

*Абанина Татьяна Ивановна*

## КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

**Ключевые слова:** математическая подготовка, военный технический вуз, комплексная модель, технология профессиональной направленности, статистические методы.

*В данной статье рассматривается комплексное моделирование фундаментальной математической подготовки в военном техническом вузе на основе выделения основных параметров образовательного процесса и индивидуальных особенностей студентов. Приводятся некоторые результаты исследования влияния выделенных параметров на эффективность математической подготовки. В исследованиях применялся статистический анализ.*

**Keywords:** mathematical education, military technical university, complex modeling, technology of professional education, statistical methods.

*The authors consider the complex modeling of fundamental mathematical education in the military technical university based on the main parameters of the education process and individual characters of students. The authors formulate some research results on the influence of these parameters on the efficiency of the mathematical education. In our investigations we used the statistical analysis.*

### *Введение*

На современном этапе стратегической линией строительства вооруженных сил страны является концепция, главный принцип которой состоит в том, что военная мощь определяется не численностью войск и техники, а их высокой боеготовностью. Реализация этого принципа возможна только при условии обеспеченности вооруженных сил высококвалифицированными кадрами, способными грамотно управлять сложной военной техникой, личным составом и принимать своевременные и наиболее эффективные решения.

Кроме того, как известно, военные специалисты достаточно рано выходят на пенсию, оставаясь активными и востребованными людьми. Поэтому выпускники военных вузов еще долгое время после окончания службы работают в самых различных организациях: в научно-исследовательских институтах, на заводах, в вузах и во многих других. В связи с этим, понятно, что их профессиональные знания оказывает влияние на самые различные сферы жизни всего общества.

Фундаментальная математическая подготовка (ФМП) является базовой в технических военных вузах, на нее опирается и от ее качества во многом зависит вся дальнейшая подготовка специалиста. Поэтому решение проблемы ее эффективной организации имеет важное значение. Актуальность исследований ФМП с целью дальнейшей ее оптимизации обосновывается еще и теми фактами, что курсанты, как и студенты гражданских вузов, испытывают значительные затруднения при изучении математических дисциплин.

Исследования, включенные в настоящую работу, посвящены анализу функционирования системы фундаментальной математической подготовки (ФМП) в высших военных учебных заведениях, вопросам организации и управления ею. Основная часть исследований была проведена на базе Ростовского военного института, в котором автор работал более 30 лет, 17 из которых заведовал кафедрой математики. Часть результатов проведенных исследований нашла свое отражение во многих публикациях автора, среди них работы [1–6].

*Основными задачами исследований являются:*

1. Разработка теоретических основ системы ФМП в военных вузах.
2. Определение критериев оптимального функционирования ФМП.
3. Получение экспериментальных данных функционирования системы ФМП в зависимости от работы ее отдельных элементов. Обработка этих данных методами статистического анализа.
4. Построение комплексной математической модели ФМП.
5. Разработка рекомендаций по организации учебного процесса в военном вузе на основе модели ФМП.

Первый раздел посвящен решению первых двух задач, второй и третий – решению третьей задачи. Четвертая и пятая задачи решаются, соответственно, в четвертом и пятом разделах.

## *1. Теоретические основы системы ФМП в военных вузах*

### *1.1. Процесс подготовки специалистов в высшей школе как сложная динамическая система*

Подготовка специалистов в высшем учебном заведении представляет собой сложный многогранный процесс, зависящий от многих параметров. С одной стороны, в этом процессе участвует множество обучающих объектов. Это множество представляет собой всех тех людей, которые обеспечивают организацию и проведение учебного процесса: преподаватели и лаборанты, руководители курсов, факультетов и т. д. С другой стороны, в этом процессе участвует множество обучающихся. Сам же процесс подготовки специалистов в высшей школе представляет собой систему передачи определенного объема информации, знаний, умений, опыта по каждой дисциплине, определенной Государственным стандартом по специальности, представителями множества обучающих всем обучающимся.

Учебный процесс в высшем учебном заведении можно рассматривать как кибернетическую систему, но не стационарную, а динамическую, проявляющуюся бесконечным разнообразием состояний. Ведь одно и то же занятие одним и тем же преподавателем может быть проведено в различных учебных группах по-разному, поскольку на качество занятия влияют и особенности учебной группы (самих обучающихся), и условия, в которых оно проводится (аудитория, освещенность и т. д.) и тот набор дидактических материалов, которые применяются на занятии и многое другое. Кроме того, на каждого из студентов одно и то же занятие влияет по-разному, так как каждый человек представляет собой уникальный объект со своими интеллектуальными, психическими и физическими особенностями.

Многие ученые разных стран на протяжении всей истории возникновения и развития высшей школы занимались исследованиями учебного процесса, среди

них много российский исследователей, таких, как С.И. Архангельский [7], М.М. Поташник [13]. Высшая военная школа занимает сегодня значительное место в высшем образовании РФ, причем она имеет свои особенности, поэтому много работ посвящено исследованиям образовательного процесса именно в военных вузах. К ним, в частности, относятся работы [8; 9; 11; 12].

Часть из этих ученых применяла при таких исследованиях математическое моделирование как наиболее точный и доказательный аппарат. Среди них: И.Н. Шпильрейн, А. Швейцер, Л.Л. Терстон, А. Ляпунов, М. Поташник, В.А. Садовничий и многие другие. Всем им пришлось столкнуться со сложностью построения моделей учебного процесса из-за высокой его динамичности. Практически невозможно учесть абсолютно все параметры и особенности этого процесса. Каждый раз выделяются какие-то главные элементы системы подготовки специалиста и изучаются границы их изменений, взаимодействий и влияния на конечную цель: качество подготовки обучающихся. При этом какие-то параметры считаются неизменными.

В наших исследованиях также выделены наиболее важные, на наш взгляд, элементы образовательного процесса для моделирования функционирования системы ФМП в военных вузах, а какие-то элементы считаются условно неизменными, фиксированными.

При кибернетическом моделировании различных систем используются два основных подхода: макро-подход и микро-подход. Первый из них не учитывает внутреннее строение моделируемого объекта, т. е. рассматривает его как «черный ящик». Микро-подход учитывает все известные характеристики и свойства изучаемого объекта. На практике эти два подхода чаще всего переплетаются и дополняют друг друга.

В наших исследованиях реализован подход «черного ящика» по отношению к обучающим объектам, т. е. преподавателям и управлению (учебный отдел, командование курса. Факультета) и, в определенной степени, микро-подход к обучающимся объектам (курсантам).

## 1.2. Особенности функционирования системы ФМП в военных вузах

### *Основные элементы этой системы*

Система подготовки в высших военных заведениях имеет свои особенности. Можно выделить три главных отличительных направления этих особенностей:

1. *Более строгая регламентация учебного процесса.* В военном вузе реализуется четкий распорядок дня. Время, отводимое курсантам для самостоятельного изучения дисциплины, ограничено.

2. *Более высокая интенсивность процесса обучения.* За время подготовки курсанты получают такую же специальность, как и студенты в гражданском вузе, но одновременно они получают и военную специальность: офицер РВСН (или какого-то другого рода войск).

3. *Более сложные психологические нагрузки на обучаемых.* Курсанты испытывают двойную нагрузку, так как, с одной стороны, они проходят обучение в высшей школе, как и студенты гражданских вузов, испытывая при этом сложности с усвоением большого объема учебного материала, с совершенно новой структурой обучения. С другой стороны, они в это же время проходят и службу в Армии, находясь в совершенно новых бытовых условиях: казарменный образ жизни, оторванность от близких, от домашнего уклада, выполнение военных обязанностей.

Все это накладывает отпечаток на весь образовательный процесс в военных вузах и является причиной того, что какие-то элементы обучения отличаются от таких же элементов обучения в гражданских вузах. Так, например, из-за необходимости несения нарядов курсанты вынуждены периодически пропускать плановые учебные занятия, затем самостоятельно прорабатывать рассмотренный на них учебный материал. Самостоятельная работа по выполнению заданий на самоподготовку проводится, как правило, в одной аудитории для всей учебной группы и т. д.

Для изучения учебного процесса в военном вузе на примере фундаментальной математической подготовки (ФМП) выделим следующие *наиболее важные элементы образовательного процесса*, которые будут подлежать исследованию:

$\alpha_1$  – методика проведения плановых учебных занятий (методика передачи учебного материала);

$\alpha_2$  – периодичность проведения занятий;

$\alpha_3$  – самостоятельная работа обучающихся;

$\alpha_4$  – частота контроля уровня знаний обучающихся преподавателем;

$\alpha_5$  – обеспеченность учебного процесса компьютерной техникой;

$\alpha_6$  – обеспеченность учебного процесса адаптированной методической литературой.

При проведении исследований будем считать, что все преподаватели в военных вузах – высококвалифицированные специалисты. Их индивидуальные особенности подвергать анализу не будем

Для условного разбиения обучающихся на группы, выделим следующие их индивидуальные особенности:

$\beta_1$  – способности к обучению (скорость усвоения учебного материала, глубина его усвоения);

$\beta_2$  – уровень начальной подготовки (качество и объем знаний элементарной математики);

$\beta_3$  – трудолюбие (ответственность в учебной работе, самодисциплина, добросовестность, регулярность выполнения заданий и рекомендаций преподавателя и т. д.).

Для определения параметра  $\beta_1$  с экспериментальной группой курсантов было проведено три занятия, на которых они самостоятельно изучали небольшие вопросы высшей математики, практически не использующие знания элементарной математики за исключением простейших правил вычисления. Затем они выполняли задания по изученной теме. Показателем качества усвоения материала служило количество правильно выполненных заданий. Каждый раз предлагался вариант из шести задач, три из которых простые, две чуть сложнее, а одна высокого уровня сложности. Решение последней задачи свидетельствует о глубоком

понимании изученного материала. Работы всех курсантов проверялись тремя независимыми экспертами в зашифрованном виде.

Второй показатель  $\beta_2$  составлялся на основе результатов единого государственного экзамена по математике и результатов входного контроля, проведенного в первые дни обучения в институте.

Самым длительным процессом оказалось определение третьего показателя  $\beta_3$ . В течение месяца преподаватели изучали индивидуальные особенности курсантов в их учебной работе: качество работы во время проведения занятий, регулярность выполнения заданий для самостоятельной работы, желание ликвидировать какие-то пробелы в знаниях элементарной математики и т. д. Было учтено также мнение командования курса о курсантах относительно качества их работы во время самоподготовки.

Все курсанты, участвующие в исследованиях, были разбиты условно на следующие группы:

*1 группа:* все три показателя  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  имеют уровень выше среднего.

В эту группу были включены те курсанты, которые способны освоить самостоятельно достаточно качественно 80%-100% учебного материала, демонстрируют знания элементарной математики на уровне «отлично», «хорошо» (с высоким рейтингом). Во время наблюдаемого периода проявили добросовестное и заинтересованное отношение к учебной работе.

*2 группа:* первые два показателя  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  выше среднего уровня, а третий  $\beta_3$  имеет средний уровень.

За время наблюдения курсанты, включенные в эту группу, допускали невыполнение заданий без особых причин (но не более 20%), проявляли меньшую заинтересованность в качестве получаемых знаний.

*3 группа:* все три показателя среднего уровня. В эту группу были включены курсанты, продемонстрировавшие во время эксперимента способности самостоятельного достаточно качественного уровня усвоения 20%-50% учебного материала, показавшие на входном контроле по элементарной математике знания на

уровне «удовлетворительно» и «хорошо» (с низким рейтингом). Кроме того, за время наблюдения их «трудолюбие» как комплексная оценка самоорганизации в учебной работе, показатель  $\beta_3$ , был оценен как «средний уровень».

4 группа: первые два показателя  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  среднего уровня, а третий  $\beta_3$  выше среднего.

Мы пренебрегаем другими сочетаниями  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ , поскольку количество курсантов с другими сочетаниями и с другими уровнями этих показателей, «не очень высокий» или «низкий», незначительно по сравнению с общим количеством обучающихся.

### 1.3. Критерии оптимальности функционирования системы ФМП

Подготовка специалистов в любом вузе, в том числе и в военном, осуществляется на основе Государственных образовательных стандартов и учебных планов по специальности, которые определяют объем и содержание каждой дисциплины, входящей в подготовку.

Перечень тем курса высшей математики в военных вузах также определен этими документами. При проведении наших исследований вся дисциплина «Математика» была разбита на несколько блоков в соответствии с изучаемыми темами. По каждому блоку разрабатывались специальные тесты для контроля выработанных курсантами знаний, умений и навыков непосредственно после изучения темы и после некоторого времени ее изучения, т.е. для контроля остаточных знаний по теме.

Задания для контроля качества знаний непосредственно после изучения темы более объемные и детальные. Задания, которые применялись для осуществления контроля остаточных знаний, содержали лишь главные, базовые, понятия и методы.

Результат подготовки специалиста в высшем военном учебном заведении в общем случае можно рассматривать как  $n$  – мерный целевой вектор,

$$\bar{C} = \{C_1, C_2, \dots, C_n\},$$



компонентами которого служат самые различные характеристики выпускника. Среди них могут быть и знания теоретических положений по всем изученным дисциплинам, и умения решать задачи по этим же дисциплинам, и умение работать с личным составом (организовать и провести какое-то занятие, беседу и т. д.), спортивные достижения и многое-многое другое.

В наших исследованиях в качестве результата ФМП будем рассматривать три главных показателя:

$C_1$  – теоретические знания курсанта;

$C_2$  – умение и навыки решения задач;

$C_3$  – показатель устойчивости знаний.

По каждому блоку (теме) курса высшей математики определен перечень теоретических вопросов, которые должен знать обучающийся после изучения темы, и перечень типов задач, которые он должен уметь решать.

При итоговом тестировании курсантов после изучения блока показатели  $C_1$  и  $C_2$  оценивались от 0 до 1, в зависимости от процентного соотношения освоенных курсантом теоретических положений и практических методов по сравнению с их общим количеством.

Показатель устойчивости знаний  $C_3$  также изменяется от 0 до 1. Рассчитывается он как среднее арифметическое трех вспомогательных показателей устойчивости знаний  $C_{31}, C_{32}, C_{33}$ . Первый из них получается при тестировании курсантов по базовым вопросам блока через месяц после его изучения. Второй показатель  $C_{32}$  – результат тестирования курсантов (по тем же тестам) через два месяца после изучения блока. Третий показатель  $C_{33}$  – результат тестирования через полгода.

$$C_3 = \frac{C_{31} + C_{32} + C_{33}}{3}.$$

Итак, самым высоким теоретическим показателем функционирования ФМП будем считать вектор, компоненты которого  $C_1, C_2, C_3$  равны единицам.

$$\bar{C} = \{1; 1; 1\}.$$

## *2. Характеристики функционирования ФМП в зависимости от организации учебных знаний*

### *2.1. Исследование влияния профессиональной направленности ФМП*

В связи с тем, что практически во всех технических вузах студенты младших курсов, как правило, демонстрируют невысокий уровень знаний по математическим дисциплинам, возникло предположение, что такое положение дел связано с некоторой «оторванностью» математики от практической подготовки специалиста.

Была сформулирована гипотеза о том, что профессиональная направленность ФМП может повлиять на качество фундаментальных математических знаний обучающихся на основе повышения мотивации к изучению математики.

Профессиональная направленность ФМП трактуется нами как регулярная демонстрация на всех видах занятий практической важности для подготовки специалиста математических понятий и методов. Для этого на занятиях по математике приводятся конкретные математические модели, решаются не слишком сложные прикладные задачи, обязательно связанные со специальностью обучаемых. Целесообразнее всего такую методику реализовывать с помощью плакатов и слайдов. Для проведения исследования влияния профессиональной направленности ФМП на качество математических знаний курсантов был проведен следующий эксперимент. Два приблизительно равных по сложности и объему учебного материала блока дисциплины «Математика» были проведены по-разному. Первый без методики использования профессиональной направленности обучения, а второй – на основе этой методики. При этом все другие методики обучения (наглядность, регулярность контроля учебной работы курсантов и т. д.) применялись в основном в одинаковых объемах.

После изучения обоих блоков проводились тестирования всех экспериментальных групп курсантов по тестам, содержащим одинаковое количество как теоретических, так и практических заданий приблизительно равной сложности. Результаты были обработаны статистическими методами, в частности, в этом исследовании использовался критерий различий Вилкоксона. Приведем обработку

полученных результатов для одной из наблюдаемых групп, а именно: для второй экспериментальной группы курсантов (см. таблицу 1). В результате обработки получили два нетипичных сдвига (у номеров 12 и 15). Сумма их рангов 11,0. Это же значение имеет и эмпирическое число критерия  $T_{эм} = 11,0$ .

По таблице критических значений критерия Вилкоксона [10 с. 471, приложение 10] находятся критические значения при количестве испытуемых  $n = 15$ :  $T_{кр_1} = 30$  при уровне значимости  $p = 0,05$ ;  $T_{кр_1} = 19$  при уровне значимости  $p = 0,01$ .

По расположению этих чисел на оси значимости (рис 1) делается вывод о результатах эксперимента. Поскольку  $T_{эм} = 11,0$  попало в зону значимости, то был сделан вывод, что верна гипотеза о различии. Это означает, что результаты тестирования курсантов по второму блоку, который изучался на основе профессиональной направленности обучения, отличается от первого тестирования, причем в лучшую сторону (об этом свидетельствуют знаки сдвигов). Этот вывод справедлив на высоком уровне достоверности, при  $p = 0,01$

Таблица 1

*Результаты тестирования второй группы курсантов*

$N \rightarrow$ п/п	Результаты тестирования по 1-му блоку	Результаты тестирования по 1-му блоку	Сдвиг	Модуль сдвига	Ранг	Нетипичные сдвиги
1 →	9	10	+1	1	5,5	
2 →	8	11	+3	3	13,5	
3 →	7	9	+2	2	10	
4 →	11	11	0	0	2	
5 →	10	13	+3	3	13,5	
6 →	15	15	0	0	2	
7 →	6	8	+2	2	10	
8 →	10	12	+2	2	10	
9 →	7	7	0	0	2	
10 →	4	9	+5	5	15	
11 →	8	10	+2	2	10	
12 →	11	10	-1	1	5,5	*
13 →	9	11	+2	2	10	
14 →	12	13	+1	1	5,5	
15 →	13	12	-1	1	5,5	*
СУММА						11,0

Для принятия статистического решения строится «ось значимости» и на ней отмечаются найденное значение  $T_{\text{эмп}}$  и критические значения критерия.

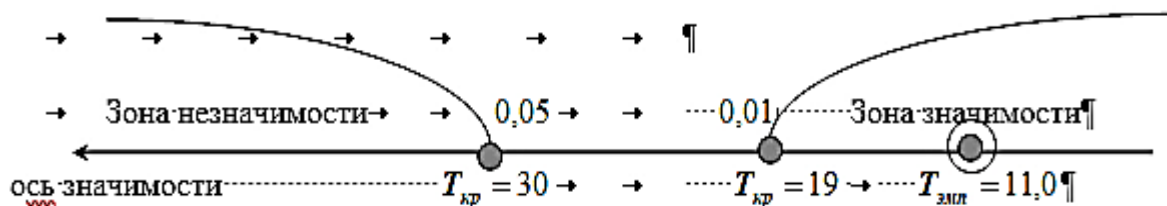


Рис. 1. Ось значимости. Критерий Вилкоксона

Другие экспериментальные группы курсантов, участвовавшие в тестировании, также показали более высокие результаты усвоения материала именно второго блока дисциплины.

Наибольшее влияние профессиональная направленность обучения оказала на курсантов, имеющий средний уровень показателя  $\beta_3$ . Видимо, это связано с повышением у курсантов мотивации к обучению при реализации профессиональной направленности обучения.

## 2.2. Влияние частоты контроля преподавателем в системе ФМП качества учебной работы обучаемых

При исследовании функционирования системы любого вида самым важным фактором является изучения реакции системы на какие-то воздействия. Также и при функционировании ФМП необходимо регулярно осуществлять контроль реакции системы, что в этом случае означает контроль качества учебной работы курсантов.

В высших военных учебных заведениях при изучении курса высшей математики в учебных планах по специальностям планируется, как правило, не более 1–2-х контрольных работ и одного домашнего задания в семестре. Это количество проверок явно недостаточно для того, чтобы иметь постоянную непрерывную информацию о текущей учебной работе курсантов, и, в случае необходимости, своевременно ее корректировать.

Теоретически были сформулированы следующие варианты частоты контроля учебной работы обучающихся:

*1 вариант:* полный контроль всей учебной группы осуществляется на каждом практическом занятии (это реализовывалось с помощью «летучек», небольших по объему проверочных работ в конце каждого занятия, в большинстве случаев, по рассмотренным на этом занятии методам, но с использованием заранее подготовленной курсантами теории).

*2 вариант:* полный контроль всех курсантов осуществляется не менее 2–4-х раз в зависимости от объема учебного блока дисциплины.

*3 вариант:* полный контроль осуществляется один раз по каждому блоку.

При всех трех вариантах кроме полного контроля на каждом занятии реализуется и частичный контроль (какой-то части курсантов) по ответам у доски, по самостоятельной работе на месте и т. д.

Три блока дисциплины изучались при трех разных формах контроля, затем результаты итогового тестирования по каждой группе испытуемых сравнили с помощью критерия Пейджа.

Приведем результаты обработки данных группы курсантов, имеющих все показатели  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  среднего уровня (третья группа).

Таблица 2

*Результаты тестирования третьей группы курсантов*

$N \rightarrow$ п/п	1-ое тести- рование	Ранги	2-ое тести- рование	Ранги	3-ое тести- рование	Ранги
1. $\rightarrow$	10	2,5	10	2,5	7	1
2. $\rightarrow$	8	3	7	2	6	1
3. $\rightarrow$	5	1,5	6	3	5	1,5
4. $\rightarrow$	12	3	11	2	10	1
5. $\rightarrow$	6	2	7	3	5	1
6. $\rightarrow$	11	3	10	2	9	1
7. $\rightarrow$	15	3	12	2	10	1
8. $\rightarrow$	9	2,5	9	2,5	8	1
9. $\rightarrow$	13	3	12	2	11	1
10. $\rightarrow$	10	2	11	3	8	1
11. $\rightarrow$	9	3	8	2	7	1
12. $\rightarrow$	7	2	10	3	6	1
<b>СУМ- МА</b>	<b>π</b>	<b>30,5π</b>	<b>π</b>	<b>29π</b>	<b>π</b>	<b>12,5π</b>

Эмпирическое значение при  $R_1 = 12,5$ ,  $R_2 = 29$ ,  $R_3 = 30,5$ :

$$L_{эмп} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot i = 1 \cdot 12,5 + 2 \cdot 29 + 3 \cdot 30,5 = 162.$$

Критические значения критерия (найденные по таблице) при  $c = 3$ ,  $n = 12$ .

$$L_{кр1} = 153, \text{ при } p = 0,05$$

$$L_{кр2} = 156, \text{ при } p = 0,01$$

$$L_{кр3} = 160, \text{ при } p = 0,001.$$

Расположение характеристических чисел на «оси значимости» следующее

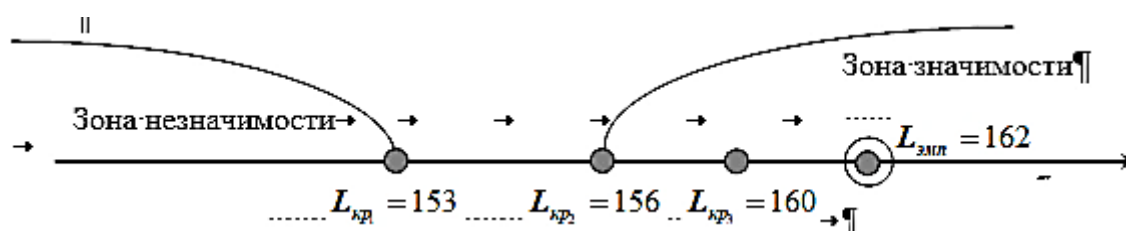


Рис. 2. Ось значимости. Критерий Пейджа

По расположению  $L_{эмп}$  был сделан вывод о справедливости гипотезы  $H_1$  о различиях. Это означает, что тестирование показало: знания курсантов по трем блокам различаются.

С учетом рангов столбцов, был сделан вывод, что наиболее качественные знания оказались по первому блоку, но они незначительно отличаются от знаний по второму блоку. По третьему же блоку продемонстрированы наиболее низкие знания, причем по всем группам курсантов получились такие же различия.

Таким образом, учебная работа курсантов достаточно сильно зависит от регулярности контроля. Вывод этот был сделан на высоком уровне достоверности 0,001.

### 2.3. Исследование влияния периодичности проведения занятий на функционирование ФМП

Для изучения влияния расписания занятий на качество математической подготовки был проведен следующий эксперимент: три блока высшей математики изучались по-разному. Первый – при проведении занятий не менее 4–5 в неделю; второй – при расписании, в котором допускались значительные перерывы в

занятиях, до 15–20 дней; третий – при расписании, в котором занятия проводились достаточно равномерно, не слишком часто, 1–2 занятия в неделю. Затем (с помощью статистического критерия Пейджа) сравнивались результаты тестирования одних и тех же курсантов по этим трем блокам. Качество знаний и практических умений по полученным данным анализировалось также с помощью критерия Пейджа.

В результате был сделан вывод о том, что курсанты продемонстрировали знания по рассмотренным трем блокам разного качества. Самые низкие результаты знаний оказались по второму блоку (изученному с регулярными перерывами при проведении занятий).

Самый высокий уровень усвоения продемонстрирован по третьему блоку, который изучался при расписании: 1–2 занятия в неделю. Видимо, это оптимальный вариант, при котором и достаточная регулярность занятий и достаточно времени для осознания и проработки изученного материала в ходе самостоятельной работы курсантов.

Оказалось, что расписание с перерывами в занятиях сильно повлияло в отрицательную сторону на все экспериментальные группы обучаемых. Но влияние на 1-ую группу, в которой курсанты с показателями  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  высокого уровня, не столь значительное как на другие.

#### *2.4. Исследование влияния компьютеризации на качество учебного процесса*

В настоящее время образовательный процесс ни в каком учебном заведении невозможен без использования современной компьютерной техники, без применения компьютерных технологий обучения. Нами были выделены следующие основные направления применения компьютерных технологий в системе ФПМ:

1. Демонстрация динамических слайдов на всех видах занятий.
2. Осуществление контроля знаний курсантов с помощью контролирующих программ (тестирований).
3. Выполнение лабораторных работ на ПЭВМ в ходе изучения численных методов.
4. Применение обучающих программ в ходе учебных занятий.

5. Использование электронных учебников с возможностями самоконтроля при самостоятельной работе курсантов.

Ранее уже было установлено значительное влияние профессиональной направленности ФМП на качество знаний обучаемых. Реализуется же профессиональная направленность обучения в системе ФМП, прежде всего, посредством рассмотрения на занятиях по математике специальных прикладных задач и моделей, связанных со специальностью обучаемых.

Рассматривать подробно на занятиях по математике решение таких задач чаще всего невозможно из-за недостатка времени, да и порой нецелесообразно. Поэтому такие задачи удобно оформлять, например, на слайдах. В случае их применения отпадает необходимость делать какие-то поясняющие рисунки и записи на доске. Демонстрация динамических компьютерных слайдов позволяет быстро и эффективно рассматривать в движении (когда это целесообразно) конкретные специальные прикладные задачи, математические модели каких-то сложных систем. Кроме того, слайды позволяют более качественно рассматривать какие-то понятия и методы самой математики.

Три раза проводилось анкетирование обучающихся всех исследуемых групп с целью изучения их мотивации к изучению математики. Трижды им был предложен один и тот же вопрос: «Считаете ли вы, что изучение курса высшей математики необходимо для Вашей качественной профессиональной подготовки?» и каждый раз предлагалось выбрать один из следующих вариантов ответа:

1. «Да».
2. «Нет».
3. «Затрудняюсь ответить».

Первое тестирование было проведено до реализации профессиональной направленности ФМП, второе – в ходе профессиональной направленности обучения, но до использования в ней демонстрационных компьютерных слайдов. Третье тестирование проведено после достаточно регулярного применения таких слайдов.



При первом опросе первый вариант ответа выбрали лишь 40% всех курсантов (причем в основном из группы со всеми высокими показателями), при втором – около 67%. При третьем тестировании 96% обучающихся выразили уверенность в том, что математические знания им необходимы для дальнейшей подготовки по выбранной специальности. Таким образом, мотивация обучающихся к изучению курса высшей математики повысилась в результате реализации профессиональной направленности функционирования ФМП посредством демонстрационной динамической компьютерной системы. Это относится ко всем исследуемым группам курсантов, особенно высокое воздействие было оказано на группы со средним уровнем показателя  $\beta_3$  «трудолюбия».

Вторым направлением компьютеризации процесса обучения является применение компьютерной техники для контроля знаний и умений по одному или нескольким проведенным занятиям, для приема зачетов и экзаменов и т. д.

Для проведения исследований была разработана программа, позволяющая достаточно быстро опросить курсантов по одному из блоков дисциплины или по всей дисциплине. В этой программе была предусмотрена система «подсказок» для обучающегося: в том случае, когда курсант затрудняется ответить на вопрос, он может обратиться к специально подготовленному справочнику. ПЭВМ фиксирует число обращений отвечающего к «подсказкам», затем это учитывается при выставлении оценки. Время для работы со справочником ограничено.

Все компьютеры, включая преподавательский, работают в локальной сети. В конце проверки преподаватель распечатывает ведомость с оценками всех отвечающих.

В ходе исследований компьютерные тестирования курсантов были проведены по теме «Неопределенный интеграл» в качестве текущего контроля и при проведении зачета по разделу «Аналитическая геометрия и высшая алгебра» в качестве итогового контроля.

Проведенный сравнительный анализ оценок курсантов, полученных при компьютерном тестировании, и оценок, полученных традиционным путем, при выполнении письменных проверочных работ, существенных отличий в качестве

знаний не выявил ни для одной из испытуемых групп. Данные были обработаны с помощью статистического критерия Вилкоксона.

В чем же польза применения компьютерного тестирования при контроле знаний курсантов? Эффективность применения компьютерных технологий при контроле качества знаний обучающихся проявляется в экономии времени преподавателя на проверке работ. При этом, конечно, нельзя забывать и о том времени, которое необходимо для разработки контролирующих компьютерных программ.

Наиболее важным направлением компьютеризации ФМП является выполнение лабораторных работ при изучении численных математических методов, а также при выполнении курсовых работ. В той ситуации, когда нет возможности использовать компьютерную технику, курсанты выполняют лабораторные работы с помощью калькуляторов. Затем они «защищают» свою работу, отвечая на вопросы преподавателя как по теоретической части примененного расчетного метода, так и по сделанным вычислениям. Будем считать такой вариант выполнения лабораторной работы первым.

Вторым вариантом будем считать такой, при котором для выполнения работы курсанты обращаются к готовой программе, заполняют лишь свои индивидуальные числовые данные и сразу же получают с помощью компьютерных расчетов ответ либо пользуются для расчетов собственной программой, которую разработали заранее самостоятельно. Остальное время занятия посвящено тому, чтобы «защитить» свою работу, ответив на вопросы преподавателя. Этот вариант позволяет достаточно быстро решить свои индивидуальные задания всем курсантам учебной группы даже при небольшом количестве компьютеров.

Третьим вариантом в наших исследованиях был рассмотрен вариант выполнения лабораторной работы с помощью компьютерной техники по следующей схеме:

1. Курсант получает допуск к выполнению расчетной части работы, ответив на вопросы компьютера по теоретической части метода. При этом, если ему не удастся сразу получить этот допуск, он пользуется рекомендациями компьютера изучить какие-то конкретные положения метода, получает допуск к «методичке»

и изучает метод. Затем повторяет попытку получения разрешения на выполнение вычислений.

2. Курсант заносит числовые данные своего варианта и исследует необходимые параметры: подбирает необходимую длину шага вычислений, выбирает вид функциональной зависимости или что-то еще. Этот этап исследовательский.

3. После выбранных параметров подается команда на выполнение расчетов. По их окончании компьютер сам выставляет «зачет» или «незачет» по лабораторной работе.

При таком варианте проведения лабораторных работ каждый курсант должен работать за своим индивидуальным компьютером.

Все испытуемые группы обучаемых выполняли по три лабораторных работы, соответственно, по трем описанным методикам. По каждому изученному методу после проведения лабораторных работ был осуществлен письменный опрос курсантов по сути этого метода. Каждый раз задавалось 5 вопросов, и каждый правильный ответ оценивался в один балл. Таким образом, можно было получить за качество знаний метода от нуля до пяти баллов.

Результаты были по всем группам обработаны с помощью критерия Пейджа, они подтвердили справедливость гипотезы о различии  $H_1$  на уровне достоверности  $p = 0,001$  для группы со всеми тремя средними показателями. Курсанты этой группы усвоили метод, используемый в третьей лабораторной работе, лучше. Кроме того, есть различия и в усвоении первого и второго методов.

Остальные группы испытуемых, в том числе и группа с показателями  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  высокого уровня почти не имеют различий в качестве усвоения первого и второго методов. Но все они улучшили показатели по третьему методу. Это означает, что использование компьютерной техники при изучении численных методов значительно повышает качество функционирования ФМП.

Как показали исследования, это утверждение остается справедливым и к проведению курсовых работ в ходе ФМП.

### *3. Самостоятельная работа обучающихся в системе ФМП*

#### *3.1. Исследование качества самостоятельной работы обучаемых в зависимости от времени ее проведения*

Образовательный процесс в любом учебном заведении, по существу, состоит из двух частей: 1) проведения учебных занятий в соответствии с расписанием; 2) самостоятельной работы курсантов вне занятий по закреплению рассмотренного учебного материала.

В высших военных учебных заведениях время на самостоятельную работу обучаемых ограничено, поэтому вопросы эффективной организации и реализации самостоятельной работы приобретают особую значимость.

Будем предполагать, что в аудиториях проведения самоподготовки в учебных группах во время самостоятельной работы курсантов поддерживается порядок, который контролируется командирами учебных групп и отделений и командованием курса.

Как правило, командир учебной группы на каждой самоподготовке составляет ориентировочный план работы, опираясь, прежде всего, на расписание занятий на следующий день. Поэтому к текущим занятиям по всем дисциплинам курсанты готовятся, в основном, накануне.

Основными видами занятий по математическим дисциплинам являются лекции и практические занятия. Подготовка к лекции состоит в необходимости изучить (или повторить) основные теоретические положения предыдущего материала. Подготовка к практическому занятию включает две части: 1) изучение основных теоретических положений по указанной теме; 2) практическое решение задач.

В наших исследованиях рассматривается две формы организации самостоятельной работы в зависимости от времени ее проведения:

*1 форма:* традиционная, подготовка к каждому занятию осуществляется накануне его проведения;

*2 форма:* комбинированная, подготовка к каждому занятию осуществляется в два этапа: сразу после проведения предыдущего аналогичного по виду занятия и накануне.

Заметим, что комбинированная форма самоподготовки не предполагает выделения дополнительного времени на самостоятельную работу.

Рассмотрим конкретный пример. На подготовку к какому-то практическому занятию, в соответствии с тематическим планом по дисциплине, отводится 1,5 часа. При этом задание состоит в изучении двух вопросов по теории (указанных преподавателем) и в решении 5 задач. При традиционной форме самоподготовки курсант приступает к выполнению заданий перед следующим занятием, вспомнив те методы, которые применялись на предыдущем. Работает при этом все 1,5 часа.

При комбинированной форме в день проведения «предыдущего» занятия обучаемый решает все задачи или какую-то часть из них, закрепляя отработанные на занятии умения и навыки, израсходовав приблизительно 1,0 час самоподготовки. Оставшееся время, 0,5 часа, он использует через несколько дней для того, чтобы уже накануне следующего занятия повторить методы, завершить решение задач и выучить теоретические вопросы.

Была сформулирована гипотеза о том, что комбинированная форма проведения самостоятельной работы окажется более эффективной в связи с тем, что, во-первых, в день изучения каких-то методов курсант самостоятельно закрепляет навыки их использования, т.е. прорабатывает их глубже. Во-вторых, в связи с тем, что обучаемый работает над материалом, по существу, дважды.

Во всех испытуемых группах одна тема (цикл занятий) изучалась с традиционной формой самоподготовки, а другая – с комбинированной. Затем был осуществлен контроль знаний всех курсантов по этим темам с помощью тестирования и проведен анализ результатов.

Оказалось, что комбинированная форма самоподготовки эффективнее для всех групп курсантов, участвующих в эксперименте, с различными индивидуальными показателями. Наибольшее влияние такая форма самостоятельной

работы оказывает на группу обучаемых со средним уровнем способностей и трудолюбия, на третью группу. Результаты обрабатывались с помощью критерия Вилкоксона.

### *3.2. Исследование влияния самостоятельной работы на качество функционирования ФМП в зависимости от формы заданий*

В высших военных учебных заведениях самостоятельная работа проводится в одной аудитории для всей учебной группы, поэтому у некоторой части курсантов возникает соблазн не выполнять какую-то часть задания (чаще всего, это практическая часть – решение задач), а воспользоваться чьим-то уже готовым заданием. В наших исследованиях были рассмотрены четыре формы заданий на самостоятельную работу:

*1 форма:* задание общее для всей группы.

*2 форма:* задания у всех разные, но их одинаковое количество для всех курсантов, причем они равноценны по сложности.

*3 форма:* задания у всех разные, причем в каждом варианте указан обязательный минимальный объем его выполнения. Каждый вариант содержит также задания повышенной сложности, направленные на высокое качество осознания и усвоения материала.

*4 форма:* задания состоят из двух частей, первая часть общая для всех курсантов, вторая – индивидуальная, включающая задания разного уровня сложности.

Были изучены четыре темы с использованием на самоподготовку заданий разных по форме. Затем проведены тестирования курсантов на качество знаний по теме (каждый раз вариант состоял из 10 заданий). Участвовали все четыре экспериментальные группы курсантов. Результаты для всех групп обрабатывались с помощью критерия Пейджа.

Оказалось, что разные формы заданий на самоподготовку по-разному влияют на качество знаний курсантов из различных групп наблюдения.

Так, в частности, на первую группу обучающихся (все показатели высокого уровня) первые две формы оказывают практически одинаковое влияние. Третья

и четвертая формы заданий также практически не отличаются по воздействию на обучающихся. Но, оказывается, что третья и четвертая формы значительно эффективней первых двух.

Для курсантов второй группы (показатели  $\beta_1, \beta_2$  выше среднего, а третий  $\beta_3$  «трудолюбие» среднего уровня) уже вторая форма самоподготовки оказывается значительно эффективней первой. Но разница между влиянием второй, третьей и четвертой форм заданий уже не столь значительна.

Для третьей группы курсантов (все три показателя среднего уровня) четвертая форма самоподготовки является наиболее эффективной, а первая – наименее эффективной. Третья форма оказывает более качественное влияние, чем первая и даже, чем вторая.

4 группа (первые два показателя  $\beta_1, \beta_2$  среднего уровня, а трудолюбие  $\beta_3$  выше среднего). Для этой группы обучающихся четвертая форма самоподготовки оказалась самой эффективной. А первая, как и для всех других групп, наименее эффективной. Таким образом, наиболее эффективной для подавляющего большинства курсантов оказалась четвертая форма заданий для самостоятельной работы.

Следует отметить, что подготовка материалов для реализации второй-четвертой форм заданий на самоподготовку требует от преподавателей огромных временных затрат. Целесообразнее всего, на наш взгляд, разрабатывать сборники индивидуальных заданий разного уровня сложности по всем темам курса высшей математики, затем ими регулярно пользоваться в ходе ФПМ как на плановых занятиях, так и во время самоподготовки.

### *3.3. Исследование влияния на качество обучения применения на самоподготовке компьютерных технологий и адаптированной учебно-методической литературы*

В высших военных учебных заведениях курсанты периодически несут службу в нарядах во время проведения учебных занятий. Кроме того, как и все студенты, они пропускают занятия из-за болезни.

Для того, чтобы обучаемые могли самостоятельно изучить пропущенный материал полезно иметь учебно-методические пособия по всем темам курса математики, которые содержат краткие теоретические сведения, образцы решения задач разного уровня сложности и большое количество задач для самостоятельной работы. По существу, такие учебные пособия выполняют роль справочника, («самоучителя»). Такие пособия помогают курсантам в их самостоятельной работе не только после пропуска занятий, но и в тех случаях, когда курсант не до конца понял материал на занятии, то есть, для его дальнейшей более глубокой и более качественной проработки.

Электронные обучающие системы по блокам дисциплины «Математика», а также электронные учебники с возможностями самоконтроля также выполняют роль «самоучителя».

Исследования качества самостоятельной работы курсантов показали, что наиболее эффективной является форма самоподготовки с использованием компьютерных разработок. Незначительно по эффективности от применения компьютерных технологий отличается форма самоподготовки с использованием каждым обучающимся адаптированных учебных пособий. Резко ниже по качеству самоподготовка с использованием стандартных сборников задач. Особенно резкие отличия демонстрируют те исследуемые группы курсантов, в которых показатель  $\beta_3$  «трудолюбие» выше среднего уровня, первая и четвертая группы.

#### *4. Комплексная математическая модель ФМП в военных вузах*

##### *4.1. Исследование уровня влияния различных параметров ФМП на качество обучения*

Для того, чтобы установить структурные связи между различными параметрами фундаментальной математической подготовки и качеством обучения, необходимо вначале определить корреляционные связи между переменными. Как было отмечено в пункте 1.3, в наших исследованиях качество подготовки специалиста рассматривается в виде вектора  $\bar{C} = \{C_1, C_2, C_3\}$ , где  $C_1$  – теоретическая подготовка специалиста,  $C_2$  – практическая подготовка (умения и навыки решения



задач),  $C_3$  – показатель устойчивости знаний. Эти показатели при использовании факторного анализа рассматривались в качестве изучаемых факторов с теми же номерами.

Для определения наличия корреляционных связей с каждым из этих показателей были введены следующие параметры ФМП:

$V_1$  – технология профессиональной направленности;

$V_2$  – компьютерные технологии обучения (включая обучающие и контролирующие программы, электронные учебники и т. д.);

$V_2 - V_3$  – частота полного контроля знаний курсантов;

$V_4$  – индивидуализация обучения (учитывается ее применение в основном при самостоятельной работе обучаемых);

$V_5$  – система поощрений (как преподавателем, так и командованием курса, факультета, вуза);

$V_6$  – обеспеченность адаптивной учебно-методической литературой;

$V_7$  – периодичность проведения занятий по одной и той же теме.

Переменные  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_4$ ,  $V_5$ ,  $V_6$  измеряются от 0 до 1 в зависимости от процентного соотношения тех тем (или количества занятий по теме) по математическим дисциплинам, на которых применялись указанные методы и технологии обучения.

Переменная  $V_3$  измеряется также от 0 до 1 в зависимости от процентного соотношения тех тем (или заданий по теме), при изучении которых полный контроль осуществляется не менее 2-х раз.

Параметры  $V_7$  оцениваются от 0 до 1 по процентному соотношению тех тем, при изучении которых не было длительных перерывов, и занятия проводились достаточно регулярно, по 2–5 раз в неделю.

Показатели качества математической подготовки на заключительном этапе рассматривались уже после изучения всех фундаментальных математических дисциплин. Показатели  $C_1$  и  $C_2$  были замерены сразу после изучения каждой

темы, и после изучения всего курса математики. Для этого использовались тесты, включающие все темы высшей.

Показатель  $C_3$  получен так, как описано в пункте 1.3. по тем же самым тестам, причем они состояли как из теоретических, так и из практических вопросов. Этот показатель замерялся после каждой темы и после всего курса высшей математики.

Все факторы также оценивались от 0 до 1 в зависимости от процентного соотношения тех вопросов, на которые курсант ответил верно.

Для определения наличия корреляционных связей между каждым из показателей  $C_1, C_2, C_3$  и переменными  $V_1 - V_7$  вычислялись коэффициенты Пирсона, устанавливался уровень их статистической значимости. Причем такие расчеты были проведены для каждой исследуемой группы обучаемых в зависимости от их индивидуальных особенностей.

Представим подробно один из вариантов расчетов корреляционного коэффициента Пирсона для одной из групп испытуемых. Для 3-ей группы испытуемых (все три индивидуальных показателя среднего уровня) получены в ходе эксперимента следующие данные:

Таблица 3

*Значения коэффициента корреляции*

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$C_2$	0,6	0,5	0,5	0,7	0,4	0,7	0,7	0,9	0,5	0,7	0,6	0,5	0,8	0,9	0,8	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9
$V_4$	0,5	0,3	0,4	0,8	0,5	0,6	0,7	0,0	0,5	0,6	0,4	0,3	0,9	0,0	0,8	0,5	0,4	0,5	0,6	0,8

Рассмотрим зависимость между показателем  $C_2$  (умением решать задачи) и  $V_4$  (индивидуализацией обучения).

Таблица для вычислений величин, использующихся в расчетах коэффициента Пирсона, имеет вид:

Таблица 4

*Значения показателей для вычисления коэффициента корреляции*

$N_{\alpha}$	$C_{2i\alpha}$	$V_{4i\alpha}$	$C \cdot V_{\alpha}$	$C^2_{\alpha}$	$V^2_{\alpha}$
1.→	0,6α	0,5α	0,3α	0,36α	0,25α
2.→	0,5α	0,3α	0,15α	0,25α	0,09α
3.→	0,5α	0,4α	0,2α	0,25α	0,16α
4.→	0,7α	0,8α	0,56α	0,49α	0,64α
5.→	0,4α	0,5α	0,2α	0,16α	0,25α
6.→	0,7α	0,6α	0,42α	0,49α	0,36α
7.→	0,7α	0,7α	0,49α	0,49α	0,49α
8.→	0,9α	1,0α	0,9α	0,81α	1,0α
9.→	0,5α	0,5α	0,25α	0,25α	0,25α
10.→	0,7α	0,6α	0,42α	0,49α	0,36α
11.→	0,6α	0,4α	0,24α	0,36α	0,16α
12.→	0,5α	0,3α	0,15α	0,25α	0,09α
13.→	0,8α	0,9α	0,72α	0,64α	0,81α
14.→	0,9α	1,0α	0,9α	0,81α	1,0α
15.→	0,8α	0,8α	0,64α	0,64α	0,64α
16.→	0,4α	0,5α	0,2α	0,16α	0,25α
17.→	0,6α	0,4α	0,24α	0,36α	0,16α
18.→	0,6α	0,5α	0,3α	0,36α	0,25α
19.→	0,7α	0,6α	0,42α	0,49α	0,36α
20.→	0,9α	0,8α	0,72α	0,81α	0,64α
$\Sigma_{\alpha}$	13,0α	12,1α	8,42α	8,92α	8,21α

По формуле для коэффициента корреляции Пирсона получаем:

$$r_{cv} = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (C_i \cdot V_i) - \sum_{i=1}^n C_i \cdot \sum_{i=1}^n V_i}{\sqrt{\left[ n \cdot \sum_{i=1}^n C_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n C_i \right)^2 \right] \cdot \left[ n \cdot \sum_{i=1}^n V_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n V_i \right)^2 \right]}}$$

$$r_{cv} = - \frac{20 \cdot 8,42 - 13 \cdot 12,1}{\sqrt{(178,4 - 169) \cdot (164,2 - 145,2)}} = \frac{11,1}{\sqrt{178,6}} \approx 0,83.$$

Итак,  $r_{cv} \approx 0,83$ . Это эмпирическое значение. Критические значения коэффициента корреляции Пирсона для случая числа степеней свободы  $k = n - 2 = 20 - 2 = 18$  найдены по таблице.

$$r_{кр} = \begin{cases} 0,44 & \text{для } P = 0,05 \\ 0,56 & \text{для } P = 0,01. \end{cases}$$

Ось значимости с отмеченными на ней эмпирическим значением коэффициента корреляции и двумя критическими имеет следующий вид:

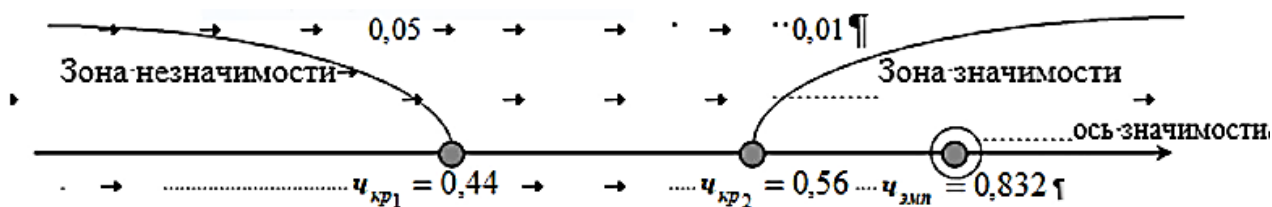


Рис. 7. Ось значимости. Коэффициент корреляции

Поскольку эмпирическое значение коэффициента корреляции попало в зону значимости, то верна гипотеза  $H_1$ . В этом случае это означает, что между переменными  $C_2$  и  $V_4$  установлена положительная линейная корреляционная связь на высоком уровне статистической достоверности. Иначе говоря, умение решать математические задачи увеличивается (качественно укрепляется) с увеличением числа занятий (и самоподготовки) с применением индивидуализации обучения.

Это установлено для курсантов 3-ей испытуемой группы. Значения коэффициента корреляции Пирсона между переменными  $C_2$  и  $V_4$  получены и для других групп курсантов, причем для всех групп обнаружена статистически значимая корреляционная связь. Для 1-ой группы курсантов (все индивидуальные показатели выше среднего)  $r_{CV эмп} \approx 0,81$ . Для 2-ой группы («трудолюбие» среднего уровня, остальные выше среднего)  $r_{CV эмп} \approx 0,79$ . Для 4-ой группы («трудолюбие» высокого уровня, остальные показатели среднего уровня)  $r_{CV эмп} \approx 0,85$ .

В результате вычисления всех коэффициентов корреляции между переменными  $C_i$  и  $V_j$ ,  $i=1,2,3$ ,  $j=1,2,\dots,7$  для всех 4-х групп испытуемых были составлены структурные факторные матрицы. Первая из следующих таблиц дает информацию по 1-ой группе, 2-я – по 2-ой и т. д.

Таблица 5

*Факторная матрица (группа 1)*

Переменная	Фактор $C_1$	Фактор $C_2$	Фактор $C_3$
$V_1$	0, 65	0, 52	0, 53
$V_2$	0, 31	0, 45	0, 41
$V_3$	0, 42	0, 67	0, 57
$V_4$	0, 35	0, 81	0, 52
$V_5$	0, 74	0, 83	0, 49
$V_6$	0, 49	0, 66	0, 48
$V_7$	0, 82	0, 84	0, 55

Таблица 6

*Факторная матрица (группа 2)*

Переменная	Фактор $C_1$	Фактор $C_2$	Фактор $C_3$
$V_1$	0,67	0,54	0,48
$V_2$	0,42	0,45	0,39
$V_3$	0,46	0,58	0,51
$V_4$	0,38	0,79	0,49
$V_5$	0,68	0,72	0,37
$V_6$	0,43	0,61	0,62
$V_7$	0,79	0,83	0,57

Таблица 7

*Факторная матрица (группа 3)*

Переменная	Фактор $C_1$	Фактор $C_2$	Фактор $C_3$
$V_1$	0,59	0,55	0,46
$V_2$	0,51	0,53	0,43
$V_3$	0,58	0,62	0,55
$V_4$	0,32	0,83	0,47
$V_5$	0,52	0,61	0,39
$V_6$	0,69	0,75	0,58
$V_7$	0,81	0,85	0,61

Таблица 8

*Факторная матрица (группа 4)*

Переменная	Фактор $C_1$	Фактор $C_2$	Фактор $C_3$
$V_1$	0,57	0,56	0,51
$V_2$	0,52	0,54	0,42
$V_3$	0,53	0,65	0,59
$V_4$	0,35	0,85	0,54

$V_5$	0,49	0,58	0,41
$V_6$	0,75	0,73	0,53
$V_7$	0,83	0,81	0,63

Анализируя факторные матрицы всех групп испытуемых, можно сделать вывод о том, что во всех четырех случаях все переменные  $V_1 - V_7$  имеют значительные положительные корреляции со всеми тремя факторами, поскольку все весовые нагрузки положительны и, в основном, больше 0,4.

В нашем случае факторы  $C_1, C_2, C_3$  не являются независимыми. Скорее наоборот, фактор  $C_2$  в значительной степени зависит от показателя  $C_1$ . Фактор  $C_3$ , в свою очередь, определяется факторами  $C_1$  и  $C_2$ .

Из факторных матриц можно получить достаточно полную информацию о влиянии каждой из переменных  $V_1 - V_7$  на все три фактора для каждой наблюдаемой группы курсантов, т. е. незначимых переменных нет.

Так, например, из третьей строки факторных матриц следует, что переменная  $V_3$  – частота полного контроля знаний обучаемых оказывает самое большое влияние на фактор  $C_2$  – умение решать задачи.

Показатель  $V_7$  периодичность проведения занятий имеет очень высокий показатель корреляционных связей как с фактором  $C_1$ , так и с фактором  $C_2$ , причем для всех групп испытуемых.

Во всех четырех случаях последний столбец матриц имеет меньшие показатели, чем предыдущие. Видимо, это объясняется сильной связью фактора  $C_3$  с факторами  $C_1$  и  $C_2$ . Переменные  $V_1 - V_7$  влияют на фактор  $C_3$  как бы опосредованно, через первые два фактора.

#### 4.2. Уравнения множественной регрессии

Для построения математических моделей качества функционирования

ФМП будем рассчитывать *показатель эффективности фундаментальной математической подготовки* каждого курсанта по следующей формуле:

$$\text{Эфф} = \frac{1}{m + 2l} \cdot \left( \sum_{i=1}^m k_i + 2 \cdot \sum_{i=1}^l f_i \right),$$

где  $k_i$  – оценки, полученные курсантами на экзаменах и зачетах по математическим дисциплинам;  $m$  – общее количество экзаменов и зачетов;  $f_i$  – оценки, полученные курсантами при контроле остаточных знаний по математическим дисциплинам (после их изучения);  $l$  – общее количество проверок остаточных знаний.

Показатель эффективности в наших исследованиях принимает значения от 0 до 1, поскольку все оценки  $k_i$ ,  $i=1, \dots, m$  и  $f_j$ ,  $j=1, \dots, l$  рассматриваются в рейтинговой системе в виде процентного соотношения тех заданий, на которые курсант ответил верно по отношению к общему числу заданий.

Будем устанавливать для всех четырех наблюдаемых групп курсантов связи между параметрами ФМП и окончательным показателем ее эффективности в виде уравнений множественной линейной регрессии

$$\text{Эфф} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_p X_p.$$

В качестве переменных  $X_i$  возьмем самые значимые, на наш взгляд, параметры обучения:

$X_1 = V_1$  – профессиональная направленность ФМП;

$X_2 = V_3$  – частота полного текущего контроля учебной работы;

$X_3 = V_4$  – индивидуализация обучения;

$X_4 = V_7$  – периодичность проведения занятий.

Тогда уравнения регрессии можно записать в виде:

$$\text{Эфф} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4.$$

Коэффициенты  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  находятся на основе решения системы пяти линейных уравнений с пятью неизвестными.

В результате проведенных расчетов были установлены следующие уравнения регрессии:

$$I \text{ группа: } \text{Эфф} = 0,15 + 0,27 \cdot X_1 + 0,18 \cdot X_2 + 0,19 \cdot X_3 + 0,21 \cdot X_4.$$

$$I \text{ группа: } \text{Эфф} = 0,13 + 0,21 \cdot X_1 + 0,23 \cdot X_2 + 0,26 \cdot X_3 + 0,23 \cdot X_4.$$

$$II \text{ группа: } \text{Эфф} = 0,09 + 0,18 \cdot X_1 + 0,26 \cdot X_2 + 0,28 \cdot X_3 + 0,24 \cdot X_4.$$

$$IV \text{ группа: } \mathbf{Эфф} = 0,11 + 0,22 \cdot X_1 + 0,19 \cdot X_2 + 0,22 \cdot X_3 + 0,21 \cdot X_4.$$

Эти уравнения позволяют делать прогнозы качества обучения для всех четырех групп испытуемых. Кроме того, они позволяют сделать сравнительный анализ влияния переменных  $x_i$  на показатель эффективности.

Так, например, сравнивая коэффициенты переменной  $X_1$ , можно сказать, что технология профессиональной направленности обучения несколько значительнее влияет на тех курсантов, которые имеют более высокий индивидуальный показатель  $\beta_3$  «трудолюбие» (группы 1-я и 4-я). Причем, если показатель  $X_1$  увеличить на 10% (т. е. на 0,1), оставив без изменения значения всех остальных переменных  $X_2 - X_4$ , то коэффициент эффективности ФМП увеличивается следующим образом:

для I-ой группы: на  $0,27 \cdot 0,1 = 0,027$ , т. е. на 2,7%;

для II-ой группы: на  $0,21 \cdot 0,1 = 0,021$ , т. е. на 2,1%;

для III-ой группы: на  $0,18 \cdot 0,1 = 0,018$ , т. е. на 1,8%;

для IV-ой группы: на  $0,22 \cdot 0,1 = 0,022$ , т. е. на 2,2%.

Если, допустим, индивидуализацию обучения  $X_3$  увеличить на 10%, то показатель эффективности наибольшее увеличение получит у групп с показателем  $\beta_3$  не самого высокого уровня:

для II-ой группы увеличение произойдет на  $0,26 \cdot 0,1 = 0,026$ , т. е. на 2,6%;

для III-ой группы увеличение произойдет на  $0,28 \cdot 0,1 = 0,028$ , т. е. на 2,8%.

### *Заключение*

На основе проведенных исследований и анализа комплексной модели ФМП с целью повышения качества математических знаний курсантов можно сформулировать следующие рекомендации.

#### *Рекомендации преподавателям:*

1. На 70–80% занятий в системе ФМП рекомендуется использовать профессиональную направленность обучения как один из самых важных факторов активизации учебной деятельности курсантов.



2. Для рациональной реализации технологии профессиональной направленности обучения для каждой специальности вуза разработать банк специальных задач. Сделать это можно только с помощью выпускающих кафедр. Задачи должны быть небольшими по объему рассмотрения и адаптированными к уровню подготовки курсантов младших курсов.

3. Применять иллюстрационные компьютерные технологии как мощнейшее средство повышения интенсивности всех видов занятий.

4. Регулярно осуществлять полный контроль знаний курсантов не менее, чем 2–3 раза по каждой теме.

5. Применять компьютерные технологии при проведении лабораторного практикума и выполнении курсовых работ.

6. Использовать компьютерные технологии контроля знаний курсантов как средство экономии времени проверки.

7. На всех видах занятий реализовывать принцип индивидуализации обучения (задания разного уровня сложности, причем, в основном, по желанию обучающихся).

8. Для самостоятельной работы регулярно применять индивидуальные задания, включающие задачи разного уровня сложности. Желательно разработать сборники индивидуальных заданий по каждой теме курса высшей математики.

9. Использовать обучающие программы и электронные учебники для самостоятельной работы курсантов.

10. Широко применять систему поощрений курсантов за качественную учебную работу: освобождение от какой-то части тем на экзаменах, автоматическое выставление зачетов и экзаменов (когда это возможно), объявление благодарностей, выставление оценок за дополнительные задания повышенной сложности и т. д.

#### *Рекомендации учебному отделу:*

1. Желательно не планировать практические занятия по математическим дисциплинам по понедельникам, в первый день после праздника, после нарядов и караулов всей группы.

2. Занятия по дисциплине «Математика» планировать не менее, чем 2–3 раза в неделю, причем среди них должно быть 1–2 практических.

3. При изучении одного блока (одной темы) перерывов в занятиях длительностью больше недели.

*Рекомендации командованию курсов:*

1. По практическим занятиям по математическим дисциплинам планировать комбинированную форму самоподготовки, состоящую из двух частей: в день проведения предыдущего практического занятия и накануне проведения следующего.

2. Периодически контролировать качество самостоятельной работы курсантов, при этом чаще у тех, которые имеют средний уровень индивидуального показателя  $\beta_3$ , «трудолюбие».

3. Обеспечить возможность использования на курсах обучающих программ и электронных учебников в часы самоподготовки, а также в свободное время обучающихся.

4. Не допускать большого количества пропусков занятий по одной и той же теме по причине нарядов одним и тем же курсантом.

5. Иметь тесный контакт с преподавателями, особенно в первом семестре обучения.

***Список литературы***

1. Абанина Т.И. Демонстрационные компьютерные системы как элемент повышения эффективности всех видов занятий / Т.И. Абанина // Труды VI международного совещания-семинара «Информационные технологии в учебном процессе кафедр физики и математики», г. Ульяновск, сентябрь 2002 г.

2. Абанина Т.И. Компьютерные технологии в математических дисциплинах / Т.И. Абанина // Труды научно-методического семинара «Современные компьютерные технологии», г. Новочеркасск, 2003 г.

3. Абанина Т.И. Моделирование фундаментальной математической подготовки в высших военных учебных заведениях / Т.И. Абанина // Сборник трудов

XVI международной конференция «Математика. Экономика. Образование», ЮФУ, г. Новороссийск, 27.05 – 03.06.2008 г.

4. Абанина Т.И. Актуальные направления совершенствования математических знаний студентов в системе непрерывной профессиональной подготовки / Т.И. Абанина // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2013. – №4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2112](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2112)

5. Абанина Т.И. О моделировании фундаментальной математической подготовки в вузе /Т.И. Абанина // Сборник трудов 6-ой международной научной конференции «Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий. ПМТУКТ-2013», г. Воронеж, 10–16 сентября 2013 г.

6. Абанина Т.И. О некоторых формах интерактивного обучения в ходе математической подготовки студентов высших учебных заведений / Т.И. Абанина // Инженерный вестник Дона: Электронный научный журнал. – 2016. №4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3874](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3874)

7. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С.И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1980 – 368 с.

8. Баннов В.В. Диагностическое исследование подготовки курсантов к самоконтролю в образовательном процессе военного вуза / В.В. Баннов // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2016. – №12 (177).

9. Вдовюк В.И. Педагогика высшей военной школы: Современные проблемы в структурно-логических схемах и таблицах / В.И. Вдовюк, Г.А. Шабанов: Учебное пособие. – М.: ВУ, 1996. – 68 с.

10. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – Изд. 9-е, стер. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

11. Груздов А.Я. Проектирование образовательного процесса в военном вузе: Дис. ... канд. пед. наук / А.Я. Груздов. – Ярославль, 2006

12. Пискунов А.Р. Обучение военнослужащих в высших военных учебных заведениях / А.Р. Пискунов, А.Э. Смирнов, К.В. Яцук // Молодой ученый. – 2016. – №30. – С. 398–404 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/134/37493/>

13. Поташник М.М. Управление качеством образования: Практико-ориентированная монография и методическое пособие / М.М. Поташник; под ред. М.М. Поташника. – М.: Педагогическое общество России, 2000. – 448 с.

---

*Абанина Татьяна Ивановна* – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры «Информационные технологии в строительстве», ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Россия, Ростов-на-Дону.

---