

УДК 378.016:574

ББК 74.58+20.1

X – 16

*Хаконова Ирина Магомедовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и системного анализа ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», т.: 8(8772)526320*

## **ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ МЕТОДАМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В РУСЛЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА**

**(рецензирована)**

*В статье описаны актуальность перехода со знаниевой модели обучения на компетентностную и обеспечение практико-ориентированного характера математических заданий посредством межпредметной интеграции. Приводится пример соединения математики и бурения нефтяных и газовых скважин для принятия альтернативной гипотезы исследования при помощи дисперсионного анализа.*

***Ключевые слова:** компетентностный подход, деятельностный подход, информационно-категориальный подход, функциональная грамотность, дисперсионный анализ, моделирование, нефтегазовое дело, межпредметная интеграция.*

*Khakonova Irina Magometovna, Candidate of Pedagogics, an associate professor of the Department of Higher Mathematics and Systems Analysis of FSBEI HE "Maikop State Technological University", tel.: 8 (8772) 526320.*

## **TEACHING METHODS OF STATISTICAL TREATMENT TO STUDENTS IN THE CONTEXT OF COMPETENCY APPROACH**

**(Reviewed)**

*The article describes the relevance of the transition from a knowledge-based model of training to a competence one and provision of a practice-oriented nature of mathematical assignments through inter-subject integration. An example of the combination of mathematics and oil and gas wells drilling is given for adopting an alternative research hypothesis by means of an analysis of variance.*

***Key words:** competence approach, activity approach, information-categorical approach, functional literacy, dispersion analysis, modeling, oil and gas business, interdisciplinary integration.*

В последние годы научные исследования в сфере образования, направлены на создание моделей обучения, ориентированных на овладение обучающимися функциональной грамотностью, что влечет значительные изменения в структуре и содержании образования на всех уровнях обучения, характеризующиеся формированием компетенции у обучающихся. В качестве такой модели выступает компетентностное обучение, которое направлено на результат образования, на способность действовать в при решении жизненных задач.

Переход со знаниевой модели обучения на компетентностную предусматривает отбор содержания образования как по соответствующим направлениям бакалавров, так и по отдельным учебным дисциплинам, в частности, математики.

Обучение математике рассматривается как управление учебной математической деятельностью обучающихся. Известные ученые определяют математическую деятельность как мыслительную предусматривающую:

- математическое описание конкретных ситуаций с помощью эмпирических и индуктивных методов;
- логическая организация математического материала;

- применение математической теории при решении задач математического и межпредметного характера.

Исследования качества математической подготовки обучающихся показали неэффективность «знаниевой» модели обучения и привели к построению подходов, приводящих к формированию функциональной грамотности обучающихся. Формирование математической грамотности обучающихся возможно в русле компетентностного подхода. Математическая грамотность определяется как «способность человека определять и оценивать роль математической подготовки в мире, в котором он живет, высказывать хорошо обоснованные математические суждения и использовать математику так, чтобы удовлетворять в настоящем и будущем потребности, присущие созидательному, заинтересованному и мыслящему гражданину». Раскрытие понятия математической грамотности отражено в следующих положениях:

- умение определять задачи, возникающие в окружающей действительности, которые могут быть решены средствами математики;
- переводить эти задачи на язык математики;
- умение решать эти задачи математическими методами;
- анализировать актуальность выбранных методов решения;
- интерпретировать полученные данные;
- формулировать результаты решения задач.

В данном определении «математической грамотности» акцент сделан не на умения внутри дисциплины, а на функциональную грамотность, позволяющую использовать математические знания для решения практических задач.

Моделирование дидактики формирования приемов математической деятельности предусматривает синхронизацию структуры и содержания соответствующего уровня образования, принципов отбора и конструирования учебной информации, разработку способов и форм ее освоения, создание контрольно-оценочных заданий.

Стержнем процесса формирования математической деятельности выступает моделирование учебной информации, основанное на решении практических задач. Это достигается на основе использования информационно-категориального подхода (Г.Л. Луканкин, Т.Ф. Сергеева), позволяющим обеспечить ее интеграцию путем выделения системы обобщенных межпредметных понятий – категорий, определяемых следующими положениями:

- категория – фундаментальное понятие, определяющее «язык» предметной области и обладающее широким прикладным значением;
- категория может быть адаптирована к данному возрастному этапу обучения;
- категории, составляющие основу содержания одной предметной области, могут быть интегрированы в любую другую.

Каждая категория формирует определенную систему, состоящую из понятий, свойств, отношений и моделей. За единицу учебной информации принимается понятие, вокруг которого и осуществляется процесс овладения математической деятельностью путем наращивания сложности формируемых приемов: от исполнения простейших алгоритмов к построению математических моделей.

Эффективным способом при формировании приемов математической деятельности на этапе моделирования выступают задачи, позволяющие проектировать подробно процесс освоения математической деятельности: перевод проблемы на язык математических понятий, формулировка соответствующей математической задачи, применение математических знаний, умений и навыков для решения, интерпретация полученных результатов.

Основополагающим стержнем процесса формирования приемов математической деятельности является применение деятельностного подхода при обучении математике.

Использование деятельностного подхода предполагает решение заданий практической направленности и межпредметную интеграцию в математической деятельности.

Обеспечение практико-ориентированного характера математических заданий может быть осуществлено путем соединения информации из различных учебных дисциплин. Рассмотрим пример соединения математики и бурения нефтяных и газовых скважин.

### *ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ*

В таблице 1 приведены данные о величинах проходки на алмазную коронку с тремя видами промывочных жидкостей. На первый взгляд, рассеяние величин проходки велико и данные перекрывают друг друга. Интересно подтвердить слабое разделение данных по трём уровням в кажущемся хаосе величин проходок *методом однофакторного дисперсионного анализа*, то есть подтвердить влияние вида промывочной жидкости на величину проходки на алмазную коронку. В данной задаче уровни фактора носят *качественный* характер: на первом уровне приведены значения проходки на алмазную коронку при промывке скважины эмульсионным раствором, на втором - технической водой и на третьем - глинистым раствором (см. табл. 1).

#### *Порядок расчёта.*

1. Сумма результатов наблюдений по столбцам  $A_j$ :

$$A_1 = \sum_{i=1}^{10} y_{1,1} = 144,1; \quad A_2 = \sum_{i=1}^{15} y_{1,2} = 164,6; \quad A_3 = \sum_{i=1}^{11} y_{1,3} = 93,8;$$

$$S_0 = \sum_{j=1}^3 A_j = 402,5$$

2. Сумма квадратов результатов наблюдений по столбцам:

$$S_1^1 = \sum_{i=1}^{10} y_{1,1}^2 = 2163,83; \quad S_1^2 = \sum_{i=1}^{15} y_{1,2}^2 = 1902,36; \quad S_1^3 = \sum_{i=1}^{11} y_{1,3}^2 = 825,88;$$

$$S_1 = \sum_{j=1}^3 S_1^j = 4892,07.$$

3. Сумма квадратов сумм, делённых на соответствующее число наблюдений (1):

$$S_2 = \sum_{j=1}^k \frac{1}{n_j} \cdot \left( \sum_{i=1}^{n_j} y_{i,j} \right)^2 = \sum_{j=1}^3 \frac{A_j^2}{n_j} = 4682,55$$

4. Квадрат общей суммы, делённый на общее число наблюдений (2):

$$S_3 = \frac{1}{n_0} \cdot \left( \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} y_{ij} \right)^2 = \frac{402,5^2}{36} = 4500,17$$

**Таблица 1.** Значения величин проходки на алмазную коронку для трёх видов промывочной жидкости и результаты расчёта.

Номер наблюдения	Уровни фактора (вид промывочной жидкости)			Общая сумма
	Проходка на алмазную коронку, м			
	эмульсионный раствор	техническая вода	глинистый раствор	
1	14,4	14,6	8,6	
2	14,1	14,1	9,0	
3	16,8	11,9	11,8	
4	18,0	12,9	7,3	
5	17,1	14,6	9,8	
6	8,1	10,3	9,2	
7	10,7	5,8	8,4	
8	12,9	7,7	7,6	
9	15,5	12,3	5,3	
10	16,5	8,7	8,1	
11		9,0	8,7	
12		10,9		
13		8,6		
14		11,2		
15		12,0		
$A_j = \sum_{i=1}^{n_j} y_{1,j}$	144,1	164,6	93,8	402,5
$\sum_{i=1}^{n_j} y_{1,j}^2$	2163,83	1902,36	825,88	4892,07
$\frac{A_j^2}{n_j}$	2076,48	1806,21	799,86	4682,55
$\frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} y_{1,j}$	14,41	10,97	8,53	11,18

5. Сумма квадратов отклонений для факторной (межуровневой) дисперсии (3):

$$S_{\Phi} = 4682,55 - 4500,17 = 182,38.$$

Число степеней свободы для факторной дисперсии  $\nu = k - 1 = 2$ .

6. Сумма квадратов отклонений для дисперсии ошибки (внутриуровневой дисперсии) (4):  $S_{\text{ош}} = S_1 - S_2 = 4892,07 - 4682,55 = 209,52$ .

Число степеней свободы для дисперсии ошибки  $\nu = n_o - k = 36 - 3 = 33$ .

7. Сумма квадратов отклонений для общей дисперсии (5):

$$S_o = S_1 - S_3 = 4892,07 - 4500,17 = 391,9.$$

Число степеней свободы для общей дисперсии  $\nu = n_o - 1 = 36 - 1 = 35$ .

Проверка (6):  $S_o = S_{\Phi} + S_{\text{ош}} = 182,38 + 209,52 = 391,9$ .

8. Факторная (межуровневая) дисперсия (7):

$$S_{\Phi}^2 = \frac{1}{k-1} \cdot S_2 - S_3 = \frac{182,38}{2} = 91,19$$

9. Внутриуровневая дисперсия (дисперсия ошибки) (8):

$$S_{\text{ош}}^2 = \frac{1}{n_o - k} \cdot S_1 - S_2 = \frac{209,52}{33} = 6,35$$

10. Полная (общая) дисперсия (9):  $S_o^2 = \frac{1}{n_o - 1} \cdot S_1 - S_3 = \frac{391,9}{35} = 11,2$

Результаты расчётов представлены в таблице 2.

Факторная дисперсия характеризует влияние фактора  $\nu$  на каждом уровне. В данном случае факторная дисперсия характеризует специфическое действие эмульсионного раствора, технической воды и глинистого раствора на величину проходки на алмазную коронку.

**Таблица 2.** Таблица результатов.

Компоненты дисперсий	Число степеней свободы	Сумма квадратов отклонений	Дисперсия
Факторная (межуровневая)	2	182,38	91,19
Дисперсия ошибки (внутриуровневая)	33	209,52	6,35
Полная (общая)	35	391,9	11,2

Она характеризует разделение величин проходок по уровням. Дисперсия ошибки характеризует совокупное влияние на проходку нагрузки на инструмент, скорости вращения, расхода промывочной жидкости, характеристик промывочной жидкости, случайных факторов - прочности породы, включений кварца и т.п., флуктуаций параметров бурения, а также множества других случайных факторов на каждом уровне. Полная дисперсия характеризует совместное влияние всех факторов на величину проходки на всех уровнях. В данном случае, задачей дисперсионного анализа является проверка на однородность факторной дисперсии и внутриуровневой. Однородные дисперсии характеризуют выборки из одной и той же совокупности, неоднородные дисперсии характеризуют выборки из разных совокупностей. Однородность межуровневой и внутриуровневой дисперсий будет означать незначимое различие в величинах проходки на разных уровнях или, другими словами, незначимое влияние вида промывочной жидкости на величину проходки. Неоднородность межуровневой и внутриуровневой дисперсий будет означать значимое различие в величинах проходки на разных уровнях или, другими словами, значимое влияние вида промывочной жидкости на величину проходки. Проверка на однородность

дисперсий осуществляется с помощью опытного критерия Фишера:  $F_{v_1, v_2}^{оп} = \frac{s_{\Phi}^2}{s_{ош}^2}$ .

Опытный критерий Фишера сравнивается с табличным значением, которое в данном случае является предельным значением однородных дисперсий. Если опытный критерий Фишера меньше табличного, то это означает, что дисперсии факторная и внутриуровневая однородны.

В нашем случае табличное значение критерия Фишера для уровня значимости и числа степеней свободы  $v_1 = 2$  и  $v_2 = 33$  равно 3,3, что составляет значение меньше опытного:

$$F_{2,33}^{оп} = \frac{91,19}{6,35} = 14,36 > F_{2,33}^{0,05} = 3,3.$$

и, следовательно, вид промывочной жидкости значимо влияет на величину проходки на алмазную коронку. Для обычных технических и технологических расчётов принята доверительная вероятность  $P = 0,95$ . Это означает, что подтверждённая в результате расчётов гипотеза может быть верна только с вероятностью 95%. В нашем случае окончательный вывод может быть сформулирован следующим образом: "с доверительной вероятностью  $P = 0,95$  вид промывочной жидкости влияет на величину проходки алмазной коронки". Вывод можно сформулировать и по-другому: "в пяти скважинах из ста возможно отсутствие влияния вида промывочной жидкости на величину проходки алмазной коронки".

Процесс формирования приемов математического моделирования как одного из компонентов математической деятельности включает в себя:

- анализ данных с целью выделения существенных и несущественных признаков объектов;
- перевод полученной информации на математический язык с использованием различных видов представления информации – таблиц, диаграмм, схем и др.;
- конструирование собственно математических моделей и получение математического результата;
- интерпретация полученных результатов на языке реальной ситуации.

В связи с переходом от «знаниевой» к «компетентностной» модели обучения, отражающим современные тенденции развития образования, возникает необходимость совершенствования математической подготовки обучающихся, цель которой заключается в обеспечение функциональной грамотности.

Показателями сформированности приемов математической деятельности у обучающихся в русле компетентностного подхода являются следующие параметры:

- развитие логического и алгоритмического мышления;
- освоение математического языка;
- владение приемами математического моделирования;
- умение обрабатывать эмпирические данные статистическими методами.

***Литература:***

1. <http://gigabaza.ru/doc/68906-p6.html>
2. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистика в науке и бизнесе. Киев: Морион, 2002. 640 с.
3. Сергеева Т.Ф. Информационно-категориальный подход к обучению как педагогическая технология. Москва: МПУ, 2001. 265 с.
4. Цивинский Д.Н. Применение статистического метода анализа в нефтегазовом деле. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. 377 с.
5. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. Москва: Наука, 1980. 512 с.

Literature:

1. <http://gigabaza.ru/doc/68906-p6.html>
2. Lapach S.N., Chubenko A.V., Babich P.N. Statistics in science and business. Kiev: Morion, 2002. 640 p.
3. Sergeeva T.F. Informational-categorical approach to teaching as a pedagogical technology. M.: MPU, 2001. 265 p.
4. Tsivinsky D.N. Application of a statistical method of analysis in oil and gas/ D.N. Tsivinsky. Samara: Samar. State Tech. Univ., 2013. 377 p.
5. Scheffe G. Dispersion Analysis/ G. Sheffe. M.: Science, 1980. 512 p.