = ay^2 + c_1$  или  $bx^2 - ay^2 = c_1$  - семейство линий, имеющих общую касательную с линиями горизонталей. Причем значение  $C_1$  определяет единственную линию горизонтали  $z = C$ , т.е. горизонталь получаем поднятием линии  $bx^2 - ay^2 = c_1$  на высоту  $C$ , т.е.  $C = f(c_1)$  или  $C = f(bx^2 - ay^2)$  и  $z = f(bx^2 - ay^2)$  есть решение дифферен-

циального уравнения (2), где  $f$  – любая дифференцируемая функция. Это легко проверить путем подстановки ее в уравнение.

3. Найти интегральную поверхность, определяемую дифференциальным уравнением (2) при условии  $a \neq b$  и проходящую через параболу

$$\begin{cases} z = 3x^2, \\ y = x. \end{cases} \quad (3)$$

Как было показано выше, решением дифференциального уравнения (2) является функция  $z = f(bx^2 - ay^2)$ . Найдем выражение для функции  $f(u)$  такое, чтобы выполнялись условия (3).

Итак,

$$\begin{cases} z = f(bx^2 - ay^2), \\ z = 3x^2, \\ y = x. \end{cases}$$

Откуда имеем  $3x^2 = f(bx^2 - ax^2)$ .

Последовательно преобразовывая, получаем

$$3x^2 = f((b-a)x^2) \frac{3(b-a)x^2}{(b-a)} = f((b-a)x^2),$$

если обозначить  $(b-a)x^2 = u$ , то получим  $\frac{3u}{(b-a)} = f(u)$ .

Тогда искомая поверхность имеет уравнение  $z = \frac{3}{b-a}(bx^2 - ay^2)$ .

4. Найти решение дифференциального уравнения

$$z'_x - 2z'_y = \phi(2x + y). \quad (4)$$

Искомую функцию будем искать в виде [3]

$$u(x, y, z) = C, \quad (5)$$

тогда частные производные функции, заданной неявно, определяются по правилу  $z'_x = -\frac{u'_x}{u'_z}$ ;  $z'_y = -\frac{u'_y}{u'_z}$ . Подставляя их значения в данное уравнение (4), получим

$$-\frac{u'_x}{u'_z} - 2\left(-\frac{u'_y}{u'_z}\right) = \varphi(2x+y) \text{ или } u'_x - 2u'_y + \varphi(2x+y) \cdot u'_z = 0. \quad (6)$$

Градиент функции  $u = u(x, y, z)$ ,  $\overline{gradu} = \{u'_x; u'_y; u'_z\}$  направлен по нормали к поверхности уровня  $u(x, y, z) = C$ , а из уравнения (6) следует, что он перпендикулярен вектору  $\overline{F} = \bar{i} - 2\bar{j} + \varphi(2x+y)\bar{k}$ . Следовательно, имеет место равенство

$$\overline{dr} = \lambda \overline{F}, \quad (7)$$

где  $\overline{dr} = \{dx; dy; dz\}$  – вектор касательной плоскости к поверхности уровня  $u(x, y, z) = C$ . В координатной форме (7) имеет вид

$$\frac{dx}{1} = \frac{dy}{-2} = \frac{dz}{\varphi(2x+y)} \text{ или } \begin{cases} \frac{dx}{1} = \frac{dy}{-2}; \\ \frac{dx}{1} = \frac{dz}{\varphi(2x+y)}. \end{cases} \quad (8)$$

Интегрируя первое равенство системы (8), получим  $y = -2x + c$  или  $2x + y = c$ . Тогда второе уравнение системы (8) будет иметь вид  $dz = \varphi(c)dx$ , после интегрирования которого  $z = x\varphi(c) + C_1$ .

Подставляя  $2x + y = c$ , получаем функцию  $z = x\varphi(2x + y) + C_1$ . Откуда  $z - x\varphi(2x + y) = C_1$ , т.е. функция  $u(x, y, z) = z - x\varphi(2x + y)$  является решением (6), а функция  $z = x\varphi(2x + y) + C_1$  удовлетворяет уравнению (4).

5. Найти решение дифференциального уравнения

$$x \cdot \dot{z}_x + y \cdot \dot{z}_y = z. \quad (9)$$

Пусть функция  $u(x, y, z) = C$  является решением дифференциального уравнения (9).

Учитывая, что  $z'_x = -\frac{u'_x}{u'_z}$ ;  $z'_y = -\frac{u'_y}{u'_z}$ , (9) будет иметь вид

$$x \cdot u'_x + y \cdot u'_y + z \cdot u'_z = 0. \quad (10)$$

Градиент функции  $u = u(x, y, z)$ ,  $\overline{gradu} = \{u'_x; u'_y; u'_z\}$  перпендикулярен вектору  $\overline{F} = x\bar{i} + y\bar{j} + z\bar{k}$ , который задает векторное поле. Векторной линией векторного поля называют линию, касательная к которой в каждой точке имеет направление поля. Уравнения векторных линий векторного

поля определяются равенством  $\overline{dr} = \lambda \overline{F}$ , где  $\overline{dr} = \{dx; dy; dz\}$ . В координатной форме имеем  $\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z}$ . Интегрируя каждое из уравнений

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y}; \quad \frac{dx}{x} = \frac{dz}{z},$$

получаем семейство линий  $y = c_1 x; z = c_2 x$ .

Откуда  $c_1 = \frac{y}{x}; c_2 = \frac{z}{x}$ , т.е. можно считать, что  $c_2 = \varphi(c_1)$ , где  $\varphi$  – произвольная дифференцируемая функция. Тогда семейство векторных линий можно задать уравнением  $\frac{z}{x} = \varphi\left(\frac{y}{x}\right)$ , а функция  $z = x \cdot \varphi\left(\frac{y}{x}\right)$  является решением исходного дифференциального уравнения (9).

6. Найти решение дифференциального уравнения

$$(u'_x)^2 + (u'_y)^2 = 1, \tag{11}$$

где  $u(x, y) = \varphi(x) + \psi(y)$ .

Для определения вида функций  $\varphi(x); \psi(y)$  подставим выражение  $u(x, y) = \varphi(x) + \psi(y)$  в уравнение (11).

Так как

$$u'_x(x, y) = \varphi'(x); \quad u'_y(x, y) = \psi'(y),$$

то

$$(\varphi'(x))^2 + (\psi'(y))^2 = 1.$$

Это возможно лишь тогда, когда  $(\varphi'(x))^2 = 1 - (\psi'(y))^2 = k^2$ , где  $k$  – константа.

Из равенств  $(\varphi'(x))^2 = k^2; 1 - (\psi'(y))^2 = k^2$  следует

$$\varphi'(x) = k; \quad \psi'(y) = \sqrt{1 - k^2}$$

и

$$\varphi(x) = kx; \quad \psi(y) = \sqrt{1 - k^2} y.$$

Тогда решением дифференциального уравнения (11) будет функция

$$u(x, y) = kx + \sqrt{1 - k^2} y + c,$$

где  $k, c$  – параметры.

Рассмотренные примеры могут послужить хорошим практикумом при изучении функции нескольких переменных, а именно, правил диф-

ференцирования сложных функций нескольких переменных, а также позволят использовать знания элементов аналитической геометрии, векторной и линейной алгебры.

### Библиографический список

1. *Щипачев В.С.* Высшая математика. М., 2001.
2. *Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я.* Высшая математика в упражнениях и задачах. М., 1999.
3. *Смирнов М.М.* Задачи по уравнениям математической физике. М., 2001.

УДК 515. 2:681.3

## РАЗВЕРТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ПРОГРАММЕ AutoCAD

**Н.Ю. Смекаева, Е.В. Шамрай-Лемешко; Дальрыбвтуз, Владивосток**

*Описаны примеры построения некоторых цилиндрических поверхностей в современном исполнении в программе AutoCAD. Такие поверхности встречаются при изготовлении воздухопроводов, вентиляционных систем, водосточных труб и др.*

Технические развертки изделий, содержащие элементы цилиндрических поверхностей, широко используются при изготовлении воздухопроводов, вентиляционных систем, водосточных труб и труб пневматического транспорта. В этих изделиях цилиндры обычно пересечены плоскостью, наклонной к образующим. В данной работе рассмотрены примеры построения разверток цилиндров вращения в современном исполнении в программе **AutoCAD**.

Цилиндрические поверхности относятся к развертываемым поверхностям, т.е. в общем случае их развертки строят как развертки гранных поверхностей, вписанных или описанных около них.

При построении разверток цилиндров вращения не требуется аппроксимации их гранными поверхностями, так как между параметрами их поверхностей и их развертками существуют простые аналитические зависимости. Ниже рассмотрены примеры построения разверток наиболее часто встречающихся случаев цилиндрических поверхностей вращения.

***Развертка отсека цилиндрической поверхности вращения (рис. 1)***

В общем случае построение развертки такой поверхности состоит в том, что в нее вписывают призматическую поверхность и строят ее

развертку. Процесс разворачивания поверхности состоит в спрямлении и изгибании принадлежащих ей кривых. Так как с помощью циркуля и линейки точное спрямление невозможно, разворачивание поверхности выполняется приближенно [1]. Рассмотрим поверхность на рис 1.

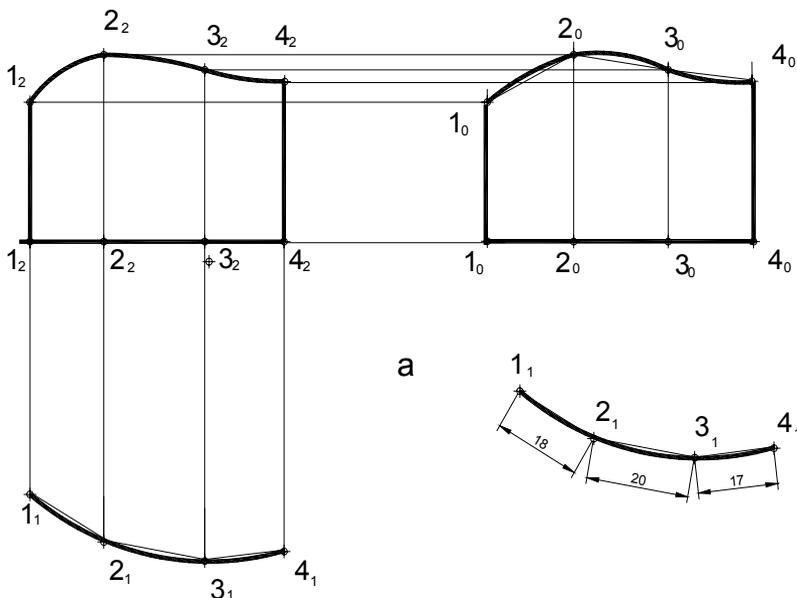


Рис. 1. Построение развертки отсека цилиндрической поверхности

Из чертежа видно, что образующие цилиндрического отсека – горизонтально проецирующие прямые, т.е. их фронтальные проекции – натуральные величины. Направляющая поверхности принадлежит горизонтальной плоскости уровня, т.е. проецируется на плоскость  $\Pi_1$  в натуральную величину.

Для построения приближенной развертки данной поверхности впишем в нее трехгранную призматическую поверхность. Ее развертка будет приближенной разверткой данной поверхности. Направляющую линию аппроксимируем (заменяем) вписанной ломаной линией: для этого командой ТОЧКА разделим дугу на неравные части. Точки деления  $1_1$ ,  $2_1$ ,  $3_1$ ,  $4_1$  выбираем так, чтобы длины хорд мало отличались от длин дуг. Находим фронтальные проекции этих точек и из них проводим образующие  $1_21_2$ ,  $2_22_2$  и др. Развертку строим справа от фронтальной проекции поверхности.

Командой ОТРЕЗОК проводим горизонтальную линию от точек нижнего основания на  $\Pi_2$ . На этой прямой от точки  $1_0$  откладываем отрезки  $1_0 2_0 = 1_1 2_1$ ,  $2_0 3_0 = 2_0 3_0$  и  $3_0 4_0 = 3_1 4_1$  КОПИРУЙ, ПЕРЕНЕСИ, ПОВЕРНИ, взяв их величины на  $\Pi_1$  [2].

Натуральные величины хорд можно определить более точно и быстрее командой РАЗМЕРЫ ЛИНЕЙНЫЕ (рис. 1, а) и отложить их числовые значения от точки  $1_0$  (рис. 1, а).

Из точек  $1_0$ ,  $2_0$ ,  $3_0$  и  $4_0$  восстановим перпендикуляры командой ОТРЕЗОК. На них отложим образующие цилиндрической поверхности. Размеры образующих переносим горизонтальными линиями с фронтальной проекции. Полученные точки соединяем плавной кривой (команда ДУГА) [1].

**Построить развертку боковой поверхности цилиндра вращения прямого кругового цилиндра (рис. 2)**

Для построения развертки цилиндра вращения нет необходимости вписывать в него многогранник, так как существует аналитическая зависимость между параметрами поверхности цилиндра и развертки.

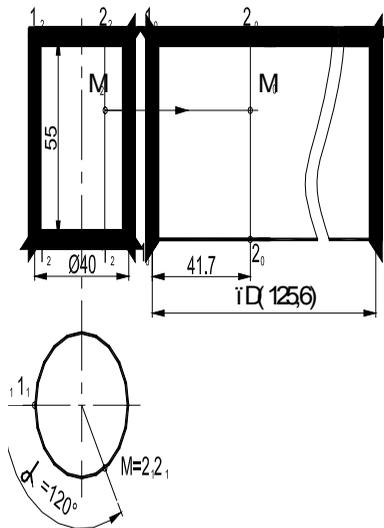


Рис. 2. Развертка поверхности цилиндра вращения

Боковая развертка поверхности такого цилиндра представляет собой прямоугольник, высота которого равна высоте цилиндра, а ширина – длине окружности основания цилиндра

$$L = 2\pi R,$$

где  $R$  – радиус окружности основания цилиндра.

Построение начинаем с проведения горизонтальной линии от нижнего основания справа от фронтальной проекции. Выбираем точку **10**, от нее откладываем длину окружности основания цилиндра

$$L = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 = 125,6.$$

При построении развертки используем режим ОРТО, команду ОТРЕЗОК и шаговую привязку.

Из концов отрезка восстановим перпендикуляры, равные образующей цилиндра – 55 мм, и обведем прямоугольник контурной линией.

Для построения на развертке точки **М** определим длину дуги **1,2<sub>1</sub>**

$$L = 2\pi R\alpha / 360^\circ.$$

Определим угол дуги командой РАЗМЕРЫ УГЛОВЫЕ,  $\alpha = 120$ . Длина дуги **1,2<sub>1</sub>** = 41,7 мм. Отложим этот размер от точки **1<sub>0</sub>**. Дальнейшее построение ясно из чертежа (см. рис. 2).

### ***Построить развертку поверхности кругового цилиндра с отверстием $\varnothing 22$ мм***

Развертку цилиндра строим как в предыдущем примере – прямоугольником, а линия окружности (отверстие) изобразится на развертке в виде замкнутой кривой. Поверхность имеет фронтальную плоскость симметрии, а отверстие в продольном направлении может располагаться в любом месте развертки. Поэтому построим левую половину цилиндра с половиной отверстия, которое расположим по середине. Полный контур развертки с отверстием получим командой ЗЕРКАЛО.

Чтобы развернуть половину цилиндра, вычисляем длину нижнего основания и развертываем его половину в прямую линию.

Для нанесения кривой на развертке выполним следующие построения.

Вначале на поверхности цилиндра командой ОТРЕЗОК проведем на фронтальной проекции две образующие – касательную в точке **4** и через диаметр (точки **1** и **2** на рис.3, б) [1].

Построим эти точки на развертке. Построение точек **1** и **2** видно из чертежа (рис.3, а). Образующую, на которой лежит точка **4**, найдем, замерив дугу от точки **1** до точки **4** на горизонтальной проекции. Для построения точек **3** и **5** проведем произвольную образующую на фронтальной проекции, построим ее на развертке подобно точке **4** (рис.3, б).

Полученные точки соединим плавной кривой (команда ДУГА). Полный контур развертки поверхности цилиндра с круговым отверстием получим командой ЗЕРКАЛО (рис. 3, в) [2].

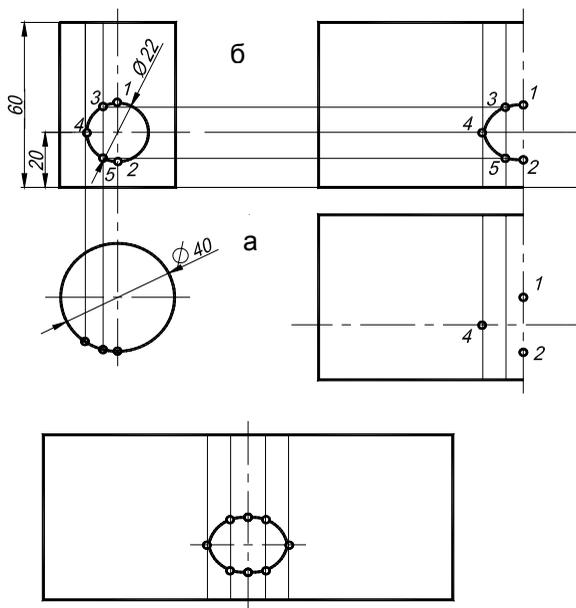


Рис. 3. Развертка цилиндра с отверстием

### ***Развертка поверхности цилиндра вращения, усеченного плоскостью***

Развертка этого цилиндра (рис. 4) состоит из двух частей: нижняя часть развернута в прямоугольник с высотой **11** и основанием, равным длине окружности. Верхняя часть развертки ограничена кривой линией. Цилиндр имеет фронтальную плоскость симметрии, поэтому построим половину развертки. Полную развертку получим командой ЗЕРКАЛО [2].

Построение начинаем слева от фронтальной проекции. Командой отрезок проводим горизонтальную линию от нижнего основания и отложим половину длины окружности **ДП/2** и высоту **11**.

Боковую развертку верхней части строим следующим образом.

Командой МАССИВ разделим полуокружность на горизонтальной проекции на 6 частей. Командой ОТРЕЗОК построим образующие на плоскости **П<sub>2</sub>**. Таким же образом разделим длину полуокружности на развертке и восстановим перпендикуляры из точек деления, они определят положение образующих цилиндра. Размеры образующих перенесем с фронтальной проекции командой ОТРЕЗОК.

Полученные точки соединим плавной кривой (командой ДУГА). Эта кривая является синусоидой [1].

Построения верхнего и нижнего оснований видно из чертежа.

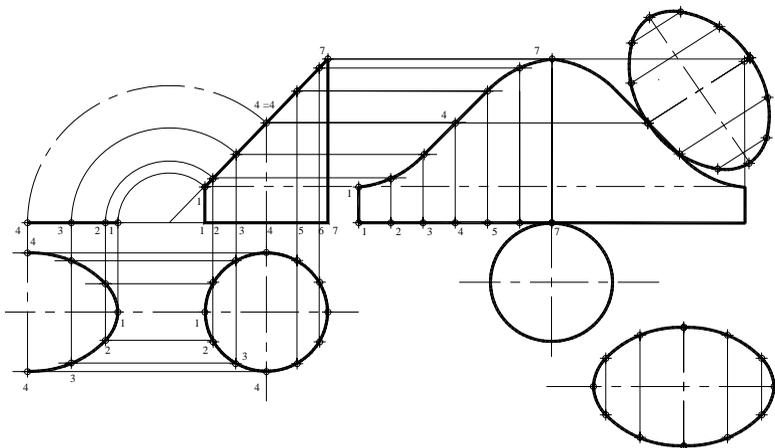


Рис. 4. Развертка усеченного цилиндра вращения

Представленная на рис. 4 развертка построена в предположении, что поверхность данного цилиндра разрезана вдоль наименьшей образующей. Можно разрезать поверхность вдоль какой-либо другой образующей, в том числе, вдоль наибольшей. С геометрической точки зрения такие развертки равноценны. Выбор наиболее целесообразного варианта зависит от принятой технологии изготовления.

#### Библиографический список

1. *Высоцкая Н.Н. и др.* Технические развертки изделий из листового материала. Л.: Машиностроение, 1968.
2. *Красновский Д.Г.* AutoCAD для всех. М., 1990.

УДК 555.46

#### НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Н.В. Королук, Дальрыбвтуз, Владивосток**

*Сделана попытка определить основные факторы оптимизации процесса обучения иностранным языкам на основе анализа существующего опыта использования персонального компьютера в качестве инструмента профессиональной деятельности преподавателя иностранных языков.*

Компьютеризация всех сторон общественной жизни, новые образовательные потребности общества создают реальные предпосылки для эффективного использования компьютерных технологий в учебном процессе.

Возможности использования компьютера при обучении иностранным языкам определяются его способностью к имитации речемыслительной деятельности человека по переработке текстовой информации и к воспроизведению отдельных аспектов профессиональной деятельности людей.

Однако исследования показывают, что использование компьютеров в учебном процессе наталкивается на целый комплекс проблем, наиболее существенной из которых, по мнению исследователей, является противоречие между мотивацией студентов, знакомых с компьютерной средой, и традиционными методами обучения, которые им предлагаются, а также несоответствие программного обеспечения учебного назначения высоким техническим характеристикам компьютеров.

В настоящей статье автором сделана попытка определить основные факторы оптимизации процесса обучения иностранным языкам на основе анализа существующего опыта использования компьютерных технологий в учебном процессе.

В настоящее время в работах по компьютерной лингводидактике представлены многочисленные классификации и перечни функций, выполняемых компьютером в учебном процессе по иностранным языкам. Различия в этих классификациях обусловлены не только разной оценкой авторами роли компьютера в обучении, но и тем, что исследователи акцентируют свое внимание на отдельных функциях ПК в зависимости от типа разрабатываемых либо исследуемых ими программ. Можно выделить два основных подхода к систематизации функциональных возможностей компьютера в процессе обучения иностранным языкам.

Первый подход ориентирован на классификацию компьютерных средств с точки зрения дидактических целей их использования. Второй подход основан на установлении типов функционального взаимодействия пользователя с компьютером в процессе обучения.

Нам представляется целесообразным рассматривать функциональные особенности компьютера с учетом всех участников учебного процесса:

- персонального компьютера;
- обучающихся (преподавателей, методистов, разработчиков компьютерных программ);
- обучаемых (студентов, школьников и лиц, изучающих иностранный язык на курсах либо самостоятельно).

При этом необходимо принимать во внимание не только все разнообразие компьютерных средств, которые могут применяться в обучении, но и возможности варьирования режимов их использования (индивидуальная самостоятельная работа за ПК, коллективная работа в локальных компьютерных сетях, групповая работа за терминалом и т.д.).

С точки зрения проведения наших исследований мы будем говорить об использовании ПК в качестве инструмента профессиональной деятельности преподавателя иностранных языков.

Функции ПК в качестве инструмента деятельности преподавателя основаны на его возможностях точной регистрации фактов, хранения и передачи большого объема информации, группировки и статистической обработки данных. Это позволяет применять его для оптимизации управления обучением, повышения эффективности и объективности учебного процесса при значительной экономии времени преподавателя по следующим направлениям:

- получение информационной поддержки;
- диагностика, регистрация и систематизация параметров обучения;
- работа с учебными материалами (поиск, анализ, отбор, оформление, создание);
- организация коллективной работы;
- осуществление дистанционного обучения.

При работе с учебными материалами ПК предоставляет преподавателю разнообразные виды помощи, которая заключается не только в упрощении поиска необходимых сведений при создании новых учебных материалов за счет использования систем справочно-информационного обеспечения, но и в оформлении материалов для обучения (текстов, рисунков, графиков), а также в анализе существующих разработок.

Автоматический анализ, отбор и прогнозирование эффективности учебных материалов являются важными направлениями использования компьютера в качестве поддержки деятельности обучающего. Преподаватель может не только проводить отбор материалов для обучения (составлять лексические и грамматические минимумы, отбирать тексты и упражнения), но также анализировать тексты и целые учебные пособия. Выделенные в результате машинной обработки выборочной совокупности текстов и упорядоченные по различным критериям лексические единицы служат основой при решении целого комплекса лингводидактических задач. В качестве примера специализированной программы анализа текста можно назвать универсальную систему TEXAN, созданную для любого языка, использующего латинский алфавит.

Помимо разработки печатных учебных материалов современные компьютерные средства позволяют преподавателям, не занимаясь программированием, самостоятельно создавать новые компьютерные обучающие программы (КОП). Для этого существует несколько возможностей: модификация и дополнение баз данных открытых КОП и использование так называемых авторских или генеративных программ. Эти программы называют генеративными, поскольку они самостоятельно генерируют КОП из вводимого преподавателем языкового материала. Работа преподавателя с генеративными КОП проходит в диалоговом режиме и сводится к ответам на запросы: «введите предложение», «введите правило», «введите текст» и др. К основным типам генерируемых КОП относятся:

- тексты с использованием техники множественного выбора (с единственным либо несколькими вариантами правильных ответов);
- тексты с пропусками (с различными возможностями оказания поддержки пользователю);
- лингвистические игры (кроссворды).

Примером генеративной КП, предназначенной для создания игровых тренировочных программ, является CROSSWORD MAGIC, которая составляет кроссворды из вводимых преподавателем слов, самостоятельно находя точки пересечения слов и выбирая оптимальную форму их расположения на экране. Программа STORY CORNER, генерирующая задания, основанные на восстановлении любого заданного текста, предусматривает различные виды кодирования текста в 160-170 слов на одну экран-страницу. Примером генеративных программ может служить система MULTISCENARIO, предназначенная для создания КОП по обучению письменной речи.

Наиболее известными и широко используемыми являются следующие генеративные компьютерные программы, предназначенные для преподавателей иностранного языка:

1) программы автоматического создания тестов на основе техники множественного выбора с единственным правильным вариантом ответа из нескольких предлагаемых (ATCM, STORY-BOARD, QCM, etc.);

2) программы автоматического создания тестов на основе техники множественного выбора с несколькими возможными правильными вариантами ответов (QASOAR);

3) программы автоматического генерирования упражнений в виде текстов с пропусками с единственно возможным правильным вариантом заполнения пропуска (CLOSU, ELMO);

4) программы автоматического генерирования тестов либо текстов с пропусками, дополненные модулем управления ошибками, модулем поддержки, модулем управления прохождением программы (LASA, VISA, PUBLIC, etc.).

Применение ПК в качестве инструмента поддержки профессиональной деятельности преподавателя иностранных языков позволяет не только эффективно работать с учебными материалами, но и оптимизировать учебный процесс путем систематической регистрации его параметров и создания банков данных по каждому конкретному студенту и группе студентов в целом (сведения об исходном уровне знаний, результаты текущего контроля, средний балл, данные о преобладающем темпе работы и т.п.). Системы учета и анализа ошибок обучаемых, предусмотренные во многих КОП либо существующие в виде отдельных программ, дают возможность выявить динамику и закономерности процесса обучения в ходе экспериментальных педагогических исследований и позволяют упростить работу по организации учебного процесса.

В качестве средства технической поддержки деятельности преподавателя компьютер открывает широкие перспективы в совершенствовании организации процесса обучения, более того, некоторые органи-

зационные формы учебного процесса не могут быть реализованы без применения компьютера. Только локальные компьютерные сети и телекоммуникационные средства дают возможность организовать в режиме реального времени коллективную творческую работу над совместным проектом обучаемых из разных учебных заведений. При этом процесс коллективного творчества позволяет не только повысить уровень мотивации в изучении иностранного языка, но и сделать задание, например, по обучению письменной речи, подлинно коммуникативным.

Другой специфической компьютерной формой образования является дистанционное обучение, преимуществом которого является то, что оно дает возможность изучать иностранный язык с преподавателем тем категориям людей, которые исключены из других форм обучения в силу объективных причин.

Наиболее распространенными компьютерными средствами, используемыми в целях дистанционного обучения, являются:

- телематические средства (интерактивное телевидение) с использованием кабельных телевизионных сетей;
- региональные и глобальные телекоммуникационные сети;
- учебные компьютерные курсы на лазерных дисках.

Форма дистанционного обучения интересна также тем, что она позволяет сделать процесс овладения языком более естественным с точки зрения условий его протекания, поскольку язык изучается не в аудитории одновременно большим количеством студентов в рамках отведенного на занятие времени, а индивидуально, причем с использованием различных организационных форм работы. Учащиеся приобретают некоторую автономию, не только физическую, но и социальную и психологическую, выбирая наиболее комфортные и естественные условия для обучения.

Таким образом, для преподавателя иностранного языка применение ПК в качестве инструмента профессиональной деятельности обеспечивает освобождение от рутинной работы, возможность постоянного совершенствования учебных материалов, оперативного контроля за ходом учебного процесса относительно конкретного студента или группы студентов в целом, внедрения новых организационных форм обучения.

### **Библиографический список**

1. *Зимина О.В.* Дидактические аспекты информатизации высшего образования // Педагогическое образование. 2005. № 1. С. 17.
2. *Зимина О.В., Кириллов А.И.* Инженерное образование в компьютеризованном обществе: Новые ориентиры // Проблемы теории и методики обучения. 2003. № 7. С. 68.
3. *Карамышева Т.В.* Изучение иностранных языков с помощью компьютера. СПб.: Изд-во «Союз», 2001. С. 39-45.

## УСВОЕНИЕ ГРАММАТИКИ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ НАД ЛЕКСИКОЙ

**С. Ф. Донник, Дальрыбвтуз, Владивосток**

*В процессе изучения иностранного языка у студентов возникают трудности не только в связи с переводом определенного слова на этот язык, но и в связи с грамматическим оформлением предложения. Последнее не менее важно, чем знание слов, так как в одном предложении встречается одновременно много грамматических явлений. Знание грамматики является ключом к пониманию текста.*

Знание лексики без учета грамматических явлений не приведет к пониманию предложений, да и сама лексика усваивается значительно лучше, когда понятна структура предложений и когда она закреплена рядом упражнений. Механическое заучивание лексики не дает желаемых результатов.

Упражнения по грамматике часто не являются органической частью системы упражнений по развитию навыков устной речи, а включаются лишь для формального прохождения той или иной грамматической темы. Работа над усвоением грамматического материала заканчивается уже на первом этапе процесса усвоения, на узнавании, и не доводится до последнего этапа – применения этого грамматического явления в речи.

Лексика и грамматика на занятиях по иностранному языку должна составлять неделимое целое, поскольку практическое овладение языком предполагает также активное усвоение грамматики, умение употреблять ту или иную грамматическую форму по аналогии.

*Например:*

a) We simply must accept her invitation.

We can't help but accept her invitation.

b) I simply had to reject his order.

I couldn't help but reject his order.

Тренировочные упражнения для закрепления грамматики способствуют закреплению лексики и расширению словарного запаса.

Усвоение грамматики предусматривает два этапа:

1) усвоение грамматической формы. Мы искусственно изолируем слово в предложении, чтобы студенты поняли и запомнили форму слова на основе устных и письменных упражнений (схема, перефразировка, подстановка и т.д.);

2) применение приобретенных знаний по грамматике в речи. Сначала студентам нужно знать, что употреблять, а лишь потом – как употреблять их в речи. Чтобы выработать автоматические навыки устной речи следует употреблять беспереvodные виды упражнений. Следующие виды упражнений можно применять для активизации грамматического материала в устной речи:

1. Использование грамматических речевых моделей.

*Модель:* We get to the University on foot.

– by bus

The Airport – on train

– by taxi

– by trolleybus

На данной модели можно тренировать спряжение глаголов во всех временных формах актива. Данная и аналогичные модели могут быть увязаны с темами «Город», «Мой рабочий день» и другими.

2. Заучивание на память крылатых слов, поговорок, высказываний великих людей, стихов или отрывков из стихов, которые в очень наглядной форме иллюстрируют какое-либо грамматическое явление.

*Например:* To kill two birds with one stone.

As old as the hills.

As if he were born yesterday; to fall from the moon.

3. Упражнения на внимание и понимание. Студентам предлагается короткий, легкий по содержанию текст из 10-15 предложений. Предварительно дается задание установить количество предложений, которые были употреблены на то или другое грамматическое правило и повторить эти предложения.

4. Составление и заучивание наизусть коротких диалогов, где обращается особое внимание на какое-либо грамматическое явление. Проходя тему «Учеба в университете», студенты составили, *например*, следующий диалог на употребление глаголов во временах Present Indefinite и Present Continuous:

– Where do you study?

– I study at the Far Eastern State Fishery University.

– Is your University good?

– Yes, I think so.

– What subjects are you studying now?

– We are studying many subjects, necessary for our future profession.

5. Пересказ проработанного текста с заданием: употребить определенное количество предложений на данное грамматическое правило. Задание другим студентам – записать эти предложения с целью осуществления контроля.

6. Употребление студентами того или иного грамматического материала по требованию преподавателя при пересказе содержания, прочитанного текста.

7. Составление в аудитории рассказа на употребление определенного грамматического явления на основе знакомой лексики и по плану, предложенному преподавателем или выработанному вместе со студентами. Например, составляется рассказ «В выходной день», в котором повторяется Future Indefinite, возвратные глаголы, обозначение времени – часы, минуты.

*Текст.* I'll have my next day off on Sunday. I shall not get up early on this day. I'll get up later than usual – at 9 or 10 a.m. As I have much

free time, I'll go to see my friend. He lives in Herzen Street. It usually takes me about half an hour to get his house. I'll be very glad to spend the time together.

Этот рассказ продолжают все члены группы и доводят его до конца.

8. Преподаватель предлагает легкий текст, и студенты пересказывают его по ключевым словам. Цель – закрепление основных форм глагола или какого-либо другого грамматического материала.

9. Иллюстрация грамматического явления коротким анекдотом, насыщенный тем или иным грамматическим материалом, с последующим пересказом или заучиванием наизусть.

10. Возможно также сочетание повторения лексического и грамматического материала на базе домашнего чтения. Здесь мы имеем неограниченный материал для языковых ситуаций. В текстах домашнего чтения встречаются различные грамматические явления, из которых можно выбрать наиболее нужные для повторения.

Например, при прохождении темы «Participle I, II» можно предложить студентам при чтении специальных текстов найти и выписать 3-5 предложений, в которых употреблено причастие. На уроке каждый студент читает свои предложения, другие внимательно слушают, определяют функцию причастия и переводят его.

Этот вид упражнения может иметь бесконечное число вариантов в зависимости оттого, что повторяется и насколько подготовлена данная группа.

Но не весь грамматический материал необходимо активизировать; отбираются явления, наиболее употребительные в разговорной речи, такие, как склонение имен существительных, прилагательных, местоимений, спряжение глаголов, служебные слова, порядок слов и т.д. Отобранный материал доводится до автоматизации путем тренировочных упражнений.

Для закрепления и автоматизации грамматического материала мы используем лексику бытовых тем, предусмотренную нашими учебными планами, лексику специальной литературы и аудиторных текстов.

Занимаясь изучением грамматики, мы не забываем про то, что грамматика не является самоцелью, а потому отводим на нее минимум времени, превращая грамматические занятия в лексические.

### **Библиографический список**

1. *Дмитровская О.И.* Языковая коммуникация и обучение иностранным языкам. М.: Просвещение, 1992. 349 с.

2. *Эккерсли С.Е., Маколей М.* Живая грамматика. М.: Международные отношения, 1992. 110 с.

3. *Богацкий И.С., Дюканова Н.М.* Словарь-справочник английского языка. Киев: ООО «ИП Логос», 2004. 352 с.

## АНАЛИЗ СИСТЕМ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА ТЕСТИРОВАНИЯ

**Е.В. Ющик, Дальрыбвтуз, Владивосток**

*Рассматриваются основные характеристики и требования к современным компьютерным системам контроля знаний. Описаны основные характеристики существующих систем тестирования, их достоинства и недостатки. Приведены основные требования к этим системам.*

В современной системе организации учебного процесса в образовательных учреждениях одной из наиболее актуальных проблем считается проблема оценки качества знаний обучающихся. Одним из интенсивно развивающихся направлений совершенствования контроля знаний стала тестовая технология. Постоянно растет число различных типов тестовых программ, усложняются и расширяются модели хранения и представления результатов контроля знаний.

Одной из крупнейших западных организаций, занимающихся разработкой стандартов в области дистанционного обучения и контроля знаний, является IMS Global. Ею разработана уже вторая версия стандарта разметки тестов IMS Question & Test Interoperability, предназначенная для унификации модели тестовых заданий [1]. Тем не менее на сегодняшний день особенно в России отсутствует единая и достаточно эффективная система тестирования знаний, причем речь идет как о методологическом аспекте, так и об инструментальных основах систем создания тестов. Все существующие системы не могут претендовать на универсальность. Основные проблемы, с которыми сталкиваются разработчики так называемых тестовых оболочек:

1. Возможность использования всех форм тестовых заданий [3, 5, 9]:

– *закрытая форма*. Задание содержит некоторое утверждение или вопрос и варианты ответов, из которых нужно выбрать правильный. В классической теории тестирования верным бывает только один ответ. В компьютерном тестировании допустимо использование множественного ответа;

– *открытая форма*. Тестируемый сам формулирует ответ к вопросу;

– *на установление соответствия*. Задание содержит два множества элементов (не обязательно содержащих равное число элементов), необходимо связать элементы из двух множеств между собой;

– *на установление правильной последовательности*. В задании требуется определить порядок следования элементов множества (например, символов, слов, формул, рисунков). Данная форма наиболее близка к форме на установление соответствия и может быть рассмотрена как ее частный случай.

2. Надежная защита базы данных тестовых заданий и матрицы результатов тестирования от несанкционированного доступа.

3. Перекомпоновка тестовых заданий в зависимости от итогов статистической обработки результатов тестирования.

4. Реализация алгоритмов адаптивного тестирования. По алгоритму предъявления тестовых заданий выделяют следующие стратегии тестирования [6]:

– *строгая последовательность*. Наиболее традиционный способ компоновки теста, когда автор самостоятельно расставляет задания по тесту. В этом случае при повторном прохождении теста набор и последовательность тестовых заданий будут прежними, что делает его менее эффективным;

– *случайный порядок*. Тестовые задания выбираются из достаточно большой тестовой базы, что позволяет сформировать несколько равноценных по сложности вариантов тестов;

– *по возрастанию сложности*. Тестовая база разбивается на несколько групп по сложности. Вначале предлагаются простые задания, в случае правильных ответов переходят к группе более сложных заданий и т.д.;

– *адаптивный алгоритм*. В этом случае каждое последующее задание выбирается исходя из ответов на предшествующие, что позволяет более качественно проверять знания, используя минимальное число тестовых заданий. Адаптивные тесты считают самым значительным достижением в практике тестирования. Создание адаптивных тестов является более сложной задачей, чем создание тестов других типов.

5. Возможность встраивать в программу теста интерфейс самой прикладной программы для наглядной демонстрации умения пользоваться этой программой практически.

Многие учебные заведения, столкнувшись с задачей организации тестирования, в силу отсутствия универсальных программных продуктов соответствующего профиля, решают ее самостоятельно – разрабатывают свои собственные тестовые оболочки. В Интернете представлено множество тестирующих оболочек. Все они могут условно быть разделены на три основные группы:

1. Простые, которые реализуют закрытую форму тестовых заданий. Они получили наибольшее распространение в практике компьютерного тестирования, что объясняется универсальностью, сравнительной простотой создания тестов и программной реализации. Требования к тестовым заданиям закрытой формы уже достаточно устоялись, среди них можно выделить следующие:

- полная ясность и однозначность терминологии,
- отсутствие противоречий;
- предельная краткость;
- простота стилистической конструкции;
- равная правдоподобность ответов;
- число вариантов ответов от 4 до 6.

К простым тестовым оболочкам можно отнести, например, EASYTEST v1.1, Экзаменатор v3.44, GITests v0.9, Test2000b, Testing 1.1, Ассистент II v1.02.

2. Средние, которые реализуют более сложные тестовые задания. Как правило, в такие системы входят несколько основных блоков:

- база данных обучения и тестирования;
- оболочка тестирования;
- экспертная система – советчик, которая позволяет выдавать подсказки по неправильно решенным вопросам;
- возможность использовать сетевые ресурсы в рамках Интернет или локальной вычислительной сети.

К средним тестовым оболочками можно отнести системы «Шопен», «Ната», «Прометей», «Sydney».

3. Универсальные, которые реализовывают все типы заданий и могут использоваться как в локальной, так и в глобальной сети. Такие системы тестирования, как правило, легко адаптируемы под большинство учебных задач и дополнительно:

- имеют вес вопроса и вариантов ответа. Каждый вопрос и вариант ответа может иметь свой «вес». Это позволяет начислять пользователю больше баллов за правильные ответы на сложные вопросы и меньше баллов за ответы на легкие вопросы;
- интеграция в электронные учебники. Тесты могут быть составной частью электронных учебных пособий;
- хранят данные о тестах, вопросах и результатах тестирования на сервере баз данных и работают по технологии «Клиент-Сервер»;
- полученные отчетные формы могут быть сохранены в любом формате по желанию пользователя, например: MS Excel, MS Word, MS Access, Paradox, DBase, Текстовый файл, HTML, XML, RichText format, Adobe Acrobat, буфер обмена MS Windows, Lotus 1-2-3 и др. и, конечно же, в специальном формате;
- используют неограниченное число тем, вопросов и ответов;
- вопросы могут содержать музыку, звуки (wav, mid, rmi), изображения (jpg, bmp, ico, emf, wmf); видеоролики (avi).

К универсальным тестовым оболочкам можно отнести сетевую систему Vesta (в качестве сервера баз данных используется Firebird – бесплатный аналог Borland Interbase), SunRav TestOfficePro, систему тестирования персонала WebTest, TestSystem.exe (информационная система состоит из ядра базы данных в формате Firebird и клиентских приложений), «Конструктор тестов» (Keepsoft Inc.).

Отдельно стоят системы, которые охватывают всю систему дистанционного обучения, например, xDLS v1.7.8 eXtensible Distance Learning System (xDLSoft Co. Ltd) – система дистанционного обучения в Интернет, имеющая полный веб-интерфейс пользователя. Она поддерживает международный стандарт тестов IMS QTI. Система имеет расширяемую многоплатформенную масштабируемую архитектуру, которая позволяет использовать ее на различных аппаратно-программных платформах (win-

dows, unix), в том числе и на внешнем хостинге. Система поддерживает все основные функции (публикация учебных материалов, тестирование, администрирование, защита доступа, личное пространство преподавателей) и может быть использована в учебных заведениях и организациях для решения широкого спектра задач – от простого тестирования до организации курсов дистанционного обучения.

Системы, распространяемые в настоящее время для работы в сети, как правило, имеют следующие общие недостатки:

- отсутствие возможности конфигурирования формата тестирования, который позволяет создавать продукты, удовлетворяющие требованиям различных методик обучения;

- невозможность или сложность последующей модификации, а для преподавателя изменений проведения тестирования после публикации в системе;

- сложность создания тестов;

- необходимость установки дополнительного программного обеспечения на клиентских станциях (например, SQL, PHP).

Еще к недостаткам можно отнести то, что все данные, как правило, хранятся в HTML формате. Начиная с 1999 года, компания по Интернет стандартизации W3C ([www.w3c.org](http://www.w3c.org)) приняла новый стандарт хранения и структуризации информации – XML. Использование XML при разработке тестов позволяет достичь большей гибкости всей системы контроля знаний в целом благодаря отделению данных от их представления [7].

Во многих системах достаточно сложна процедура создания тестов. Требование о легкости создания/модификации тестов основано на опросе, проведенном британским исследователем Йерреном Анфером, который показал, что 84 % преподавателей дисциплин, не связанных непосредственно с информатикой, испытывали затруднения при создании тестов, а 53 % респондентов отметили неудобство и сложность существующих систем тестирования [8]. Это такие системы, как Blackboard, «Прометей», MimerDesk, СТ КУРС, Learning Space, e-Learning Studio, SmartForce e-Learning Platform Suites.

Таким образом, можно отметить, что возможности выбора тестовой оболочки довольно обширны. Однако на текущий момент нет единого «универсального» стандарта представления и хранения тестовых заданий, что усложняет обмен тестами между разработчиками и делает необходимым проектирование систем контроля знаний практически с нуля с учетом специфики предметной области, по которой проводится тестирование.

Программы тестирования, должны использовать преимущества технологии «Клиент-Сервер» [4, 5]:

- выполнение бизнес-логики на клиентских станциях позволяет снизить загрузку сервера и уменьшить время отклика системы на действия пользователя;

– SQL-запросы позволяют использовать для создания клиентских приложений широкий спектр программных средств и, следовательно, создавать системы тестирования с развитым пользовательским интерфейсом.

Особо следует отметить необходимость разработки автоматизированных тестирующих систем, использующих компьютерные сети (Intranet, Internet). Выбор между локальным и сетевым тестированиями является важным фактором для определения технологии реализации тестирования и выбора соответствующих инструментальных средств.

Такие системы должны удовлетворять следующим требованиям:

- отсутствие жесткой привязки к какому-либо предмету;
- легкая наращиваемость системы;
- легкость создания/модификации тестов;
- наличие журнала прохождения тестов обучающимся с сохранением всех его ответов для дальнейшего анализа;
- наличие статистики для вопросов с сохранением всех вариантов ответов, которые были получены в результате тестирований;
- возможность организации тестов любых типов;
- адаптивный выбор следующего вопроса в зависимости от правильности предыдущих ответов студента;
- возможность создания различных заданий из одного набора вопросов;
- использование в качестве стандарта хранения XML/ XSL.

### Библиографический список

1. QTI Item v2.0 Public Draft specification, 07 June 2004, <http://www.imsglobal.org/question/>.

2. Yergeau F., Bray T., Paoli J., Sperberg-McQueen C. M., Maler E. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition) W3C Recommendation 4th February 2004, [www.w3c.org/xml](http://www.w3c.org/xml).

3. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий. М.: Ассоциация инженеров-педагогов Москвы, 1996.

4. Грейвс М. Проектирование баз данных на основе XML. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.

5. Деревнина А.Ю., Семикин В.А., Кошелев М.Б. Системы тестирования в электронных учебниках // Информационные технологии. № 5. 2002.

6. Нейман Ю.М., Хлебников В.М. Введение в теорию моделирования и параметризацию педагогических тестов. М.: Высш. шк., 2000.

7. Никитин В.А. Использование XML в системах компьютерного контроля знаний: Тез. докл. «Науч. сессия МИФИ-2006». Т. 2. «Технологии разработки программных систем: Информационные технологии», М.: МИФИ, 2006.

8. Харитоненков Е.В. Анализ on-line систем тестирования. - <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2005/fvti/changli/library/an.htm>.

9. Ющик Е.В. Компьютерное тестирование в информационных технологиях обучения / Рыбохозяйственные исследования Мирового океана: Матер. III междунар. науч. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005.

УДК 378.146:543

## ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СХЕМ

**Н.В. Островская, Дальрыбвтуз, Владивосток**

*Показана возможность тестирования технического материала, содержащего множество сложных схем установок и устройств, изучение которых необходимо для подготовки будущих инженеров. В качестве примера рассматривается метод контроля знаний студентов по одному из важных разделов дисциплины «Криовакуумная техника» – вакуумные системы и их элементы.*

В связи с введением в образовательный процесс российских университетов компьютеризации учебного процесса и тестового контроля знаний студентов появляется проблема тестирования технического материала, содержащего сложные схемы установок, устройств и машин.

В виду сложности изучаемого материала и зачастую избытка в таком материале технических схем встает вопрос, как составлять тесты для проверки знаний студентов.

Один из вариантов составления тестов, содержащих технические схемы, – это внесение в тесты рисунков всех схем. Подготовка таких тестов является сложной задачей, требующей очень много времени, из-за того, что прежде чем схема будет внесена в тест и по ней будет задан вопрос (или вопросы) необходимо эту схему отсканировать, отредактировать и только затем внести в тестовый опросный лист.

Есть вариант более упрощенного тестового опроса технического материала. Это когда у студентов имеются конспекты со всеми схемами и рисунками, сделанными ими в течение семестра. В этом случае на зачете и экзамене по данной технической дисциплине преподаватель разрешает студентам пользоваться своими конспектами, а тесты представляют собой набор вопросов с правильными и неправильными ответами. На разработку таких тестов у преподавателей уходит значительно меньше времени. Но здесь возникает вопрос, как тестировать студентов, пропустивших занятия, и у которых нет конспектов? Как показывает опыт (за редким исключением), пропустившие занятия студенты не могут самостоятельно ответить на тесты, даже если им разрешается пользоваться учебниками.

Практика тестирования показывает, что уровень знаний студентов-дневников, пропускающих занятия, намного ниже знаний студентов-

заочников, которые добросовестно посещали все обзорные лекции и практические занятия во время их краткосрочной сессии.

В настоящее время доказано, что тестовый метод контроля знаний незаменим при аудиторной проверке знаний студентов, когда количество студентов измеряется группой. Тесты позволяют качественно оценивать знания и эффективно измерять уровень знаний студентов. При компьютеризации процесса ответов на вопросы у студентов появляются равные условия для сравнения знаний, присутствует большая объективность в выставлении заслуженной оценки. Количество задаваемых вопросов студентам при групповом тестировании получается большим, чем при индивидуальном опросе преподавателем, за одно и то же время.

Существуют определенные стандарты разработки тестов. Тесты, составленные в соответствии с этими стандартами, считаются профессионально сделанными. Задания тестов должны охватывать содержание всех разделов изучаемой дисциплины. Количество заданий по каждому разделу должно быть пропорционально количеству учебных часов, предусмотренных в рабочей программе.

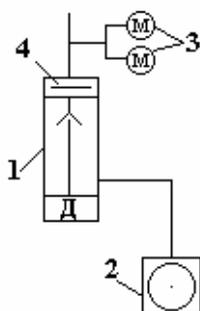
На примере одного из важных разделов дисциплины «Криовакуумная техника» – «Вакуумные системы и их элементы» – показан оптимальный вариант составления контрольных вопросов, содержащих принципиальные схемы вакуумных систем откачных постов, знание которых при изучении данной дисциплины является обязательным.

На рисунке показан пример 1 применения четырех схем для рассмотрения вопросов по прогреваемым и непрогреваемым вакуумным откачным постам. При составлении тестов предлагаются задания с выбором одного правильного ответа, что повышает вероятность правильных ответов испытующих. Тесты предназначены для установления степени усвоения студентами основных знаний: определений наиболее широко употребляющихся терминов; конструктивных особенностей принципиальных схем технических устройств; законов, лежащих в основе их работы; условий применения тех или иных методов, связанных в основном с эксплуатацией этих устройств.

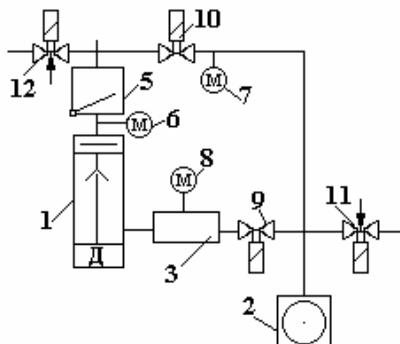
Как правило, после любого тестирования у студентов, несмотря на итог сдачи ими зачета или экзамена, всегда появляется желание узнать правильные ответы на вопросы теста, разобраться со сделанными ошибками. В этом случае студентам дается правильный вариант ответов, и, если это возможно в компьютерном виде, показ правильных ответов делается с полезными комментариями. Если тестирование было не на компьютерах, то студентам также показываются правильные ответы, но комментарий делается уже самим преподавателем. В приведенных в статье примерах правильные ответы указаны звездочками (\*).

## ПРИМЕР 1

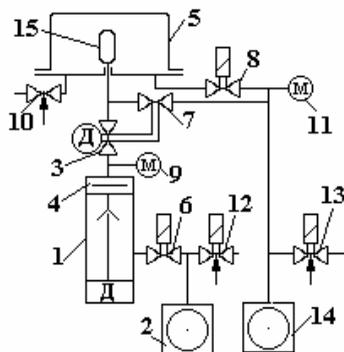
1.



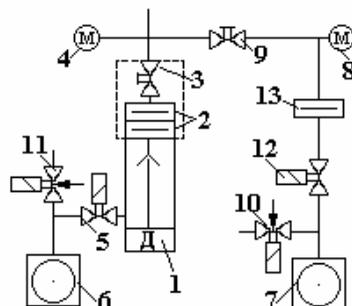
2.



3.



4.



Тестирование студентов групп НТ-5, НТ-3с, НТ-6з и УНТ-3 по дисциплине «Криовакуумная техника» без использования компьютера, при раздаче листов с вопросами показало, что при ответах на тесты с конспектами лекций или учебниками результативность правильных ответов студентов на вопросы повышается на 30-40 %. Семестровый тренинг также повышает результаты тестирования.

1. Какая из представленных четырех схем является принципиальной схемой прогреваемой вакуумной системы откачных постов с давлением ниже  $5 \cdot 10^{-5}$  Па ?

1) 1.

3) 3.

5) 2, 3, 4.

2) 2.

4) 4. \*

6) 3 и 4.

2. На какой из схем показан в наличии высоковакуумный затвор, изолирующий вакуумную систему от контакта с атмосферой во время установки нового изделия?

- 1) 1.                      2) 2. \*                      3) 3.                      4) 4.

3. Какая из представленных схем является схемой прямоточной вакуумной системы?

- 1) 1. \*                      2) 2.                      3) 3.                      4) 4.

4. На какой из схем показано, что при откачке воздуха из прибора через линию предварительного разрежения пароструйный диффузионный насос работает на форвакуумный баллон, который отделен в это время от механического вакуумного насоса электромагнитным клапаном?

- 1) 1.                      2) 2. \*                      3) 3.                      4) 4.

5. Какая схема применима для создания вокруг изделия области с пониженным давлением для предотвращения окисления внешней поверхности при нагреве изделия во время его обезгаживания?

- 1) 1.                      2) 2.                      3) 3. \*                      4) 4.

6. На какой схеме отсутствует в наличии клапан для напуска атмосферного воздуха в насосы после их выключения?

- 1) 1. \*                      3) 3.                      5) 1 и 2.  
2) 2.                      4) 4.                      6) 1, 2 и 3.

7. На какой из схем вакуумных систем имеется в наличии сорбционная ловушка?

- 1) 1.                      3) 3.                      5) 1, 2, 3, 4.  
2) 2.                      4) 4. \*                      6) 3 и 4.

8. На какой из схем вакуумных систем имеется линия предварительной откачки?

- 1) 1.                      4) 4.                      7) 1 и 2.  
2) 2.                      5) 1, 2, 3, 4.                      8) 3 и 4.  
3) 3.                      6) 2, 3, 4. \*                      8) 3 и 4.

9. На какой из принципиальных схем вакуумных систем имеются маслоотражатели?

- 1) 1.                      4) 4.                      7) 2, 3, 4.  
2) 2.                      5) 1, 2, 3, 4.                      8) 2 и 3.  
3) 3.                      6) 1, 2, 3. \*                      8) 2 и 3.

10. На какой из схем показана жалюзийная ловушка, в которую подается жидкий азот и которая защищает откачиваемый сосуд от паров рабочей жидкости диффузионного насоса и позволяет получать давление меньше  $5 \cdot 10^{-7}$  Па?

- |       |                |           |
|-------|----------------|-----------|
| 1) 1. | 4) 4.*         | 7) 2 и 3. |
| 2) 2. | 5) 1, 2, 3, 4. | 8) 3 и 4. |
| 3) 3. | 6) 1, 2, 3.    |           |

Приведем пример 2 изучения вышеприведенной темы при отсутствии в тестах рисунков со схемами.

### ПРИМЕР 2

1. Какой насос необходим из перечисленных, чтобы получить в откачных постах давление ниже  $5 \cdot 10^{-7}$  Па?

- 1) струйный;
- 2) механический;
- 3) водокольцевой;
- 4) парожетторный;
- 5) турбомолекулярный; \*
- 6) водоструйный.

2. Какая ловушка используется с диффузионным насосом для получения им давления ниже  $5 \cdot 10^{-5}$  Па?

- 1) маслоотражатель;
- 2) электрическая ловушка;
- 3) фильтр из пористого материала;
- 4) жалюзийная ловушка. \*

3. Какой насос может использоваться в качестве насоса для форвакуумной откачки?

- 1) адсорбционный;
- 2) механический;
- 3) эжекторный;
- 4) водокольцевой.
- 5) все вышеперечисленные насосы. \*

4. Какое минимальное число манометрических преобразователей необходимо для измерения давления в высоковакуумной системе?

- 1) ни одного;
- 2) один;
- 3) два; \*
- 4) три;
- 5) более трех.

5. В какой насос после выключения вакуумной системы через кран напускают сухой азот?

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) механический;  | 4) турбомолекулярный; * |
| 2) парожеткорный; | 5) конденсационный;     |
| 3) диффузионный;  | 6) криогенный.          |

Второй пример показывает, что составление вопросов для тестового контроля при изучении принципиальных схем вакуумных систем откачных постов без наглядного материала – весьма сложная задача. Появляется трудность в составлении вопросов, имеющих более двух ответов: «Да»/«Нет», «Верно»/«Неверно». Происходит ограничение понятийного аппарата, особенно в плане последовательности подключения тех или иных элементов схемы вакуумной системы.

Очевидно, что при дальнейшем совершенствовании средств компьютерной техники будет устранен недостаток разработки тестовых вопросов по техническим дисциплинам, и форма тестов, включающих в себя схемы, рисунки и даже фотографии, получит широкое распространение.

УДК 37.01:530.1

### **ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ**

**Л.В. Кучеренко, Л.М. Яковенко, О.Ф. Лапаник, Дальрыбвтуз,  
Владивосток**

*Представлены результаты внедрения модульно-рейтинговой системы обучения студентов. Отмечена динамика роста успеваемости при переходе от модуля к модулю.*

Профессионализация будущих специалистов в техническом университете как развивающихся субъектов производственной деятельности является одной из основных тенденций развития современного обучения. В системе высшего образования успешность обучения тесно связана с развитием у будущих специалистов профессиональной устойчивости и основ базовых знаний. Для успешного формирования профессиональной направленности на занятиях по физике в техническом университете необходимо усилить фундаментальную подготовку будущих специалистов. Особенностью фундаментального образования является освоение универсальных способов деятельности, опирающихся на обобщенные знания законов природы и их использование в решении технических задач [1].

В процессе получения фундаментальных знаний студент выступает не как пассивный объект педагогического управления и простой накопитель знаний, а прежде всего, как субъект познавательной деятельности, в условиях которой формируются и развиваются профессиональные умения

и навыки. Предметная деятельность субъекта отражается в практической направленности, прочности и действенности знаний, но и вносит серьезные коррективы во все формы контроля учебного труда студентов.

В работе предпринята попытка усовершенствовать методику развития наиболее важных профессиональных умений у будущих инженеров-механиков по кредитно-модульному принципу [2]. Перечень умений, необходимых для деятельности инженера-механика, довольно разнообразен. В Государственном образовательном стандарте высшей школы по подготовке инженеров указаны нормативные требования: умение ориентироваться в нестандартных условиях и разрабатывать план действия; владение методами моделирования и прогнозирования, исследований и испытаний, необходимых для создания интеллектуальных ценностей; способность творческого подхода к решению практических задач и т.д.

При обучении физике можно выделить группу базовых умений, которые реализуются на занятиях. В рамках лабораторного практикума можно формировать следующие умения: закреплять знания теоретических положений на опытах; проводить стандартные измерения; моделировать лабораторные работы; оценивать погрешности измерений; анализировать результаты; проводить планирование эксперимента. Наиболее перспективным контролем за результатом обучения является модульно-рейтинговая система, основной чертой которой является системность построения программы дисциплины и контроля знаний. Весь материал курса физики студенты специальности 140401 «Физика и техника низких температур» изучают три семестра. Разработанная модульная программа курса физики представлена в табл. 1.

Каждый модуль включает в себя отчетность по следующим позициям: лекции, лабораторные работы, практические занятия, расчетные индивидуальные задания (ИДЗ). В табл. 2 приведено соотношение различных видов деятельности и баллов в рейтинге.

Таблица 1

**Модульная программа курса физики по семестрам**

Модуль	II семестр	III семестр	IV семестр
1	Механика поступательного и вращательного движения	Электрическое поле в вакууме и веществе	Волновая оптика
2	Молекулярная и статистическая Физика	Магнитное поле в вакууме и веществе	Квантовая оптика
3	Основы Термодинамики	Постоянный электрический ток в различных средах	Элементы квантовой механики и физики твердого тела
4	Механические колебания и волны	Электромагнитные волны и система уравнений Максвелла	Физика атома, ядра и элементарных частиц

Таблица 2

**Соотношение видов учебной деятельности студента,  
учитываемых в рейтинге**

№ п/п	Виды учебной деятельности в рейтинге	Баллы за единицу работы	Вес в рейтинговой оценке, %
1	Посещение лекций	1	10
2	Контрольная работа	5	10
3	Лабораторная работа	6	20
4	Практическое занятие	6	20
5	Самостоятельная работа: а) реферат; б) индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)	10 10	40

На лекции проводится проверка посещаемости занятий. Лабораторные работы оцениваются по:

- 1) сдаче готовности к работе;
- 2) проведению эксперимента;
- 3) умению четко определять цель работы;
- 4) умению рассчитывать экспериментальные величины и оценивать погрешности результата.

Общая оценка за выполнение одной лабораторной работы составляет «6» баллов. При оценке активности во время лекции добавляется в рейтинг от одного до пяти баллов.

На практических занятиях решаются типовые задачи, а затем выдаются индивидуальные задания. Каждая тема оценивается баллом. Иногда задачи объединяются в блоки с лабораторным практикумом. По некоторым темам при подготовке к лабораторным работам выдаются индивидуальные домашние задания (ИДЗ) с выводом характеристик физического объекта и их параметрами (например, расчет характеристик электрического поля, емкости конденсаторов, сравнение емкостей конденсаторов различных конфигураций). В каждом модуле проводился экспресс-контроль, многоуровневое тестирование, контрольные работы и результаты суммировались.

В работе проведен анализ результатов успеваемости студентов Института пищевой и холодильной техники по специальности «Физика и техника низких температур» за период с 2001 по 2006 учебные годы.

В табл. 3 представлены результаты успеваемости студентов по годам.

Анализ успеваемости показал, что число студентов, имеющих оценку «отлично», растет к III семестру. Это связано с индивидуальными способностями работать постоянно самостоятельно с литературой, что характеризует высокую мотивацию обучения. Как показывает опыт, это студенты с достаточно высокой начальной подготовкой (специализированные школы, лицеи, заочные подготовительные курсы и т.д.).

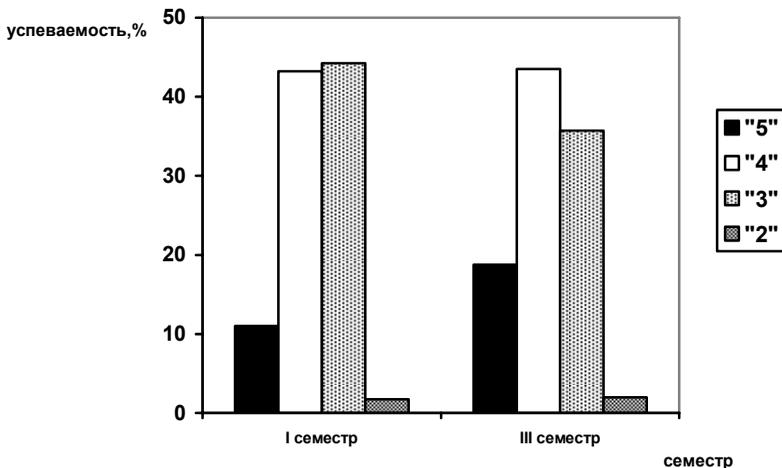
Таблица 3

## Результаты успеваемости студентов по годам, %

Учебный год	I семестр				II семестр				III семестр			
	5	4	3	2	5	4	3	2	5	4	3	2
2001/02	11	58	31	0	20	44	36	0	20	30	42	8
2002/03	23	55	16	7	11	39	44	6	13	60	27	0
2003/04	0	36	64	0	0	25	75	0	12	44	44	0
2004/05	10	24	66	0	5	35	60	0	30	40	30	0

Практически по всем годам обучения возрастает число обучающихся на «хорошо». Количество студентов занимающихся на «удовлетворительно», имеет разброс от 30 % до 60 %. От семестра к семестру отмечена динамика роста успешности, что является результатом формирования умений и навыков. На рисунке показана динамика роста успеваемости в I и III семестрах.

Проведенный анализ успеваемости говорит о необходимости совершенствования учебного процесса. Для этого в учебном процессе должно совершенствоваться информационное сопровождение, которое включает учебно-методический комплекс, а также учебные и учебно-методические издания по курсу физики [3-5].



Динамика роста успеваемости

## Библиографический список

1. *Шагеева Ф., Иванов В.* Современные образовательные технологии (опыт инженерного вуза) // Высш. образование в России. 2006. № 4. С. 129-132.

2. *Кучеренко Л.В., Лапаник О.Ф.* Совершенствование профессиональных навыков студентов на лабораторных работах по физике в техническом университете: Матер. 48-й межвуз. науч.-техн. конф. «Фундаментальные и прикладные вопросы естествознания». Владивосток: ТОВМИ, 2005. Т. 3. С. 55-56.

3. *Лапаник О.Ф.* Физика: Тестовый контроль знаний по разделу «Электромагнетизм» для студ. техн. спец. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2003. 23 с.

4. *Кокотов С.И., Кучеренко Л.В., Лапаник О.Ф.* Электромагнетизм: Уч. пос. для проведения лабораторного практикума. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1999. 27 с.

5. *Слабженникова И.М., Яковенко Л.М.* Магнитное поле в веществе: Метод. пос. для студ. всех спец. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1999. 61 с.

УДК 629.12

### ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ДОННОЙ КАРТОГРАФИИ SIMRAD CM60

**Е.Г. Булах, Дальрыбвтуз, Владивосток**

*В современных условиях океанического рыболовства все большее значение приобретает уровень технической оснащенности промыслового флота современными орудиями лова, промысловыми механизмами, средствами поиска, обнаружения рыбы и контроля параметров орудий лова.*

В настоящее время важнейшими задачами в судовождении являются внедрение новейших достижений научно-технического прогресса, пополнение флота высокопроизводительными специализированными судами, ввод в эксплуатацию прогрессивной техники и технологии, способных обеспечить проводку судна в кратчайший срок из одного пункта в другой, по избранному пути в различных навигационных и гидрометеорологических условиях.

Система Simrad CM60 – это специально сконструированный плоттер, предназначенный для использования на рыболовных судах, который обрабатывает данные от эхолота и прибора определения места судна (широта/долгота) – GPS приемника, для создания топографических карт морского дна в режиме реального времени.



Полученные данные сопоставляются с электронными навигационными картами для создания мощной целостной трехмерной навигационной системы.

Для расчета и построения карт морского дна и батиметрических карт районов плавания (промысловых планшетов) используется самое современное математическое обеспечение. Для морской навигации используются официально признанные электронные карты S57 или векторные карты мира CM-93, поставляемые компанией C-Мар. Новые карты морского дна, вырабатываемые системой Simrad CM60, отображаются интегрированными в векторные географические карты, и эта комбинация представляется как одна цельная карта, обеспечивая, таким образом, лучшую детализацию исходных донных карт.

Создание рельефа морского дна производится в автоматическом режиме и не требует вмешательства оператора и указания курса следования. С каждым повторным посещением данного района карты морского дна дополняются необходимыми деталями и становятся более точными. Управление системой осуществляется стандартным или беспроводным трекболом. Также в состав системы входит клавиатура для ввода названий и комментариев к картам дна.

Для штурманской проводки система CM60 использует электронные навигационные карты S57 или C-Мар CM93. Эти карты могут отображаться в автоматическом режиме «по норду», «по курсу» или в режиме ручного управления. Плоттер включает в себя функцию прокладки курса, пройденного пути, отображаемые несколькими цветами, и ввод различных маркеров событий. Навигационные знаки и огни, показанные на экране, имеют эффект мерцания, а также содержат цветовые сектора. При подключении к авторулевому плоттер будет обеспечивать проводку судна по запланированному маршруту. Помимо этого, как часть выводимого изображения, на экране представлена таблица приливов и отливов.

К стандартным функциям плоттера CM60 также относятся режимы ускоренного изменения масштаба и непрерывный переход с карты на карту. В дополнение к детализированным картам движения судна система предоставляет возможность осмотреть более обширные области, что значительно упрощает процесс планирования дальнейших маршрутов. Каждая отметка на карте может быть снабжена комментарием, содержащим введенную оператором информацию. Путьевые точки могут быть нанесены на карту при помощи трекбола или прямым вводом значений широты и долготы. При нанесении маршрута движения судна может отображаться рельеф дна вдоль выбранного маршрута. Эта функция может быть использована как информация предупреждения, которая будет показывать состояние дна и глубину по курсу судна.

При подключении CM 60 к современным типам радаров, передающих данные об элементах движения целей в режиме автоматической радиолокационной прокладки, все цели отображаются на экране. Для облегчения проводки судна, система может сохранять в памяти путь движения каждой цели. Помимо этого на экран выводятся данные о целях: курс, скорость и дистанция до цели.

При наличии дополнительного модуля программного обеспечения HT SW система может использовать необработанные данные от эхолотов ES60 или EQ60 для определения жесткости дна. Информация о глубине и плотности грунта выводится на карте морского дна, создаваемой системой Simrad CM60.

Эхограммы, полученные от эхолотов ES/EQ60, могут быть выведены на экран дисплея и представлены в отдельном окне, что позволяет одновременно получать информацию с эхолота и плоттера на одном экране. Управление эхолотом максимально упрощено и включает в себя лишь несколько функциональных кнопок. Система может сохранять в памяти информацию, полученную в течение многих часов работы. Район дна, просматриваемый эхолотом, отмечается на карте, и это позволяет просматривать данные, собранные во время прохождения судна по маршруту. Эта функция дает возможность создать уникальную связь между трехмерной картой морского дна и записанными данными эхолота. Поскольку Simrad CM60 использует фактические значения измерений эхолотов ES/EQ60, для записанных данных могут изменяться показатели усиления сигнала и шкалы глубин.

При подключении дополнительного программного модуля тралового зонда Simrad ITI на карте появляется значок трала. При использовании датчика глубины глубина хода трала отображается на трехмерном экране донной картографии.

Дальнейшее развитие и совершенствование методов и способов добычи рыбы повысят эффективность и производительность лова.