

Министерство образования и науки  
Донецкой Народной Республики  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Донецкий национальный университет»

*На правах рукописи*



**Абраменкова Юлия Владимировна**

**МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ  
МАТЕМАТИКЕ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ХИМИИ**

Специальность 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания  
(по областям и уровням образования: математика)

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Научный руководитель:  
доктор педагогических наук,  
доцент Евсеева Е. Г.

Донецк – 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>                                                                                                                                       | <b>5</b>  |
| <b>РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ<br/>ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО<br/>ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ .....</b> | <b>20</b> |
| 1.1. Теоретические основы профессионально ориентированного обучения<br>математике будущих учителей химии.....                                              | 20        |
| 1.1.1. Анализ разработанности проблемы усиления профессиональной<br>направленности обучения математике будущего учителя химии.....                         | 20        |
| 1.1.2. Общая характеристика процесса обучения математике<br>в системе подготовки будущего учителя химии.....                                               | 35        |
| 1.2. Психолого-педагогические предпосылки организации<br>профессионально ориентированного обучения математике студентов<br>химических специальностей.....  | 44        |
| 1.3. Профессионально ориентированное обучение математике в системе<br>профессиональной подготовки будущего учителя химии.....                              | 61        |
| 1.4. Математическое моделирование в системе профессионально<br>ориентированного обучения математике.....                                                   | 80        |
| Выводы к разделу 1.....                                                                                                                                    | 93        |
| <b>РАЗДЕЛ 2. МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНО<br/>ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ<br/>УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ.....</b>                             | <b>95</b> |
| 2.1. Технология обучения способам действий по математическому<br>моделированию химических процессов и явлений.....                                         | 95        |
| 2.1.1. Метод математического моделирования как способ<br>реализации профессиональной направленности обучения<br>математике.....                            | 95        |
| 2.1.2. Действия по математическому моделированию и методика их<br>формирования у студентов-химиков.....                                                    | 98        |

|                                                                                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2. Методические приёмы организации учебного процесса по математике                                                                                            | 109        |
| 2.2.1. Система профессионально ориентированных задач как средство формирования профессиональной мотивации студентов-химиков.....                                | 109        |
| 2.2.2. Реализация межпредметных связей математики и профессиональных дисциплин в подготовке будущего учителя химии.....                                         | 132        |
| 2.2.3. Моделирование профессионально ориентированной учебной деятельности в самостоятельной работе будущих учителей химии.....                                  | 146        |
| 2.3. Применение средств информационно-коммуникационных технологий в профессионально ориентированном обучении математике будущих учителей химии.....             | 155        |
| 2.3.1. Компьютерная диагностики уровня и структуры учебной мотивации и педагогических способностей студентов-химиков.....                                       | 155        |
| 2.3.2. Мультимедийные презентации как средство реализации профессиональной направленности обучения математике будущих учителей химии.....                       | 163        |
| 2.3.3. Компьютерный тренажер в системе профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей.....                            | 174        |
| 2.4. Оценка эффективности методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии и рекомендации по ее реализации..... | 184        |
| Выводы к разделу 2.....                                                                                                                                         | 196        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>                                                                                                                                          | <b>199</b> |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>                                                                                                                                   | <b>202</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>                                                                                                                                          | <b>228</b> |
| <b>Приложение А.</b> Примеры математических моделей химических процессов и явлений по теме «Дифференциальные уравнения».....                                    | 228        |
| <b>Приложение Б.</b> Примеры профессионально ориентированных задач,                                                                                             |            |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| решаемых с помощью метода математического моделирования .....                                                                                                                            | 234 |
| <b>Приложение В.</b> Фрагмент учебно-методического пособия<br>«Математическое моделирование в химии».....                                                                                | 242 |
| <b>Приложение Г.</b> Фрагмент системы профессионально ориентированных<br>задач .....                                                                                                     | 248 |
| <b>Приложение Д.</b> Пример доклада студента на студенческой научно-<br>методической конференции .....                                                                                   | 254 |
| <b>Приложение Е.</b> Анкета для выявления отношения студентов<br>к необходимости изучения математики и применения математических<br>знаний в будущей профессиональной деятельности ..... | 260 |
| <b>Приложение Ж.</b> Тест для диагностики учебной мотивации студентов по<br>методике Н. Ц. Бадмаевой.....                                                                                | 266 |
| <b>Приложение И.</b> Тест для диагностики личности на мотивацию к успеху<br>Т. Элерса.....                                                                                               | 269 |
| <b>Приложение К.</b> Опросник для определения предрасположенности<br>к одному из типов профессии по Е. А. Климову.....                                                                   | 271 |
| <b>Приложение Л.</b> Адаптированные методики оценки педагогических<br>способностей учителя химии.....                                                                                    | 274 |
| <b>Приложение М.</b> Электронные средства обучения.....                                                                                                                                  | 280 |
| М1. Компьютерная программа «Электронное портфолио студента»..                                                                                                                            | 280 |
| М2. Мультимедийные лекции-визуализации по темам курса<br>«Математика».....                                                                                                               | 280 |
| М3. Компьютерный тренажер по теме «Интегральное исчисление<br>функции одной переменной».....                                                                                             | 280 |
| <b>Приложение Н.</b> Первый диагностический срез учебных достижений<br>студентов-химиков.....                                                                                            | 281 |
| <b>Приложение П.</b> Контрольные работы для выявления уровня усвоения<br>содержания дисциплины.....                                                                                      | 282 |
| <b>Приложение Р.</b> Комплексные тесты по математическому<br>моделированию.....                                                                                                          | 285 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Современная система высшего профессионального образования (ВПО) в Донецкой Народной Республике проходит путь реформирования. Новые социально-экономические условия, стремительное развитие науки и техники в современном обществе, внедрение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы деятельности человека оказывают непосредственное влияние на систему подготовки будущих специалистов. Сегодня формируется социальный заказ на высокообразованных, всесторонне развитых, конкурентоспособных и мобильных специалистов, способных к постоянному самообразованию и самосовершенствованию. В связи с этим существенно выросли требования к качеству подготовки студентов образовательных организаций ВПО, в частности, студентов химических направлений подготовки и специальностей.

Как отмечается в Законе Донецкой Народной Республики «Об образовании» [86], система высшего профессионального образования направлена на формирование у обучающихся компетенций определенного уровня и объема, которые бы позволили им осуществлять профессиональную деятельность в определенной сфере и выполнять работу по конкретной профессии или специальности.

Одной из самых социальнозначимых, актуальных и ответственных профессий является профессия учителя. Специфика педагогической деятельности определяет высокие требования к личностным качествам педагогов, к их психолого-педагогической, предметной и методической подготовке. Не является исключением и учитель химии, который должен не только понимать процессы химической технологии, знать различные разделы химии и методику их преподавания, но и на достаточно высоком уровне владеть способами действий по математике, физике, биологии, поскольку эти науки довольно тесно связаны с химическими. В частности, большое значение в подготовке учителей химии имеют межпредметные связи химии и математики.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ГОС ВПО) по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (квалификация: Химик. Преподаватель химии), утвержденным приказом № 460 Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 20.04.2016 года [57], выпускники, освоившие программу специалитета, должны знать фундаментальные разделы математики, уметь применять полученные знания для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин, и владеть приёмами решения таких задач. Это значит, что будущие учителя химии должны на высоком уровне владеть методами математики и математического моделирования для анализа и исследования различных химических процессов и явлений.

В соответствии с требованиями компетентного подхода к подготовке в высшей профессиональной школе, в результате освоения программы специалитета, у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции [57]. Одной из общепрофессиональных компетенций, необходимых будущему преподавателю химии, является способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств. Эта компетенция может осваиваться при обучении математике путем решения задач химического содержания с использованием ИКТ.

Одним из видов профессиональной деятельности, к которым должны быть готовы выпускники, освоившие программу специалитета «Фундаментальная и прикладная химия», является педагогическая деятельность. Готовность к выполнению этой деятельности обеспечивается освоением профессиональных компетенций, одной из которых является владение методами отбора материала, проведения теоретических занятий и лабораторных работ, основами управления учебно-воспитательным процессом, способами разработки новых образовательных технологий. Для этого будущими учителями химии должны быть освоены методические умения по формированию понятий,

структурированию предметных знаний, составлению ориентировочной основы деятельности, конструированию задач, имеющих профессиональную направленность и др. Все эти умения с успехом могут быть сформированы не только в процессе изучения дисциплин профессиональной направленности, но и при обучении математике.

Целью обучения математике студентов химических специальностей, в частности будущих учителей химии, должно быть не просто изучение основных математических понятий и теорий, овладение умениями решения математических задач, а формирование у них умений применять изученный математический аппарат при решении химических задач, составлять математические модели химических процессов и явлений, выбирать из многочисленных средств ИКТ, используемых в математике, необходимые для решения той или иной задачи, методических умений, необходимых в работе учителя.

Обучение математике на химических факультетах является одной из важнейших составляющих профессиональной подготовки студентов. Основными особенностями процесса обучения математике будущих преподавателей химии являются: реализация межпредметных связей и интеграция математики и дисциплин профессионального блока; формирование умений и навыков применения полученных математических знаний при решении профессионально ориентированных задач. Процесс обучения математике студентов химических специальностей невозможен без его профессиональной направленности, что, в свою очередь, предоставляет широкие возможности для демонстрации роли математики в будущей педагогической деятельности учителя химии. По итогам проведенного нами анкетирования студентов 1-го курса химических факультетов можно с уверенностью сказать, что большинство из них не видят необходимости изучения математики и не представляют, что математика пригодится им в будущей профессии. Более 80 % студентов-химиков считают, что им в процессе изучения математики не хватает задач с химической направленностью.

В существующей системе обучения математике студентов нематематических специальностей, в частности будущих учителей химии, учёные

выделяют ряд негативных тенденций, среди которых можно отметить следующие: формализацию математических знаний; нормативный стиль формирования знаний, умений и навыков, исключающий проявление творчества; отсутствие межпредметных связей математики с дисциплинами профессионального блока; недостаточную разработанность учебных и учебно-методических пособий по математике, соответствующих специальности; недостаточную мотивацию студентов к изучению математики и др. Одним из подходов, позволяющих преодолеть недостатки традиционной системы обучения, является деятельностный подход, который реализуется посредством проектирования и организации специальных видов учебной деятельности, направленных на освоение студентами способов действий их будущей профессии. Деятельностный подход вместо накопления нормативно заданных знаний, умений и навыков создает методологическую основу формирования и развития у студентов способности практически действовать и творчески применять приобретенные знания и опыт в профессиональной сфере.

Таким образом, существует необходимость в создании методической системы обучения математике, имеющей профессиональную направленность, на основе компетентного и деятельностного подходов с использованием информационно-коммуникационных технологий.

**Степень разработанности темы исследования.** Проблеме профессиональной направленности обучения в системе высшего профессионального образования посвящены исследования таких учёных, как: А. С. Гребёнкина [59], Л. П. Гусак [63], В. А. Копетчук [105], А. Г. Савина [176], В. Г. Скатецкий [181] и др. Профессиональную направленность обучения математике в педагогических вузах рассматривают В. А. Далингер [65], Л. Д. Кудрявцев [111], А. Г. Мордкович [138], А. Е. Мухин [142], А. Д. Мышкис [143], Е. С. Саватеева [175], В. А. Тестов [201], О. В. Тумашева [206], Л. В. Шкерица [221] и др., в технических вузах – Е. А. Василевская [42], Е. Г. Евсеева [76], Р. П. Исаева [93], Т. В. Крылова [110], И. Г. Михайлова [135], С. В. Плотникова [160], С. А. Розанова [171], С. И. Фёдорова [210] и др. Вопросы

обучения математике студентов химических факультетов, в частности химиков-технологов, рассматривают В. Д. Львова [127], Ф. К. Мацур [133], И. Г. Михайлова [135]. Однако вопросы профессиональной направленности обучения математике будущих учителей химии и их методической подготовки остаются открытыми.

Системные разработки обучения, в котором с помощью дидактических форм, методов и средств моделируется предметное и социальное содержание будущей профессиональной деятельности специалиста, были предприняты в психолого-педагогической теории контекстного обучения (А. А. Вербицкий [44], Т. Д. Дубовицкая [70], И. А. Жукова [83], Г. В. Лаврентьев [115], Н. Б. Лаврентьева [116] и др.). Вопросы контекстного обучения математике в высшей профессиональной школе рассматриваются в работах таких учёных, как: Д. А. Картежников [97], О. Г. Ларионова [117], М. Г. Макаrenchенко [128] и др. Контекстный подход выступает в работах этих учёных как средство развития профессионально значимых качеств будущих специалистов. Однако, с точки зрения компетентностной парадигмы современного высшего профессионального образования модель контекстного обучения требует адаптации и преобразования в модель профессионально ориентированного обучения, основанного на интеграции компетентностного с другими подходами к обучению.

Проблемы компетентностного подхода к обучению в высшей школе освещены в работах Л. Г. Карповой [95], Л. В. Павловой [157], Н. Ф. Радионовой [166], С. А. Ракова [167, 168], Т. В. Рихтер [170], В. А. Сластенина [189], Ю. Г. Татура [199], А. П. Тряпициной [166], И. Ю. Чуркина [219], М. А. Чошанова [218] и др. Вопросам формирования профессиональной компетентности, в частности у студентов химических факультетов, посвящены исследования Л. П. Гусак [63], В. М. Захаровой [88], А. М. Кочневой [88], Н. Н. Чайченко [216] и др. Однако, проблема формирования профессиональной компетентности будущего учителя химии в процессе обучения математике остается нерешенной, так как большинство исследований по теме относятся к изучению путей формирования профессиональной компетентности студентов-химиков на основе

изучения профессиональных (химических) дисциплин.

Деятельностный подход к обучению студентов в образовательных учреждениях высшего профессионального образования для повышения качества математического образования предлагают использовать Р. В. Батурина [36], Н. А. Галибина [50], Е. Г. Евсеева [76], О. А. Задкова [84], Е. А. Костина [109], В. В. Павлова [156], М. А. Суворова [195], М. П. Филиппова [212] и др. Авторы исследуют вопросы формирования у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, личностных качеств, анализируют пути повышения эффективности обучения математическим дисциплинам. В то же время вопросы, связанные с обучением математике студентов химических специальностей на основе деятельностного подхода, остаются не рассмотренными.

Многие учёные для активизации и интенсификации учебной деятельности в обучении математике в системе ВПО предлагают использовать информационно-коммуникационные технологии (О. Н. Гончарова [53], З. Г. Дибирова [67], П. П. Дьячук [72], М. И. Жалдак [82], С. Ф. Катержина [96], В. С. Круглик [113], М. А. Осинцева [154], С. А. Раков [167, 168], Н. В. Рашевская [169], Ю. И. Синько [179], Е. И. Скафа [182, 183], Л. Б. Фоменко [213], Р. П. Явич [224] и др.). Анализу влияния средств ИКТ на повышение эффективности обучения математике в образовательных организациях среднего и высшего профессионального образования посвящено большое количество работ. Однако вопросам, связанным с обучением математике будущих учителей химии с использованием средств ИКТ, уделено недостаточное внимание.

Следовательно, существуют **противоречия** между:

- возрастающими требованиями к содержанию и уровню математической подготовки будущих учителей химии и невозможностью достичь этого уровня в связи с низкой мотивацией студентов к изучению курса математики;
- возможностью формирования у будущих учителей химии профессиональной компетентности в процессе обучения математике и недостаточной разработанностью соответствующего методического обеспечения,

особенно в условиях применения информационно-коммуникационных технологий;

- необходимостью формирования у студентов химических специальностей профессиональных компетенций, обеспечивающих их готовность к педагогической деятельности, и недостаточной профессиональной направленностью;

- возможностью формирования у будущих учителей химии на основе деятельностного подхода способов профессиональной деятельности с учетом её творческого характера и нормативным стилем традиционного обучения математике, сложившимся в высшей профессиональной школе.

Поиск путей разрешения указанных выше противоречий позволил сформулировать **проблему исследования**, которая состоит в необходимости усиления профессиональной направленности математической подготовки будущих учителей химии в системе высшего профессионального образования.

Решение поставленной проблемы мы видим в создании такой методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии, которая позволила бы формировать у них приёмы и способы профессиональной деятельности.

Таким образом, **актуальность исследования** обусловлена:

- необходимостью усовершенствования методической системы обучения математике будущих учителей химии в связи с повышением требований современного общества к подготовке специалистов и развитию их личности;

- необходимостью усиления прикладной направленности обучения математике студентов химических специальностей с целью формирования у них профессиональной компетентности в процессе обучения математике;

- отсутствием разработки теоретических основ обучения математике студентов химических специальностей, ориентированного на их будущую профессиональную деятельность;

- возможностью усовершенствования методической системы обучения математике посредством усиления её профессиональной направленности,

использования в учебном процессе задач химического содержания, современных информационно-коммуникационных технологий.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Диссертационное исследование проводилось в соответствии с Законом Донецкой Народной Республики “Об образовании” (2015) [86], ГОС ВПО по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (квалификация: Химик. Преподаватель химии) (2016) [57], современными научными психолого-педагогическими и методическими исследованиями в области теории и методики обучения математике.

В диссертации использованы результаты, полученные автором во время участия в выполнении научно-исследовательской темы Г 10/41 “Моделирование эвристико-дидактических систем” кафедры высшей математики и методики преподавания математики ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Таким образом, **тема исследования** «Методика профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии» является актуальной.

**Цель и задачи исследования.** *Целью* исследования является создание научно-обоснованной методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии, способствующей формированию у него приёмов и способов действий будущей профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели в работе были сформулированы следующие *задачи*:

1) проанализировать степень разработанности проблемы усиления профессиональной направленности обучения математике будущих учителей химии в психолого-педагогической, методической, учебной литературе и в практике высшей профессиональной школы;

2) выделить основные направления профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей и определить психолого-педагогические предпосылки такого обучения;

3) обосновать целесообразность и разработать методическую систему

профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии, которая позволит формировать у студентов приёмы и способы действий их будущей профессиональной деятельности;

4) экспериментально проверить эффективность методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии, разработать практические рекомендации к её внедрению в учебный процесс.

**Объектом исследования** является обучение математике студентов педагогических специальностей химических факультетов.

**Предметом исследования** является методическая система профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии.

**Научная новизна** состоит в том, что на основании выполненных исследований:

*разработана:* методическая система профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей, направленная на формирование их профессиональной компетентности; сформулированы цели обучения математике на основе интеграции компетентностного и деятельностного компонентов; содержание обучения представлено в виде математического и профессионального компонентов; введены такие организационные формы обучения в виде профессионально ориентированные творческие самостоятельные работы и лекций-визуализаций; средства обучения дополнены системой профессионально ориентированных задач, компьютерным тренажером, учебными пособиями по математическому моделированию в химии с использованием информационно-коммуникационных технологий; обоснован метод моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности;

*введены понятия:* профессионально ориентированной учебной деятельности будущего учителя химии в системе математической подготовки как особого вида учебной деятельности; профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии как обучения, направленного на

формирование у студентов математических и методических умений, способов действий по математическому моделированию, а также математических знаний, необходимых учителю химии в профессиональной деятельности;

*разработана:* структура и программная реализация компьютерной системы для самодиагностики уровня и структуры учебной мотивации и педагогических способностей студентов «Электронное портфолио студента»;

*выделены:* типология математических моделей химических процессов, которые в дальнейшей работе сможет использовать учитель химии; действия по математическому моделированию, используемые при решении задач химического содержания; средства формирования профессионально ориентированной учебной деятельности будущего учителя химии;

*уточнены:* понятие и особенности профессионально ориентированных задач как основного средства формирования профессиональной компетентности будущего учителя химии.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

- теоретически обоснованы и экспериментально проверены основные положения профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии, которые позволяют развивать теорию и формировать на её основе практические рекомендации для других педагогических направлений подготовки и специальностей;

- определены психолого-педагогические предпосылки профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии;

- теоретически аргументирована структура системы профессионально ориентированных задач по математике, определено её место в процессе обучения математике и обоснована возможность использования в различных видах профессионально ориентированной учебной деятельности;

- разработан метод моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности, который позволяет формировать в процессе обучения математике математические, методические, информационно-коммуникационные

умения будущего учителя химии;

– разработанная методика обучения студентов химических специальностей решению профессионально ориентированных задач с помощью метода математического моделирования с использованием информационно-коммуникационных технологий может быть адаптирована для других естественнонаучных направлений подготовки и специальностей.

Практическая значимость исследования состоит:

– в разработке учебно-методического пособия «К организации практических занятий по математике: интеграция математики и физической химии» как средства реализации межпредметных связей математики и профессиональных дисциплин;

– в разработке учебно-методического пособия «Математическое моделирование в химии» как средства проектирования и организации профессионально ориентированной учебной деятельности;

– в разработке и внедрении в практику обучения математике компьютерного тренажера как средства формирования способов действий по математике и математическому моделированию у будущего учителя химии;

– в создании компьютерной системы для самодиагностики уровня и структуры учебной мотивации и педагогических способностей студентов «Электронное портфолио студента» как средства рефлексии, самоконтроля и самооценивания студентов;

– в разработке мультимедийных презентаций к лекциям-визуализациям, практическим занятиям, творческим самостоятельным работам как средства реализации профессиональной направленности обучения математике.

Идеи, сформулированные в диссертации, могут стать базой для создания новых или усовершенствования существующих технологий обучения математике. Результаты исследования могут быть полезны преподавателям математики высшей профессиональной школы, студентам химических и математических направлений подготовки и специальностей.

Результаты исследования внедрены в учебный процесс ГОУ ВПО

«Донецкий национальный университет» (справка № 17/01-27/6.1.0. от 14.03.2017 г.), ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (справка № 04-623/24 от 25.12.2016 г).

**Методология и методы исследования.** Методологической основой исследования являются общая психологическая теория деятельности и психолого-педагогические аспекты деятельностного подхода к обучению (Г. А. Атанов [26], Е. Г. Евсеева [76], О. Б. Епишева [81], А. Н. Леонтьев [122], О. А. Малыгина [130], В. В. Павлова [156], М. А. Суворова [195], М. П. Филиппова [212] и др.), психолого-педагогические аспекты личностно-ориентированного и дифференцированного обучения (Е. В. Бондаревская [39], И. Я. Лернер [124], И. С. Якиманская [225] и др.), психолого-педагогическая теория контекстного обучения (А. А. Вербицкий [44], Т. Д. Дубовицкая [71], И. А. Жукова [83], Г. В. Лаврентьев [115], Н. Б. Лаврентьева [116] и др.), теория компетентностного подхода к обучению (Л. В. Павлова [157], Н. Ф. Радионова [166], Т. В. Рихтер [170], Ю. Г. Татур [199], А. П. Тряпицына [166], М. А. Чошанов [218] и др.), психолого-педагогические аспекты профессионально направленного обучения (В. А. Копетчук [105], В. Д. Львова [127], Ф. К. Мацур [133], И. Г. Михайлова [135], А. Г. Савина [176], В. Г. Скатецкий [181] и др.), Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (квалификация: Химик. Преподаватель химии) [57], Закон Донецкой Народной Республики “Об образовании” [86], методика статистической обработки результатов педагогического эксперимента (О.А. Граничина [58], Д.А. Новиков [150] и др.).

В ходе исследования использовались следующие методы: теоретические методы (анализ действующих образовательных стандартов ВПО, рабочих планов, учебных программ, учебников и учебно-методических пособий, монографий, диссертаций, статей и материалов научно-методических конференций); обобщение педагогического опыта образовательных организаций высшего профессионального образования в области обучения математике; эмпирические методы (педагогическое наблюдение, беседы с преподавателями и студентами, их

анкетирование, анализ самостоятельных и контрольных работ по математике студентов химических направлений подготовки и специальностей); экспериментальные методы (констатирующий, поисковый и формирующий этапы целенаправленного педагогического эксперимента); качественный и количественный анализ данных, полученных в ходе эксперимента.

**Положения, выносимые на защиту.** Формированию приёмов и способов действий будущей профессиональной деятельности учителя химии будет способствовать построение обучения математике в виде научно-обоснованной методической системы профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей, компоненты которой удовлетворяют требованиям:

1) цели обучения математике сформулированы на основе интеграции компетентностного и деятельностного компонентов;

2) содержание обучения представлено в виде математического и профессионального компонентов;

3) организационные формы обучения дополнены профессионально ориентированными творческими самостоятельными работами и лекциями-визуализациями;

4) методы обучения дополнены методом моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности;

5) средства обучения представлены в виде системы профессионально ориентированных задач, компьютерного тренажера по математике, учебных пособий по математическому моделированию в химии с использованием информационно-коммуникационных технологий.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность исследования обеспечивается опорой на фундаментальные психологические концепции обучения и развития студентов, объективным научным анализом теоретических и практических аспектов проблемы исследования, количественной и качественной статистической обработкой данных, полученных в ходе эксперимента, внедрением в практику обучения результатов исследования,

обсуждением теоретических положений и результатов исследования на конференциях и научных семинарах. Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы регулярно обсуждались на областном научно-методическом семинаре “Эвристика и дидактика математики”, который проводился на кафедре высшей математики и методики преподавания математики в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» (2010-2017 гг.).

Основные теоретические и практические результаты исследования были успешно представлены и обсуждены в период с 2011 по 2017 гг. на Международных научно-методических конференциях: «Эвристика и дидактика математики» (Донецк, 2011, 2017); «Інноваційні педагогічні технології в підготовці майбутніх фахівців з вищою освітою: досвід, проблеми, перспективи» (Винница, 2013); «Современные тенденции развития математики и ее прикладные аспекты» (Донецк, 2014, 2015); «Обучение математике в техническом университете» (Донецк, 2015); «История и методология науки» (Донецк, 2016); «Донецкие чтения 2016» (Донецк, 2016); «Роль женщины в развитии современной науки и образования» (Минск, 2016); «Деятельностная педагогика и педагогическое образование» (Воронеж, 2016); «Современные проблемы физико-математических наук» (Орел, 2016); на региональных конференциях: «Наукова конференція професорсько-викладацького складу, наукових співробітників і аспірантів Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 2009-2010 рр.» (Донецк, 2011); «Інновації і якість вищої освіти» (Донецк, 2014).

**Публикации.** Результаты исследования опубликованы в 24 печатных работах общим объемом 29,42 п.л., из которых автору лично принадлежит 18,6 п.л. Из них 6 публикаций в рецензируемых научных изданиях, общим объемом 4,43 п.л., из которых автору лично принадлежат 3,56 п.л.; 16 работ в других научных изданиях общим объемом 5,17 п.л., из которых автору лично принадлежат 4,03 п.л., 2 учебно-методических пособия, общим объёмом 19,82 п.л., из которых автору лично принадлежат 11,01 п.л. Автором также создан 1 электронный ресурс в виде компьютерного тренажера.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, двух разделов, заключения, списка используемой литературы из 234 наименований, среди которых 6 на иностранном языке, 14 приложений. Работа содержит 9 таблиц и 40 иллюстраций. Основной текст изложен на 197 страницах (без учёта литературы и приложений).

# РАЗДЕЛ 1

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ

### 1.1. Теоретические основы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии

*1.1.1. Анализ разработанности проблемы усиления профессиональной направленности обучения математике будущего учителя химии.* Изменения, происходящие в последнее время в обществе и в мире в целом, происходят и в образовании. Сегодня формируется социальный заказ на всесторонне развитых специалистов, конкурентоспособных и мобильных, имеющих широкий общекультурный кругозор, способных к самообразованию и самосовершенствованию. Современное общество требует от системы высшего профессионального образования повышения качества подготовки таких специалистов. В связи с этим существенно выросли требования к качеству подготовки студентов образовательных организаций высшего профессионального образования, в частности, студентов химических направлений подготовки [48].

Введение государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования, как отмечается в Законе Донецкой Народной Республики «Об образовании» [86, с. 5], ставит перед учебными заведениями ряд проблем и ориентирует на приобретение обучающимися в процессе освоения основных профессиональных образовательных программ знаний, умений, навыков и формирование компетенций определенного уровня и объема, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность в определенной сфере и выполнять работу по конкретной профессии или специальности.

Одной из самых значимых и ответственных профессий является профессия учителя. Можно сказать, что учитель создает будущее страны, поскольку от его работы во многом зависит развитие подрастающего поколения, формирование его

личности и мировоззрения. А для того, чтобы быть достойным этой цели, он сам должен быть грамотным, образованным и всесторонне развитым специалистом. Не исключением является и учитель химии, который должен быть не только профессионалом в области химических наук и их преподавания, но и знать на достаточно высоком уровне фундаментальные разделы математики, физики, биологии, поскольку данные науки максимально связаны с химическими [51]. В частности, большое значение и потенциальные возможности имеют межпредметные связи химии и математики. Использование математических методов и математического моделирования позволяет оценивать закономерности химических процессов, получать результаты, достижение которых без математического аппарата часто бывает невозможным. Как для химика-ученого, так и для преподавателя химии, согласно Л. М. Батунеру и М. Е. Позину [35] важно уметь выбирать из многочисленных математических приёмов и методов те, которые необходимы для решения той или иной химической задачи, и правильно ими пользоваться.

Таким образом, существенную роль в формировании будущего преподавателя химии как интеллектуальной и творческой личности с фундаментальной профессиональной подготовкой, способностью к самостоятельному освоению новых знаний играет его математическая подготовка [15]. Выпускник образовательной организации высшего профессионального образования (ОО ВПО) должен знать фундаментальные разделы математики, уметь применять полученные знания для анализа и решения основных задач в своей профессиональной деятельности. Следовательно, подготовка будущего учителя химии при обучении математике предусматривает формирование у него профессиональной компетентности.

В словаре Д. Н. Ушакова [208, с. 236] понятие компетентность трактуется как «осведомленность, авторитетность», а термин компетентный определяется следующим образом: «1. Осведомленный, являющийся признанным знатоком в каком-нибудь вопросе || Основанный на осведомленности, авторитетный, веский. 2. Обладающий компетенцией, полномочный».

Ю. Г. Татур [199], Л. В. Шкерина [221] под компетентностью понимают интегральное свойство личности, характеризующее его стремление, способность и готовность реализовать свой потенциал (знания, умения, навыки, опыт, личностные качества и др.) для успешной деятельности в определенной области.

М. А. Чошанов [218] определяет компетентность как совокупность трех признаков. Исследователь выделяет:

1) мобильность знаний, обладание оперативными и мобильными знаниями; способность человека к постоянному обновлению знания, освоению новой информации;

2) гибкость метода как умение специалиста из множества методов и способов решения проблемы находить и применять наиболее оптимальный и подходящий к данным условиям в данное время;

3) критичность мышления – способность специалиста выбирать среди множества решений наиболее оптимальное, аргументировано опровергать ложные, подвергать сомнению эффективные, но не эффективные решения.

Иными словами, компетентный человек должен не только понимать существо проблемы, но и уметь ее решать практически, то есть обладать методом (знание + умение) решения [218].

Исследователи выделяют две группы компетентностей: общие (ключевые, универсальные, надпрофессиональные) и специальные (профессиональные, специфические, предметно-специализированные). Наиболее общим основанием для классификации компетентностей могут служить важные сферы жизнедеятельности человека в современном обществе [219].

С точки зрения компетентностного подхода уровень образования специалиста, в частности, преподавателя химии, определяется способностью решать различные проблемы и задачи, возникающие в его профессиональной деятельности. Таким образом, основной целью профессиональной подготовки будущего учителя химии является формирование у него профессиональной компетентности [20].

В настоящее время нет единого подхода как к толкованию понятия профессиональной компетентности преподавателя, так и к ее структуре. Некоторые ученые в качестве профессиональной компетентности учителя рассматривают профессионально-педагогическую, профессионально-методическую, педагогическую, методическую компетентности.

Например, говоря о профессиональной компетентности будущего учителя математики, Л. В. Павлова [157] особо выделяет его профессионально-методическую (или методическую) компетентность, которая проявляется через умения проектирования, организации и управления процессом обучения математике. Исследователь считает, что профессиональная (методическая) компетентность преподавателя должна предполагать способность формировать учебно-познавательную компетентность у учащихся в процессе обучения математике. На наш взгляд, нельзя профессиональную компетентность будущего учителя химии сводить только к методической компетентности.

Мы согласны с мнением В. А. Сластенина [189] о том, что профессия педагога является одновременно и преобразующей, и управляющей, а поэтому понятие его профессиональной компетентности выражает единство теоретической и практической готовности к осуществлению педагогической деятельности, характеризующей профессионализм.

В. А. Сластенин [159] трактует профессиональную компетентность как интегральную характеристику деловых и личностных качеств специалиста, отображающую не только уровень знаний, умений, опыта, достаточных для достижения целей профессиональной деятельности, но и социально-моральную позицию личности.

Подобной точки зрения придерживаются А. Ю. Коджаспиров и Г. М. Коджаспирова [102], определяя понятие профессиональной компетентности учителя как владение им необходимой суммой знаний, умений и навыков, определяющих сформированность педагогической деятельности, педагогического общения и личности учителя как носителя определенных ценностей, идеалов и педагогического сознания; совокупность знаний, опыта, умений гибкого владения

педагогической технологией, нахождения оптимальных средств воздействия на ученика с учетом его потребностей и интересов, прав и свободного выбора способов деятельности и поведения.

По мнению Т. В. Рихтер структура профессиональной компетентности будущего учителя включает методическую, предметную, коммуникативную, управленческую и организационную составляющие, а также группы профессиональных компетенций (профессионально-личностные, психолого-педагогические, предметно-методические, коммуникативно-организаторские, проектно-исследовательские и аналитико-диагностические) [170].

***Профессиональную компетентность будущего учителя химии***  
Н. Н. Чайченко рассматривает как овладение им базовыми знаниями по неорганической, органической, аналитической, физической химии, биохимии, химической технологии и т.п., а также теории и методики обучения химии (дидактики химии), что позволяет в общеобразовательной школе осуществлять все виды педагогической деятельности (образовательную, воспитательную и развивающую) в реальном процессе обучения [216].

Однако, на наш взгляд, данное определение не в полной мере отражает разнообразие видов профессиональной деятельности, присущих учителю химии, так как помимо овладения знаниями по химическим и методическим наукам, будущий преподаватель химии должен владеть знаниями и по математике, физике, информатике, биологии и другим дисциплинам, а также уметь применять их в своей профессиональной деятельности. Как отмечается в исследованиях В. М. Захарова и А. М. Кочнева [88], С. В. Стрижак [194], формирование профессиональной компетентности у студентов-химиков осуществляется в процессе изучения дисциплин гуманитарного, математического и естественнонаучного, а также профессионального направлений.

Наиболее полное, на наш взгляд, определение понятия ***профессиональной компетентности педагога*** дают Н. Ф. Радионова и А. П. Тряпицына [166], которые понимают ее как интегральную характеристику, определяющую способность решать профессиональные проблемы и типичные профессиональные

задачи, возникающие в реальных ситуациях профессиональной педагогической деятельности, с использованием знаний, профессионального и жизненного опыта, ценностей и наклонностей.

В работе [166] ученые выделяют три составляющие профессиональной компетентности педагога:

1) ключевые компетентности (компетентности, которые необходимы для любой профессиональной деятельности, проявляющиеся, прежде всего, в способности решать профессиональные задачи посредством использования информации, коммуникации и т.п.);

2) базовые компетентности (компетентности, отражающие специфику определенной профессиональной деятельности; например, для педагогической деятельности базовыми являются компетентности, необходимые для осуществления профессиональной деятельности в контексте требований к системе образования на определенном этапе развития общества);

3) специальные компетентности (компетентности, которые отражают специфику конкретной предметной сферы профессиональной деятельности; они могут быть рассмотрены как реализация ключевых и базовых компетентностей в рамках учебного предмета, конкретной области профессиональной деятельности) [166].

Нами исследуется процесс обучения математике будущих учителей химии, поэтому строить его необходимо на основе формирования профессиональной компетентности данной категории обучающихся.

Однако, анализируя работы ученых [24, 36, 42, 59, 67, 93, 105, 106, 127, 138, 142, 181] и изучив практику преподавания математики в традиционной системе обучения, можно выделить ряд проблем, возникающих при обучении математике студентов нематематических факультетов, в том числе химических:

- недостаточная ориентированность обучения математике на будущую профессию;

- отсутствие межпредметных связей математики с профильными дисциплинами;

- слабая ориентация форм и методов обучения на деятельностный характер обучения;
- не в полной мере сформированные навыки использования математического аппарата, необходимого при изучении специальных дисциплин, в том числе, с использованием информационно-коммуникационных технологий;
- отсутствие учебных и методических пособий по математике, соответствующих направлению подготовки;
- пассивность студентов на занятиях;
- недостаточная мотивация студентов к изучению математики;
- нежелание преподавателей математики отойти от традиционного стиля обучения математическим дисциплинам.

Решение этих проблем возможно при организации такого обучения математике, которое будет ориентировано на будущую профессию, так как математика с одной стороны является элементом общечеловеческой культуры (формирует интеллект, расширяет кругозор обучаемого), а с другой – основой профессиональной культуры (без нее невозможно изучение других, в том числе и профессионально значимых дисциплин) [85, 106].

Учитывая это, ряд исследователей, в частности, Р. М. Зайниев [85], Д. В. Легенчук [120], Н. Н. Лемешко [121], Е. Н. Овчаренко [152], В. С. Плотникова [160], С. А. Розанова [171] внесли существенный вклад в развитие теории и практики обучения математике в системе профессионального образования. Ими рассматривается профессионально ориентированное содержание математического образования в системе среднего общего, среднего профессионального и высшего профессионального образования. При этом само обучение математике направлено на формирование математической культуры будущего специалиста как ценностной совокупности математических знаний, умений и навыков, специальных методов и процедур, являющихся основой для успешного изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин [85].

Профессиональная направленность математической подготовки способствует обеспечению согласованности курса математики с применением математического аппарата в профессиональной подготовке [121].

Р. М. Зайниев [85] для преодоления разрыва между слабым уровнем школьной подготовки по математике у абитуриентов и высоким уровнем требований по математике в высшей школе предлагает организацию непрерывной математической подготовки обучающихся в системе «школа-колледж-вуз» на основе преемственности в обучении.

Необходимость в разработке содержания и определении методических особенностей обучения математике в классах химико-биологического профиля общеобразовательных организаций среднего общего образования видит О. В. Иванова [92]. Исследователь предлагает развивать познавательный интерес к математике на основе ее интеграции с дисциплинами химико-биологического профиля посредством математического моделирования, интегрированных уроков, элективных курсов.

Г. М. Тагаевой [197] обосновано, что в общеобразовательной школе реализацию межпредметных связей математики и химии целесообразно организовывать посредством модульного обучения. Предложенная автором система модульной организации учебного процесса направлена на формирование учащихся как субъектов учебной деятельности, в которой учебный материал структурирован по принципу концентричности, а методы и формы использованы с учетом логики развития ученика.

Для образовательных организаций среднего профессионального образования (СПО), по мнению Н. Н. Лемешко [121], курс математики на многих специальностях должен состоять из общего курса математики и курса прикладной математики, выступающего в качестве связывающего звена между ними и специальными (профессиональными) дисциплинами. Характерной особенностью профессионально ориентированного обучения математике в СПО является его ориентация на профессиональную деятельность студентов.

Таким образом, при разработке методической системы обучения математике будущих учителей химии необходимо учитывать основные концептуальные положения, изложенные в работах вышеперечисленных авторов.

Современное профессиональное образование, по утверждению С. У. Гончаренко [52], должно быть фундаментальным, что обеспечит его особую динамизирующую социально-экономическую и цивилизационную роль. Фундаментализация образования опирается на системное, целостное усвоение материала всех предметов учебного плана, обретение студентами необходимых практических навыков применения теоретических знаний и на создание у них внутренней потребности, мотивации саморазвития и самообразования на протяжении всей активной жизни.

Поэтому процесс обучения математике, как отмечает В. А. Копетчук [105] и В. А. Тестов [201], необходимо направлять на формирование у студентов профессиональных знаний, умений и навыков, где знания математических курсов являются не только базовыми, но и профессионально значимыми.

Таким образом, с позиции формирования профессиональной компетентности учителя в процессе обучения математике у студентов-химиков должны формироваться, прежде всего, ключевые профессиональные компетентности, одной из компонент которых является математическая компетентность.

С. А. Раков [168] определяет математическую компетентность как умение видеть и применять математику в реальной жизни, понимать смысл и метод математического моделирования, умение строить математическую модель, исследовать ее методами математики, интерпретировать полученные результаты, оценивать погрешность вычислений. Ученый считает, что математическая компетентность определяется уровнем учебных достижений, формированием математических умений, среди которых:

— математическое мышление, аргументация, математическое моделирование;

- умение постановки и решения математических задач, презентация данных;
- оперирование математическими конструкциями;
- математическое общение;
- использование математических инструментов [167].

В качестве компонентов математической компетентности будущего учителя С.А. Раков выделяет следующие:

- процедурную компетентность как умение решать типовые математические задачи;
- логическую компетентность как владение дедуктивным методом доказательства и опровержения утверждений;
- технологическую компетентность как владение современными информационно-коммуникационными технологиями для осуществления математической деятельности;
- исследовательскую компетентность как владение методами исследования задач с помощью математических методов и ИКТ;
- методологическую компетентность как умение оценивать целесообразность использования математических методов и современных средств информационно-коммуникационных технологий при решении различных задач [167, 168].

Решение проблемы развития математической компетентности студентов Д. А. Картёжников [97] видит в создании визуальной учебной среды.

По мнению Л. П. Гусак [63] профессиональная компетентность специалиста как система знаний, умений и навыков, необходимых для успешного решения профессиональных задач, формируется, в основном, в процессе профессиональной направленности обучения профильных дисциплин. Однако, профессиональную культуру следует формировать в течение всего периода обучения студентов в ОО ВПО, в процессе изучения ими всех учебных дисциплин, среди которых в значительной степени также и математики.

Известный белорусский ученый В. Г. Скатецкий [181] создал концепцию профессиональной направленности обучения математике студентов нематематических специальностей, состоящую в нахождении путей и средств совершенствования методики обучения математике с учетом представления профессиональной направленности обучения математике как необходимого элемента в учебном процессе высшей школы.

Под *профессиональной направленностью преподавания математики на факультетах нематематического профиля* В. Г. Скатецкий понимает такое изложение курса математики, которое предусматривает выполнение официальной программы данного курса и максимально учитывает потребности в математике, возникающие при изучении профессиональных дисциплин [181].

При изучении дисциплин профессионального цикла на химическом факультете применяют различный математический аппарат, используют разнообразные математические методы, но в традиционной методике обучения математике это практически не отражено и не учитывается. Таким образом, в обучении математике недостаточно реализуется профессиональная направленность, нет преемственности между математикой и профессиональными дисциплинами [20].

Это означает, что при построении авторской методической системы обучения математике будущих учителей химии должна быть обеспечена ориентированность такого обучения на будущую профессию.

В рамках формирования профессиональной компетентности будущих специалистов ВПО согласно ГОС ВПО выделяются требования к общекультурным, общепрофессиональным и профессиональным компетенциям. Анализируя ГОС [9], разработанный в ДНР по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (квалификация: Химик. Преподаватель химии), отметим, что дисциплина «Математика» является тем необходимым фундаментальным курсом при подготовке таких специалистов, в процессе обучения которой у студентов формируются все три группы компетенций.

Например, в процессе обучения математике происходит формирование *общекультурных компетенций*, таких, как: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1); готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7) [57].

*Общепрофессиональные компетенции* формируются у студентов-химиков не только при изучении профессиональных дисциплин, но и в процессе обучения математике. Это, например, такие компетенции: способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1); способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3); способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением ИКТ и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4); способность к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений (ОПК-5); готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7) [57].

Говоря о *профессиональных компетенциях*, следует отметить, что в каждом виде профессиональной деятельности выпускника специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (научно-исследовательской, научно-производственной, организационно-управленческой и педагогической) заложены компетенции, связанные с обучением математике.

Таким образом, обучение математике на химических факультетах образовательных организаций высшего профессионального образования является одной из важнейших составляющих профессиональной подготовки студентов. Особенности процесса обучения математике будущих преподавателей химии должны являться обеспечением максимального «приближения» изучаемого математического аппарата к потребностям будущей профессиональной деятельности студентов-химиков; повышение связи математики и дисциплин

профессионального блока (межпредметные связи, интеграция дисциплин и т.п.); формирование методов и приёмов применения математических знаний и умений в решении задач профессиональных дисциплин. На наш взгляд, обучение математике студентов-химиков невозможно без его профессиональной направленности, рассмотрения и решения задач профессиональных дисциплин (профессионально ориентированных задач), что, в свою очередь, предоставляет широкие возможности для демонстрирования роли математики в будущей педагогической деятельности учителя химии.

Изучение опыта математической подготовки студентов химических специальностей и результаты констатирующего этапа проведенного нами эксперимента свидетельствует о том, что студенты первого и второго курсов недостаточно осведомлены о возможностях применения математики при изучении химических дисциплин, слабо мотивированы на изучение предмета. Преподаватели же химических дисциплин, в свою очередь, часто отмечают отсутствие у студентов необходимой математической базы. Это свидетельствует о том, что нет преемственности между курсом математики и профессиональными дисциплинами, а при обучении математике недостаточно соблюдается принцип профессиональной направленности.

Целенаправленное введение в методическую систему обучения высшей математике на химических факультетах профессионально значимого компонента, как отмечает Ф. К. Мацур [133], позволит значительно повысить качество базовых математических знаний, способствуя при этом формированию и актуализации определенных профессионально значимых умений. В своей работе автор выявила возможности целесообразной реализации межпредметных связей математики со специальными дисциплинами и предложила реализовать сформулированные положения системы обучения с помощью межпредметных задач. Это позволило существенно повысить теоретический уровень и практическую направленность обучения высшей математике на химических факультетах.

Мы согласны с Ф. К. Мацур в том, что обучение математике на химических факультетах образовательных организаций высшего профессионального

образования не должно ограничиваться только изучением математического аппарата, а также применением изученного материала при решении стандартных задач. Целесообразным является использование профессионально ориентированных задач химической направленности как во время аудиторной, так и внеаудиторной работы.

И. Г. Михайловой [135] исследовано использование математического аппарата в подготовке инженера, в частности, инженера-химика, в условиях профессиональной направленности межпредметных связей. Ученой разработана их методическая концепция реализации в технических университетах, которая включает следующие положения:

- современные направления и перспективы развития профессионального образования;
- профессионально ориентированное содержание обучения математике в высшем учебном заведении;
- профессиональная направленность методов и средств обучения математике;
- личностно-деятельностная направленность обучения.

Однако, В. Д. Львова [127] видит необходимость в определении профессионально значимых разделов математики; выявлении роли профессиональной направленности при обучении математике; описании системы мер, необходимых для ее реализации; разработке методики профессионально направленного обучения математике на химико-технологических направлениях подготовки и специальностях образовательных организаций высшего профессионального образования.

*Под профессиональной направленностью обучения математике студентов химико-технологических специальностей технических вузов* В. Д. Львова понимает основополагающий дидактический принцип, заключающийся в целенаправленной корректировке программы и содержания образования с учетом анализа применения математических знаний в химической технологии, использовании определенным образом подобранных педагогических приёмов и

методов, имеющих целью усилить профессиональную направленность личности и сформировать математическую готовность будущего химика-технолога к профессиональной деятельности [127].

В. Д. Львовой разработана методика реализации профессиональной направленности преподавания математики на химико-технологических специальностях технического образовательного учреждения ВПО, включающая в себя:

- преподавание теоретического курса математики с акцентом на профессионально значимый материал;
- использование внутрипредметной и межпредметной пропедевтики;
- применение совокупностей специально разработанных и подобранных задач (профессионально ориентированных; пропедевтических; на закрепление базовых знаний; задач, решаемых численными, приближенными, качественными методами, применимыми в химической технологии, творческих заданий по составлению концептуальных карт, блок-схем, таблиц и планов решения, направленных на закрепление теоретических знаний);
- организацию самостоятельной работы студентов химико-технологических специальностей с использованием профессионально направленных дидактических материалов, электронных пособий, включающих теоретический, практический, тестовый и контрольный материал, методических рекомендаций для решения профессионально-прикладных задач [127].

Описанная методика несомненно должна быть положена в основу при построении авторской системы обучения математике будущего учителя химии.

Таким образом, обобщая вышеперечисленные исследования ученых, можно выделить основные направления реализации профессиональной направленности обучения математике будущих учителей химии:

- научность содержания обучения;
- усиление фундаментализации математического образования;
- использование математического моделирования как метода обучения и его применения в будущей педагогической деятельности;

- реализация межпредметных связей математики, химии, физики, биологии и других наук;
- использование примеров практических ситуаций и прикладных задач, связанных с будущей педагогической деятельностью;
- пропедевтика основных изучаемых химических понятий, законов, теорий, являющихся основой для математического моделирования;
- внедрение нетрадиционных форм обучения математике (например, лабораторная работа) по исследованию химических процессов;
- применение информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе как средства обучения математике и овладения ими для применения в будущей педагогической деятельности;
- использование эффективных приёмов и средств развития мотивации к изучению математики с целью формирования устойчивого представления о роли математики в химических науках и технологиях.

Таким образом, существует необходимость в исследовании феномена профессионально ориентированного обучения математике и создании методической системы такого обучения математике, позволяющей формировать профессиональную компетентность будущего учителя химии.

Для рассмотрения и разработки вышеперечисленных вопросов обратимся к анализу современного состояния процесса обучения в высшей профессиональной школе при подготовке будущего учителя химии.

**1.1.2. Общая характеристика процесса обучения математике в системе подготовки будущего учителя химии.** Роль математики и математических методов в химии довольно высока, ведь сложно найти такой раздел математики, который бы совсем не использовался в химии. Анализируя литературу [35, 92, 146, 147, 180, 203], можно выделить следующие примеры связи некоторых разделов математики и химии:

- *алгебраический аппарат* применяется для расчета количества компонент при приготовлении различных смесей, для рассмотрения множества атомов, из

которых построены молекулы, для решения задач из различных разделов химии;

- *теория групп* используется в квантовой химии, стереохимии, в кристаллохимическом анализе;

- *геометрия* находит применение в синтетических и расчетных задачах, при поиске оптимальных путей синтеза молекул, имеющих заданную геометрическую форму (молекулярный дизайн), в кристаллографии;

- *элементы математического анализа* широко применимы в электрохимии, аналитической, физической, квантовой, математической химии;

- *дифференциальные уравнения* – основной инструмент физической химии, в частности, ее раздела «Химическая кинетика», химической гидродинамики;

- *дифференциальная геометрия и топология* применяются в стереохимии, химической термодинамике;

- *теория графов* широко используется в органической химии при работе со сложными органическими молекулами, при описании структур и путей сложных химических реакций;

- *теория вероятностей и математическая статистика* применяются в статистической термодинамике, при планировании и обработке химических экспериментов [14].

Курс математики относится к базовому (профессиональному) блоку дисциплин в системе подготовки будущих преподавателей химии. Целью изучения курса является приобретение студентами знаний, умений и навыков, необходимых для творческого и эффективного использования математических методов в будущей профессиональной деятельности; получение навыков построения и исследования математических моделей химических процессов.

Согласно государственным образовательным стандартам ВПО по специальности 04.05.01 (020201) Фундаментальная и прикладная химия [57, 209], курс математики должен содержать следующие обязательные разделы: математический анализ, аналитическую геометрию, линейную алгебру, дифференциальные уравнения, численные методы, теорию вероятностей и математическую статистику. И в результате изучения курса студент должен уметь

применять полученные знания по математике для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин, владеть приёмами решения таких задач. Это обусловлено тем, что именно перечисленные разделы курса математики наиболее широко применяются в таких областях химии, как аналитическая, органическая, неорганическая, физическая, квантовая, коллоидная химии, химическая технология, кристаллохимия, стереохимия и т.д., а также в ряде спецкурсов.

Рассмотрим основные особенности курса «Математика» для студентов, обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Математика является дисциплиной базовой части профессионального блока и, например, в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» изучается в течение первых двух лет подготовки (1, 2, 3, 4 семестры). Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 17 зачетных единиц, общий объем 612 учебных часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (140 ч.) и практические (140 ч.) занятия, а также самостоятельная работа студента (332 ч.). В основном такой подход к структуре обучения студентов данной специальности принят в большинстве образовательных организаций ВПО Российской Федерации, например [66, 141, 173].

*Целями обучения математике* являются освоение действий и приобретение знаний, необходимых для творческого и эффективного использования быстро развивающихся математических методов при изучении дисциплин профессионального цикла и в профессиональной деятельности; освоение приёмов построения и исследования математических моделей химических процессов и явлений; развитие математической культуры, достаточной для самостоятельного освоения в дальнейшем математических методов.

Согласно указанным в ГОС ВПО [57] фундаментальным разделам математики на химическом факультете в рамках данной специальности изучаются следующие темы: «Линейная алгебра», «Векторная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Комплексные числа», «Теория пределов», «Дифференциальное исчисление функции одной переменной», «Интегральное исчисление функции

одной переменной», «Ряды», «Дифференциальные уравнения», «Дифференциальное исчисление функции многих переменных», «Интегральное исчисление функции многих переменных», «Элементы теории вероятностей и математической статистики».

Следует отметить, что, рассматривая рабочие программы по математике различных ОО ВПО по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, мы обнаружили акцент на учите практического (прикладного) аспекта курса математики, так как студенты в результате изучения дисциплины должны: знать основные понятия и факты изучаемых разделов математики, их взаимосвязь и связь с другими дисциплинами; уметь применять полученные знания для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин; составлять и исследовать математическую модель прикладной задачи, приводить ее решение к практически допустимому результату; выполнять необходимые вычисления с помощью информационно-коммуникационных технологий.

Следует отметить, что каждая из тем курса математики, рассмотренная выше, находит непосредственное применение в различных профессиональных (химических) дисциплинах, а именно: неорганической химии; аналитической химии; органической химии; физической химии; химических основах биологических процессов; высокомолекулярных соединениях; химических технологиях; квантовой химии; коллоидной химии; кристаллохимии; вычислительных методах в химии; химических сенсорах в анализе природных и промышленных объектов; биохимии и молекулярной биологии; основах неорганического синтеза; стереохимии; кинетике и термодинамике ферментативных процессов и других, а также в ряде специальных дисциплин по выбору студентов в зависимости от специализации.

Анализируя рабочие учебные планы по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет» и в ряде российских университетов, можно заметить, что курс

математики в них довольно объемный. В некоторых российских образовательных организациях ВПО он заменяется на отдельные самостоятельные дисциплины: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика», и даже дисциплину «Уравнения математической физики».

Для выяснения состояния реализации прикладной направленности обучения математике, реализации межпредметных связей математики и химических дисциплин в высшей школе на констатирующем этапе эксперимента был проведен анализ учебных программ по математическим дисциплинам, который показал, что в них практически не предусмотрено использование межпредметного материала. Опрос и анкетирование студентов выявили, что они не информированы о значении, роли и возможности математики для решения химических задач при изучении математических дисциплин. Проведенные исследования позволили сделать вывод о недостаточном уровне профессиональной и прикладной направленности обучения математике.

Анализируя рекомендованную в рабочих учебных программах литературу по математическим дисциплинам, мы заметили, что многие учебники и методические пособия являются общей направленности: содержат только математический материал и, возможно, несколько прикладных задач, могут быть использованы студентами любых направлений подготовки, изучающих соответствующие математические темы. В рабочих программах последних лет можно встретить рекомендованную математическую литературу, ориентированную на студентов естественнонаучных специальностей, в том числе и химических [28, 29, 30, 31, 46, 220]. Однако не все темы курса математики в данных учебниках и пособиях содержат связь с химическими дисциплинами и примеры решения профессионально ориентированных задач химического содержания.

Рассмотрим учебники, пособия и сборники задач, которые содержат только или преимущественно профессионально ориентированные химические задачи. Такая литература, несомненно, полезна, однако, ее мало.

Авторы книги [35] Л. М. Батунер и М. Е. Позин – не математики, а химики – поставили себе цель показать студентам-химикам эффективность использования методов высшей математики в их практической деятельности. Данная книга содержит большое количество примеров решения конкретных задач в химии и химической технике, взятых из лабораторной и заводской практики.

Учебное пособие для студентов химических и химико-технологических специальностей В. Г. Скатецкого, Д. В. Свиридова и В. И. Яшкина [180] для каждой математической темы содержит краткую теоретическую информацию справочного характера (по математике) и набор задач с решением, иллюстрирующих особенности использования математического аппарата для решения задач химического содержания. Следует отметить, что рассматриваемые математические методы используются в современной химии. Однако, многие задачи затрагивают математические аспекты проблем, которые будут рассматриваться на старших курсах по различным химическим дисциплинам.

Целью учебника для студентов химических специальностей С. А. Недилько [146] является не столько иллюстрация изучаемого математического материала, а, прежде всего, помощь студентам в эффективном использовании математических формул и методов при решении конкретных задач, с которыми сталкиваются химики в своей практической деятельности. Особенностью данного учебника является то, что каждая математическая тема помимо набора профессионально ориентированных задач содержит и рассмотрение примеров применения компьютерной программы MathCAD в различных отраслях химии и химической технологии.

Книге по высшей математике для химиков Д. Р. Партингтона [158] можно поставить в упрек не всегда достаточную строгость в выводах, отсутствие широты в трактуемых теоретических вопросах. Но то, что она содержит большое количество примеров приложения математики к решению разных вопросов и задач термодинамики и физической химии, делает ее очень ценной.

Книга профессора университета Британской Колумбии (Канада) Дж. Блюмана [229] посвящена применению исчисления функции одной

переменной в различных прикладных задачах. Они объединены в группы, каждая из которых ориентирована на определенную специальность. Например, для студентов химического факультета наиболее полезен раздел «Биология и химия». Каждая глава начинается со справочных материалов, необходимых для выполнения соответствующих задач, содержит как подробно рассмотренные задачи, часто с альтернативным методом решения, так и задачи для самостоятельного выполнения. Кроме того, в книге имеются и общие для всех специальностей разделы: «Построение графиков функций», «Геометрия», «Численные методы», «Техника».

Главной особенностью книги А. Каннингема и Р. Уэлан [230] является то, что она содержит многочисленные примеры, демонстрирующие применение математического аппарата в химии. И, пожалуй, наиболее существенно, что книга была разработана студентами для студентов, и на основе результатов исследований, проводимых ими.

Серия книг [231, 232] состоит из коротких ключевых математических тем, акцентирующих при этом внимание на их применении в основных областях химии, изучаемых студентами. Авторы связывают основные математические принципы с химической наукой путем введения фундаментальных математических понятий с последующей демонстрацией их химической трактовки и приложения. В первых главах тома 1 [231] акцентируется внимание на числовых, алгебраических и функциональных понятиях, так как эти темы образуют важную основу для дальнейших математических разработок в области исчисления, а также для работы с количественными моделями в химии. Затем следуют главы, посвященные пределам, дифференциальному и интегральному исчислениям. Том 2 [232] охватывает степенные ряды, комплексные числа, а также свойства и применение определителей, матриц и векторов. Книга написана доступным и легким языком, содержит большое количество как математических, так и химических примеров, и будет полезна студентам-химикам уже с первых занятий по математике.

Согласно книге Дж. Таррелла [234], химия и физика имеют общую математическую основу и, в связи с этим, могут изучаться одновременно. Данная книга основана на опыте автора и разработана в виде справочного материала по математике и ее приложениям в химии и физике. Материал рассматривается достаточно серьезный и сложный: элементарный анализ, дифференциальные уравнения, векторный анализ, теория групп и ее некоторые приложения, приближенные методы в квантовой химии, интегральные преобразования и численные методы. Поэтому книга большей частью полезна для студентов старших курсов и может быть ими использована в научно-исследовательской работе.

Сборник «Прикладные задачи по высшей математике» И. Н. Ноздрина и др. [151] ориентирован на инженерные специальности (машиностроительные, приборостроительные, механические, энергетические, строительные), однако, содержит также задачи и из других отраслей знаний. В частности, задач химического содержания в сборнике мало. Основная часть задач физического характера направлена на использование материала из различных областей и разделов физики, которыми также должны владеть студенты-химики.

Следует отметить, что в учебной литературе [35, 146, 180, 234] основная часть приведенных задач относится к химическим дисциплинам, которые будут изучаться на старших курсах. Это создает определенные проблемы в их использовании при обучении математике. Книги же [158, 229, 230, 231, 232] ориентированы, большей частью, на первый год обучения математике и содержат достаточное количество простых примеров химического содержания, сопровождающихся подробными решениями и пояснениями, в том числе, и химического плана.

На основе констатирующего этапа эксперимента определено, что актуальными путями реализации профессиональной направленности процесса обучения математике, являются:

- модернизация содержания обучения математике в зависимости от потребностей профессиональной подготовки;

- реализация принципа прикладной направленности обучения математике;
- комплексный подход к изучению химических и математических дисциплин с использованием межпредметных связей;
- организация эффективной самостоятельной работы студентов;
- мотивация обучения, направленная на будущую педагогическую деятельность;
- использование современных педагогических и информационно-коммуникационных технологий в обучении;
- разработка качественного учебно-методического обеспечения, содержащего материал профессиональных (химических) дисциплин.

Исходя из вышесказанного, считаем, что учебные рабочие программы по математике и соответствующие учебные и учебно-методические материалы для преподавателей и студентов химических специальностей должны подбираться таким образом, чтобы при обучении математике студенты знакомились с некоторыми химическими понятиями и процессами, их анализировали, умели решать химические задачи с помощью соответствующего изучаемого математического аппарата.

Для решения проблемы повышения результативности обучения математике студентов химических факультетов, формирования у них профессиональной компетентности необходимо внедрение в учебный процесс новой методики профессионально ориентированного обучения математике, которая предусматривает повышение профессиональной направленности обучения, интеграции математики и химических дисциплин, применение в учебном процессе профессионально ориентированных задач.

Такое видение процесса обучения математике позволит обеспечить единство математического и профессионального развития обучающегося, создать целостную методическую систему профессионально ориентированного обучения, направленную на повышение качества образовательного процесса на химическом факультете в целом.

## **1.2. Психолого-педагогические предпосылки организации профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей**

Для построения методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии важным является изучение основных психолого-педагогических закономерностей учебного процесса, основанных на достижениях психологии, дидактики и соответствующей методики их применения при обучении студентов образовательных организаций высшего профессионального образования, с учетом *психологических особенностей студенческого возраста*.

Степень усвоения знаний зависит от индивидуальных особенностей человека, который учится [88, 233]. При этом важную роль играют не только характеристики познавательных процессов (памяти, мышления, восприятия и др.), но и личностно-типологические особенности и ее мотивация [139]. В связи с этим важно провести целостную психологическую характеристику студенческого возраста и, прежде всего, его творческих возможностей.

Время обучения в образовательных организациях высшего профессионального образования совпадает со вторым периодом юности (зрелой юностью) и первым периодом зрелости (ранней зрелостью), которые отличаются сложностью становления личностных качеств. Этот процесс проанализирован в работах Б. Г. Ананьева [22], И. С. Кона [103], В. Т. Лисовского и А. В. Дмитриева [125], В. А. Роменца [172], Н. Г. Милорадовой [134], М. В. Савчина и Л. П. Василенко [177] и др.

Современные студенты – это молодые люди, как правило, 16-22 лет. Этот возрастной период характеризуется наивысшим уровнем физического развития (мышечная сила, скорость реакции, выдержка) и интенсивностью психологических свойств и высших психических функций: восприятия, внимания, памяти, мышления, речи, эмоций и чувств). Известный психолог Б. Г. Ананьев подчеркивал, что данный период жизни максимально благоприятен для обучения

и профессиональной подготовки [22]. В это время происходит активное формирование индивидуального стиля деятельности. Именно в студенческие годы преобладает абстрактное мышление, формируется обобщенная картина мира, приобретает способность к активной самостоятельной учебной деятельности, вырабатывается умение переносить в новые условия приобретенные ранее знания и умения.

В связи с тем, что в нашем исследовании система обучения математике строится для студентов I–II курсов, будем рассматривать более конкретно второй период юности (зрелую юность). Возраст 18-20 лет – это период наиболее активного развития моральных и эстетичных чувств, становления и стабилизации характера и, что особенно важно, овладения полным комплексом социальных ролей взрослого человека: общественных, профессионально-трудовых и других. С этим периодом связано начало «экономической активности», под которой демографы понимают включение человека в самостоятельную производственную деятельность, начало трудовой биографии и создания собственной семьи. Преобразование мотивации, всей системы ценностных ориентаций, с одной стороны, интенсивное формирование специальных способностей в связи с профессионализацией – с другой, выделяют этот возраст как центральный период становления характера и интеллекта [184].

Характерной особенностью морального развития в этом возрасте является усиление сознательных мотивов поведения. Заметно укрепляются те качества, которых не хватало в полной мере в старших классах – целеустремленность, решительность, самостоятельность, настойчивость, инициатива, умение владеть собой. Повышается интерес к моральным проблемам (цель, обязанность, образ жизни, любовь, верность и другие).

В связи с этим важным является понимание того, что объективные трудности при изучении математики обусловлены спецификой предмета, и поэтому нуждаются в учете психологических закономерностей процесса мышления, индивидуальных особенностей умственного развития и познавательной активности студентов. При этом необходимо учесть

специфические особенности характерные для усвоения математики, например, наличие теоретической структуры курса, его логическое построение; абстрактный характер математики, вызывающий психологические трудности у студентов не только в восприятии и усвоении математической информации, но и в ее применении. Различные психологические особенности студентов, как отмечает Ю. А. Галайко [49], требуют дифференцированного подхода, состоящего в адаптации методик обучения к их личности.

А. В. Спиваковский [193] считает самой важной задачей преподавателя формирование у студентов способности учиться, что радикальным образом влияет на их профессиональное становление. Достижению поставленной перед преподавателем задачи должны содействовать качество проведения всех видов занятий в высшей школе, четкая организация контроля за самостоятельной работой обучающихся.

Вместе с тем специалисты в области возрастной психологии и физиологии отмечают, что способность человека к сознательной регуляции своего поведения в 17–19 лет развита не в полной мере. Нередки немотивированный риск, неумение предусматривать последствия своих поступков [125].

Факт поступления в образовательную организацию высшего профессионального образования укрепляют веру студентов в собственные силы и способности. Однако, на I и II курсах нередко возникают вопросы о правильности выбора образовательной организации ВПО, направления подготовки, будущей профессии. Лишь к концу III курса решается вопрос о профессиональном самоопределении. Согласно результатам опроса, проводимым В. Т. Лисовским и А. В. Дмитриевым [125], только 64 % старшекурсников четырех ОО ВПО однозначно решили для себя, что их будущая профессия полностью соответствует их основным склонностям и интересам.

Важную роль в принятии решений о карьере играет социально-психологический реализм – способность определять соответствие своего «Я» социальному пространству, с которым связан профессиональный рост. Решение жизненных задач предусматривает прогнозирование, ориентацию на будущее и

т.д. В связи с этим, по мнению М. В. Савчина и Л. П. Василенко [177], человеку необходимо иметь представление о деятельности, с которой он собирается иметь дело, осмыслить и выстроить проект своего будущего.

Для обеспечения эффективности учебного процесса методическая система обучения математике должна быть построена как профессионально направленная. Поэтому особенно важно разработать такую систему обучения.

Необходимым условием успешной деятельности студента является освоение новых для него особенностей обучения в ОО ВПО. На протяжении первых курсов складывается студенческий коллектив, формируются навыки и умения рациональной организации умственной деятельности, осознается призвание к выбранной профессии, производится оптимальный режим работы, досуга и быта, устанавливается система работы по самоконтролю, самообразованию и самовоспитанию профессионально значимых качеств личности [184, 212].

Также известно, что начальный этап обучения первокурсников связан с определенными трудностями: нагрузка на студента в плане получения информации возрастает в 3-4 раза; обычные уроки сменяются лекциями, практическими и семинарскими занятиями; резко меняется методика, условия обучения и т.п. [49]. Именно поэтому особое внимание в образовательных организациях ВПО следует уделять процессу профессиональной адаптации как необходимости приспособления к структуре высшей профессиональной школы, общему содержанию и отдельным компонентам учебного процесса, особенностям выбранной профессиональной деятельности.

Вопросы *адаптации студентов* рассматривают в своих исследованиях М. В. Левченко [119], А. Г. Мороз [139, 140], И. Н. Симаева [178] и др.

По мнению А. Г. Мороз, адаптация студента в трудовом коллективе является актуальным научным исследованием, прежде всего, благодаря своему практическому значению. Глубина и всестороннее ее изучение, по убеждению ученого, позволит избежать многих негативных явлений, среди которых нестабильность кадров, их текучесть, медленный рост профессионального

мастерства молодого специалиста, конформизм и негативный стиль его деятельности [140].

М. В. Яковлева определяет *адаптацию студентов* как объективный, динамический, целостный процесс установления соответствия между наличными и требуемыми уровнями обученности, стилей общения, режима деятельности в новых условиях обучения в высшей школе [227].

Исследователи [139, 161, 184] выделяют следующие формы адаптации студентов-первокурсников к условиям образовательных организаций высшего профессионального образования:

- *формальную адаптацию*, заключающуюся в информационном ознакомлении студентов с новым окружением, с образовательной организацией ВПО (ее структурой, содержанием обучения в ней, ее требованиями), осознания своих прав и обязанностей;
- *общественную (социально-психологическую) адаптацию*, как процесс внутренней интеграции групп студентов-первокурсников и интеграцию этих групп со студенческим окружением в целом; «перестройку» имеющихся социальных навыков;
- *дидактическую адаптацию*, связанную с готовностью студентов к овладению новыми формами, методами и содержанием учебно-профессиональной деятельности в высшей школе;
- *личностно-психологическую адаптацию*, заключающуюся в принятии студентом новой социальной позиции и в овладении новой социальной ролью студента и будущего специалиста.

При построении методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии особенно необходимо обеспечить дидактическую адаптацию студентов. Изучение теоретических основ такой формы адаптации поможет узнать, как студенты начнут овладевать дисциплинами, в частности математикой, с каким уровнем базовой подготовки, в каком психологическом состоянии будет зависеть их отношение к обучению в целом как руководящей деятельности в овладении

будущей профессией. Именно поэтому важным во время проведения лекционных и практических занятий по математике является использование различных форм и методов обучения, приёмов целенаправленного влияния на личность, которые бы облегчали и ускоряли процесс адаптации первокурсников, связанной с необходимостью приспособления к структуре высшей школы, общего содержания и отдельных компонентов учебного процесса по математике, особенностей выбранной будущей профессиональной деятельности.

Необходимым условием успешной адаптации является положительная мотивация выбора профессии, психологическая подготовка к ней. Поэтому важно обратить внимание на *мотивацию студентов к будущей профессии*, положительная направленность которой является важной предпосылкой повышения эффективности профессионально ориентированного обучения математике в высшей школе. Проблемам мотивации студентов посвящены работы таких ученых, как: Л. О. Буйновская [40], Т. Д. Дубовицкая [71], С. С. Занюк [87], Г. В. Терещук [200], Н. Ф. Токарь [204], Е. С. Саватеева [175], В. А. Якунин [228] и др.

Как отмечает С. Л. Рубинштейн, для того, чтобы личность, которая учится, по-настоящему включалась в работу, нужно чтобы задачи, поставленные перед ней на протяжении учебной деятельности, были не только понятными, но и внутренне принятыми ею [174].

Н. В. Талызина рекомендует мотивацию рассматривать как механизм выбора форм поведения, предопределяющих личность действовать в соответствии с ее физическим состоянием, эмоциями и мыслями, а также целями и планами, в которых реализуется ее чувство компетентности [198].

Согласно И. С. Якиманской [225] мотив – это побудительная сила деятельности, то, ради чего она осуществляется. Структура мотивов студента, формирующихся в период обучения, по мнению З. И. Слепкань [191], является стержнем личности будущего специалиста.

Для преподавателя важным является понимание руководящей роли профессиональной направленности в общей структуре мотивации обучения

студентов, которую можно рассматривать как форму и меру восприятия студентами конечных целей обучения в высшей школе. Профессиональная направленность, как обобщенная форма отношения к профессии, отмечает Н. И. Иванцев [94], составляется из оценок субъектом степени личной значимости, привлекательности для нее разных аспектов профессиональной деятельности. Ее росту содействует то, что, начиная с юношеского возраста, доминантой жизни становится определение, выбор и реализация духовных, моральных, культурных ценностей, а также то, что творческий аспект профессиональной деятельности является основой интереса к ней в этом возрасте. Поэтому интерес к профессии наиболее адекватен возрасту студенчества и является весомым мотивом обучения, для формирования которого есть все необходимые условия [129].

Наличие или отсутствие интереса к процессу обучения дисциплинам, познавательная мотивация влияет на формирование профессиональной направленности обучения [195, 222, 228]. Это влияние становится еще более очевидным, если смотреть на процесс усвоения учебных дисциплин как на последовательный ряд промежуточных этапов достижения конечных целей обучения – профессиональной подготовки специалистов.

Одним из приёмов развития мотивации овладения профессией согласно С. М. Кылымнику [99] является система профессионально ориентированных знаний по дисциплине, что предусматривает развитие интереса студентов к обучению, в частности, не только к определенной лекции, семинару и т.п., но и к процессу получения знаний во время создания ситуаций интереса; мотивацию профессиональной и учебной деятельности; формирование отношения к будущей профессиональной деятельности как личностной и социальной ценности, осознание значимости формирования личностных качеств и умений, формирование потребности в профессиональном росте. Все это стимулирует студентов к творческой, поисково-исследовательской деятельности и предполагает обогащение содержания обучения учебной информацией,

ориентированной на формирование профессиональной компетентности будущих специалистов.

Л. Г. Подоляк и В. И. Юрченко [161] отмечают, что даже высокий уровень интеллектуальных способностей студента не может компенсировать его низкую учебную мотивацию и непосредственно содействовать успешной учебно-профессиональной деятельности. Именно поэтому важной проблемой является формирование профессиональных мотивов обучения, потребности в приобретении знаний, умений и навыков, ориентированные на профессию, в том числе и во время обучения математике.

Исследователи отмечают, что основными способами решения проблемы формирования положительной профессиональной мотивации у студентов является наполнение содержания обучения профессиональными знаниями; стимулирование самообразования студентов, поддержание познавательного интереса ко всему, что связано с будущей профессиональной деятельностью; предоставление обучаемым необходимых условий для проявления их творческих возможностей; творческое отношение самих преподавателей к преподаванию своего предмета, их компетентность.

Опыт профессионально ориентированного обучения математике показывает зависимость уровня развития познавательной мотивации студентов от осознания цели обучения математике, базового уровня математических знаний, уровня способностей в освоении профессиональных и компьютерных дисциплин, общего развития личности, умения преподавателя заинтересовать дисциплиной. Возможность формирования у будущих учителей химии более развитого интереса к математике предоставит внедрение преподавателем нетрадиционных форм и методов обучения, а также традиционных, но подкрепленных высоким методическим, научным, эмоциональным уровнем преподавания, использованием информационно-коммуникационных технологий в обучении.

Таким образом, формирование положительных мотивов обучения математике, связанное с формированием профессиональных и познавательных мотивов, является одной из важных предпосылок формирования

профессиональной компетентности, которая в свою очередь обуславливает потребность и интерес к профессионально ориентированной деятельности на занятиях по математике. Поэтому важной предпосылкой разработки авторской методической системы обучения математике будущих учителей химии является исследование *психологической концепции учебной и профессионально ориентированной деятельности.*

Анализируя различные подходы современных исследователей к феномену профессионально ориентированной деятельности студентов, ее организации и управлению этой деятельностью, мы пришли к заключению о том, что проблема понимания сущности данного понятия, организации такой деятельности студентов химических специальностей, в частности, будущих учителей химии, является важной, требующей всестороннего изучения и решения.

Для понимания того, что представляет собой деятельность, в процессе которой развиваются не только учебные умения по математике, но и формируются личностные качества будущего учителя химии, необходимо проанализировать психологическую концепцию учебной деятельности и выделить те ее составляющие, которые характеризуют именно профессионально ориентированную учебную деятельность.

Понятие деятельности студента является интегральным и включает в себя различные её виды: учебную, научную, социальную, спортивную и др. Однако, как отмечают Л. Г. Подоляк и В. И. Юрченко [161], главную роль в условиях образовательной организации ВПО занимает учебно-профессиональная деятельность, которая интенсивно влияет на личностный рост и профессиональное становление студента, приобретение им профессионально важных знаний, умений и навыков.

Пока студент не столкнется с профессиональными знаниями, в его опыте нет полноценной учебно-профессиональной деятельности. Таким образом, обучение математике в высшей школе должно быть ориентировано на будущую профессиональную деятельность студента. Это может быть реализовано с помощью использования в учебном процессе профессионально ориентированных

задач, межпредметных связей, интеграции математики и химии и др. Целью обучения математике является не передача математических знаний, умений и навыков, а «вооружение» студентов системными интегрированными знаниями, умением применять их при решении своих профессиональных задач и проблем.

Профессиональная деятельность современного специалиста является многофункциональной деятельностью, системой, которая репрезентирует различные виды деятельности [130, 184]. Поэтому при формировании навыков профессиональной деятельности у студентов, необходимым является выполнение ими во время обучения разных видов учебной деятельности.

Под учебной деятельностью психологи понимают деятельность студентов, направленную на приобретение теоретических знаний о предмете изучения и общих приёмах решения, связанных с ним задач, и поэтому – на развитие студентов и формирование их личности [21].

Г. А. Атанов, исследуя процесс формирования учебной деятельности студентов, понимает под ней специально организованную деятельность людей, которая направлена на усвоение опыта предыдущих поколений, результатом которой является формирование способа действий [26]. Относительно высшей профессиональной школы это означает, что студент должен усвоить способы действий, на которых основывается его будущая профессиональная деятельность.

Учебная деятельность студентов является специфическим видом деятельности и имеет определенные особенности. Она представляет собой и цель, и продукт обучения. Диапазон учебных целей довольно широк – от формирования у студента умений осуществлять профессиональную деятельность в целом и к усвоению обучаемым конкретной темы или вопроса учебной программы. Первые являются отдаленными, вторые – ближайшими учебными целями. Успех в достижении отдаленных целей определяется тем, насколько сформулированы ближайшие цели, насколько эффективно организованным является процесс их достижение.

Д. Б. Эльконин определяет учебную деятельность как деятельность, в результате которой происходят изменения того, кто учится. Это деятельность,

направленная на самоизменение, ее продуктом являются те изменения, которые состоялись в самом субъекте [223]. Таким образом, одна из особенностей учебной деятельности состоит в неотъемлемости продукта от ее субъекта.

Важной особенностью учебной деятельности является то, что она осуществляется в пределах деятельности преподавателя и выступает как объект управления. В связи с этим В. Я. Блинов [38] отмечает, что учебная деятельность возникает на основе единства деятельности преподавателя и обучающегося, а суть ее выражается в их взаимодействии и не сводится к ни одной из них, взятых отдельно. Деятельность преподавателя прямо или косвенно направлена на организацию деятельности студентов. Как отмечает Е. Г. Евсеева [76], именно управление учебной деятельностью, а не передача знаний, является механизмом обучения.

Специфика деятельности преподавателя заключается в том, что он организует, и, следовательно, старается создать оптимальные или близкие к оптимальным дидактические условия для увеличения эффективности процесса обучения. Деятельность студентов направлена на решение поставленных перед ними задач, причём в учебной деятельности важным является не результат, а сам процесс, поскольку именно при решении происходит формирование способов действий. Поэтому в дидактическом аспекте учебная деятельность, как отмечает В. И. Андреев [23], – это деятельность студентов, которую организует преподаватель с целью увеличения эффективности процесса обучения и направленную на решение учебных задач различного класса. В результате чего ими приобретаются знания, умения, навыки и развиваются личностные качества.

Важным видом учебной деятельности В.А.Далингер [65] определяет решение задач. Основываясь на концептуальных положениях теории деятельностного подхода к обучению студентов высшей профессиональной школы, Е. Г. Евсеева [73] отмечает, что приёмы учебной деятельности формируются только в результате активной собственной деятельности студента. В этом случае деятельность преподавателя должна выступать как средство организации этой активной деятельности студента. Деятельностный подход к

организации обучения требует, чтобы студент во время усвоения учебного материала осуществил полный цикл познавательных действий: воспринял учебный материал, осознал его, запомнил, закрепил применение знаний на практике.

В структуре деятельности, в том числе и учебной, В. В. Давыдов [64] выделяет три компонента: мотивы и учебные задачи; учебные действия; действия контроля и оценивания. З. И. Слепкань [191] отмечает, что учебную деятельность нельзя свести к ни одному из компонентов. Полноценная учебная деятельность всегда является единством и взаимопроникновением всех этих трех компонентов. Поэтому у студентов необходимо формировать учебные мотивы, благодаря чему знания и умения приобретут для них особый смысл, появится заинтересованность в будущей профессии учителя химии, возможность творческой реализации в профессиональной деятельности при профессионально ориентированном обучении математике.

Таким образом, в процессе протекания учебной деятельности, студентами должен приобретаться опыт профессиональной деятельности. Современный учитель химии должен не только владеть предметными знаниями, методическими приёмами и современными педагогическими технологиями, но и применять их в своей профессиональной деятельности, моделируя и анализируя различные педагогические ситуации. Однако, мы согласны с высказыванием Е. И. Скафы о том, что профессиональной деятельностью учителя невозможно овладеть студентам во время обучения в высшей школе. Необходимым условием должна стать педагогическая практика молодого учителя. Поэтому в процессе обучения студентов в высшей школе внимание должно быть сосредоточено на формировании опыта не профессиональной деятельности, а только на организации профессионально ориентированной деятельности, построенной на принципе профессиональной направленности обучения [186].

Принцип профессиональной направленности является важнейшим для высшей школы и определяет общую структуру учебно-воспитательного процесса,

учебные планы и учебные программы, то есть является организующим компонентом всего учебно-методического комплекса [89].

Относительно математики и естественнонаучных дисциплин В. А. Попков и А. В. Коржуев [163] выделяют две составляющие принципа профессиональной направленности: введение в содержание обучения профессионально значимого материала на основе анализа содержания фундаментальных и специальных дисциплин при условии сохранения логической целостности учебной дисциплины; внедрение в содержание учебной дисциплины профессионально значимых умений или видов деятельности.

Таким образом, *под профессионально ориентированной учебной деятельностью будущего учителя химии в системе математической подготовки будем понимать особый вид учебной деятельности, посредством которого осваиваются способы действий будущей профессиональной деятельности учителя химии* [11].

Одной из объективных особенностей учебной деятельности, которая может быть использована для успешной реализации профессионально ориентированной деятельности будущего учителя химии, является тот факт, что студент выступает не только объектом, на который осуществляется влияние различными способами, но и субъектом учебной деятельности. В обучении математике возможно корректирование системы обучения, которое приводит к осознанию студентом своей активной позиции в учебной деятельности, путем использования средств активизации учебно-познавательной деятельности, таких, как: деловые игры, эвристические беседы, метод проектов и т.д. [81, 84]. В результате студент получает возможность «примерить» на себе профессиональную деятельность, соответствующую конкретной профессии, может осознать, что он может сегодня, получить информацию к размышлению о будущем [99].

Включение в профессионально ориентированную учебную деятельность происходит во время овладения студентами математическим материалом, связанным с химическими объектами, технологиями, процессами. Такое

включение целесообразно осуществлять с помощью профессионально ориентированных задач.

Таким образом, реализация принципа профессиональной направленности (равно как и других принципов дидактики) в высшей школе выступает необходимым условием формирования профессиональной компетентности студентов.

Одной из технологий, способствующей максимальному сближению процесса обучения в высшей профессиональной школе к условиям будущей профессиональной деятельности студентов является *контекстное обучение* [117, 128, 206]. Основоположник контекстного метода обучения А. А. Вербицкий [44] отмечает, что одна из основных целей профессионального образования – формирование целостной структуры будущей профессиональной деятельности обучаемого в период его обучения. То есть для достижения целей формирования личности специалиста в высшей профессиональной школе необходимо организовать такое обучение, которое обеспечивает переход, трансформацию одного типа деятельности (познавательного) в другой (профессионального) с соответствующим изменением потребностей, мотивов, целей, действий, средств, предметов и результатов.

И. А. Жуковой [83] обоснованно утверждается, что при применении в процессе обучения контекстного подхода, у студентов формируется не только познавательная мотивация, но и профессиональная (мотивация познания будущей профессии). А, в свою очередь, развитие познавательной и профессиональной мотивации будущих учителей, по мнению Т. Д. Дубовицкой [70, 71], обеспечивается психолого-педагогическими условиями личностно-смыслового включения в учебную и будущую профессиональную деятельность студентов педагогических специальностей. Например, основу формирования профессионального контекста учителя математики М. Г. Макаrenchенко [128] определяет как взаимосвязь математического и методического контекстов.

Таким образом, математическая подготовка будущего учителя химии при контекстном обучении должна быть направлена на постепенное насыщение

учебного процесса элементами профессиональной учебной деятельности. При контекстном обучении математике, наряду с традиционными, используются методы, формы, средства активного обучения, среди которых можно выделить проблемные лекции, лекции-визуализации, интегрированные лекции, занятия по математическому моделированию с использованием ИКТ, творческую и научно-исследовательскую работу студентов.

Так как главной целью профессионального образования является создание условий для развития и саморазвития каждого студента как личности, профессионала, то одним из приоритетных направлений в современной высшей школе является личностная ориентация [226]. По мнению Е. В. Бондаревской [39], профессионально обусловленные качества личности обеспечат образование в течение всей жизни, профессиональную самореализацию человека, его дальнейший творческий рост. При *личностно ориентированном обучении* перед преподавателем стоит задача достижения того, чтобы каждый студент при обучении математике четко осознавал значимость ее изучения, важность усвоения сущности каждого конкретного изучаемого материала [6372].

Г. В. Лаврентьев [115] отмечает, что личностно ориентированное обучение способствует сотрудничеству педагога и студента. По мнению Э. Ф. Зеера и Г. М. Романцева [91], основными принципами личностно ориентированного профессионального образования являются: технологии профобразования, которые на всех его ступенях соотносятся с закономерностями профессионального становления личности; содержание профобразования, определяющееся уровнем развития современных социальных, информационных, производственных технологий и будущей профессиональной деятельностью; профессиональное образование имеет опережающий характер, которое обеспечивается формированием социально-профессиональной компетентности и развитием экстрафункциональных качеств будущего специалиста в процессе учебно-профессиональной и производственной деятельности; личностно ориентированное профессиональное образование, максимально направленное на индивидуальный опыт того, кто учится, его потребности в самоорганизации,

самопризнании и саморазвитии. В связи с этим, личностно ориентированное обучение в высшей профессиональной школе предполагает коррекцию содержания образования, форм и средств его реализации.

Поскольку центром всей образовательной системы при личностно-ориентированном подходе является индивидуальность студента, то ее методическая основа состоит в индивидуализации и дифференциации учебного процесса. Начальным пунктом методики обучения любой дисциплине является раскрытие индивидуальных особенностей и возможностей каждого студента. После этого определяется структура, в которой эти особенности и возможности раскрываются и вовлекаются в реализацию [78].

И. Я. Лернер [124] отмечает что, **дифференциация** выступает частным случаем индивидуализации обучения, обращенным на реализацию индивидуального подхода к отдельным группам. Эти группы в процессе обучения могут быть сформированы по разным основаниям (способностям, интересам, успеваемости, психологическим особенностям и т.п.). Основная цель дифференциации – содействовать созданию условий для всестороннего развития личности каждого студента с учетом его способностей, возможностей, интересов.

Дифференцированного подхода требуют объективные трудности, возникающие у студентов во время изучения математики, обусловленные ее спецификой: абстрактный характер математики усложняет ее применение, математика построена по строгим законам логики и требует не менее строгого логического мышления [109].

При обучении математике дифференциация должна базироваться на педагогическом предвидении того, какие пути наиболее целесообразно предлагать для решения задач (в том числе и профессионально ориентированных), с тем, чтобы каждый студент достиг своей цели.

Обучаемые отличаются по индивидуальным интеллектуальным способностям, уровню знаний. В связи с этим в высшей профессиональной школе важно осуществлять уровневую дифференциацию как в усвоении теоретического материала, так и особенно на практических и лабораторных занятиях, где

формируются умения применять теоретические факты во время решения задач, в том числе и профессионально ориентированных [93].

Известно, что динамика психических процессов (восприятие, память, мышление), уровень проявления психических функций (психомоторных, интеллектуальных) различны в условиях индивидуальной и совместной деятельности студентов [90]. Поэтому во время формирования профессиональной компетентности будущих учителей химии в профессионально ориентированном обучении математике приёмы индивидуальной и совместной деятельности являются основополагающими и их, как отмечает О. В. Тутова [207], целесообразно комбинировать.

Совместная умственная деятельность студентов имеет такое преимущество, как возможность распределения функций: один генерирует идеи, другой классифицирует их и т.д. Совместная коллективная или групповая деятельность позволяет обмениваться функциями, благодаря чему соучастники равномернее овладевают соответствующими приёмами умственной деятельности, что положительно влияет на мотивацию студентов, поскольку к активной работе привлекаются все обучаемые [96, 207].

Разрабатывая методику обучения математике, необходимо заложить вышеперечисленные положения в основу выбора организационных форм, методов и средств обучения. Таким образом, психолого-педагогические предпосылки организации профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей включают:

- учет основных психолого-педагогических закономерностей учебного процесса,
- акцентирование внимания на психологических особенностях студенческого возраста;
- обеспечение дидактической и профессиональной адаптации студентов;
- формирование положительных мотивов к изучению математики, обеспечение доминирования профессиональных и учебно-познавательных мотивов в структуре учебной мотивации;

– проектирование и организацию обучения на методологической основе следующих концепций, теорий и подходов: компетентного подхода к обучению; деятельностного подхода к обучению; принципа профессиональной направленности обучения; использования средств активизации учебно-познавательной деятельности; применения методов контекстного обучения, технологий личностно ориентированного обучения, индивидуализации и дифференциации обучения; комбинирование приёмов индивидуальной и совместной учебной деятельности.

Соблюдение психолого-педагогических предпосылок формирования у студентов профессиональной компетентности в процессе профессионально ориентированного обучения математике может внести положительные изменения в процесс подготовки будущих учителей химии и поможет в разработке инновационной методической системы профессионально ориентированного обучения математике.

### **1.3. Профессионально ориентированное обучение математике в системе профессиональной подготовки будущего учителя химии**

Профессионально ориентированное обучение математике является одним из условий усовершенствования фундаментальной математической подготовки и обеспечения эффективности формирования высококвалифицированного специалиста. Главным содержанием обучения математике должно стать не овладение готовыми алгоритмами решения типовых задач, а математическая компетентность, понимание и применение математических методов исследований. Значительное количество трудностей при обучении математике на химических факультетах вызвано не только спецификой математики как науки, но и необходимостью усовершенствования технологий обучения математике в высшей профессиональной школе. Студенты еще не совсем осознают то, в какой мере компетентность будущего химика, его профессиональная культура зависят от его математической подготовки, которая должна оказаться достаточной для

решения современных сложных задач в его будущей профессиональной деятельности. В связи с этим содержание обучения математике, как это следует из цели ее изучения, должно быть пронизано идеей профессиональной направленности [63, 116].

Одним из путей решения проблемы усиления профессиональной направленности обучения математике студентов химических специальностей является построение и реализация методической системы *профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии*.

В. А. Копетчук [105] понимает *профессиональную направленность учебных дисциплин естественно-математического цикла* как педагогически адаптированное усвоение студентами базового содержания предметов естественно-математического цикла на уровне требований определенной профессии, сконцентрированных вокруг фундаментальных образовательных объектов и целей, мотивов и потребностей субъекта познания.

В качестве основных составляющих профессионально-прикладной направленности обучения математике А. Г. Савина [176] выделяет характеристику сущности профессионально-прикладной направленности, выражающуюся в наполнении программного материала конкретными примерами применения математического аппарата в других областях науки, в смежных дисциплинах; в систематическом использовании задач, содержательно соответствующих направлению подготовки.

Интеграция математики с профессиональными дисциплинами, реализация межпредметных связей, принципа профессиональной направленности предоставляют широкие возможности для максимального приближения содержания математики к будущей профессиональной деятельности студентов. В связи с этим растет роль профессионально ориентированного обучения математике, направленного на прикладной характер будущей профессиональной деятельности специалиста.

Под *профессионально ориентированным обучением математике* С. В. Попова [164] понимает реализацию межпредметных связей математики с

дисциплинами специального и общепрофессионального цикла, при которой происходит организация непрерывного процесса усвоения студентами математических знаний, приёмов и методов, необходимых для их дальнейшего обучения, а также в будущей профессиональной деятельности.

Е. И. Скафа вводит понятие *профессионально ориентированной системы обучения математике* [185], под которой понимает методическую систему, направленную на овладение студентами знаний, умений и навыков по математике через моделирование профессиональных ситуаций средствами компьютерных технологий и формирования профессионально ориентированных умений у будущего специалиста.

*Под профессионально ориентированным обучением математике будущего учителя химии будем понимать такое обучение математике, которое направлено на формирование у студентов математических и методических умений, способов действий по математическому моделированию, а также математических знаний, необходимых учителю химии в профессиональной деятельности, путем проектирования и организации профессионально ориентированной учебной деятельности.*

Для того, чтобы учебный процесс в методической системе профессионально ориентированного обучения математике достиг цели, был развивающим и учитывал личностные качества студента, он должен конструироваться на основе методических компонент традиционной системы обучения математике в высшей профессиональной школе.

В связи с требованиями к математической подготовке будущего учителя химии, о которых шла речь в п. 1.1.2, сформулируем цели обучения математике студентов химических специальностей, опираясь на компетентностный и деятельностный подходы к обучению [81, 130, 199], а также на концептуальные цели обучения математике, разработанные Т. В. Крыловой [110] для студентов нематематических специальностей:

1) обеспечение преемственности и непрерывности в процессе обучения математике в течение всего периода обучения в ГОС ВПО;

2) профессиональная направленность обучения математике посредством усовершенствования фундаментальной подготовки студентов по математике, ориентация на обучение использованию математических методов при решении задач прикладного содержания;

3) изучение специальных математических дисциплин на современном уровне их развития, что обеспечивает овладение приёмами и методами, необходимыми для решения химических задач;

4) овладение студентами достаточным запасом математических знаний, аналитическими и числовыми методами решения задач прикладного характера, их реализацией с помощью ИКТ;

5) освоение обучаемыми способов математических действий и действий по математическому моделированию, необходимых в их будущей профессиональной деятельности;

6) активизация учебно-познавательной деятельности студентов и профессионально ориентированной учебной деятельности;

7) творческое применение студентами знаний и умений при решении практических и теоретических вопросов различных химических проблем.

В связи с реализацией принципа профессиональной направленности, как отмечают Л. П. Гусак [63], В. А. Копетчук [105], Л. Д. Кудрявцев [111], А. Г. Мордкович [138], А. Д. Мышкис [143], А. Г. Савина [176], В. Г. Скатецкий [181] и др., содержание курсов естественнонаучных дисциплин, в частности, математики, должно быть дополнено профессионально значимым материалом на основе анализа содержания профессиональных дисциплин при условии сохранения логической целостности учебного предмета.

Проектируя содержание профессионально ориентированного обучения математике, мы придерживались позиций корректирования содержания профессионального образования, описанных в монографии Е. И. Скафы, Н. Н. Лосевой и А. В. Мазнева [184]. К ним относятся соответствие государственному образовательному стандарту по определенному направлению подготовки или специальности; достижение возможности максимального

использования системы профессиональных знаний, полученных студентами в высшей школе, в будущей профессиональной деятельности и др.

Проведенный анализ учебников, учебных и учебно-методических пособий по математике для студентов химических специальностей (см. п. 1.1.2) показал, что недостаточным является количество задач прикладной направленности, возникающих в их будущей профессиональной деятельности (например, химического, физического, биологического содержания). А также в рассмотренной учебной литературе совершенно не представлены методические задачи, способствующие формированию профессиональной компетентности будущего учителя химии, которые можно было бы использовать в процессе обучения математике.

В связи с этим, а также с целью активизации учебно-познавательной деятельности, считаем целесообразным включить в содержание обучения математике систему профессионально ориентированных задач, решение которых требует глубоких знаний как математических, так и профессиональных дисциплин [1, 2, 18].

О. Н. Федорова [210] определяет профессионально-ориентированное задание как задание, при выполнении которого у будущего специалиста моделируется профессиональная деятельность.

Е. Г. Евсеева в работе [76] определяет профессионально-направленную задачу в обучении математике студентов технических вузов как математическую задачу, которая оперирует с объектами профессиональной деятельности и направлена на формирование способа действий будущей профессиональной деятельности специалистов.

Л. В. Васяк [43] под профессионально ориентированной задачей понимает такую задачу, условие которой определяет собой модель некоторой ситуации, возникающей в профессиональной деятельности, а исследование этой ситуации осуществляется средствами математики и способствует развитию личности специалиста.

С. В. Попова [164] под профессионально ориентированной задачей понимает прикладную задачу, включающую в свое условие профессионально значимое содержание, связанное с будущей профессиональной деятельностью специалиста.

*Под профессионально ориентированной задачей в обучении математике будем понимать задачу, условие и требование которой определяет собой модель некоторой ситуации, возникающей в профессиональной деятельности химика, а исследование этой ситуации средствами математики способствует формированию профессиональной компетентности будущего учителя химии.*

Для исследования и решения профессионально ориентированных задач нужны высокоразвитые умения воссоздавать и применять знание закономерностей явлений, процессов и связей между ними, анализ и синтез воспринятого, знание предмета и смежных предметов (например, физики, биологии), творческое использование разных умений, развитые память и мышление [182].

А. С. Гребёнкина [59] отмечает, что примеры задач с профессиональным контекстом следует рассматривать при изучении каждой темы курса математики.

Рассмотрим основные моменты и особенности использования профессионально ориентированных задач в обучении математике студентов химических специальностей.

Лекционные занятия являются систематически последовательным изложением курса математики, его основных положений, языка и теории, методов решения математических и прикладных задач. Поэтому необходимо, чтобы изложение материала сопровождалось связью математических и химических понятий, примерами химических явлений и процессов, моделируемых и решаемых с помощью математического аппарата и т.д. Также целесообразно начало каждой темы организовывать в виде вводной лекции, направленной на создание определенной учебной мотивации и включающей в себя объяснение роли и места изучаемой темы в химических науках, приведение примеров

профессионально ориентированных задач, решение которых невозможно без изучаемого материала.

Практические занятия по математике направлены на детальное рассмотрение некоторых теоретических положений курса, формирование умений и навыков практического применения лекционного материала, анализ и решение профессионально ориентированных задач с дальнейшей повторной их обработкой в рамках самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы студентов [80]. На практических занятиях целесообразно обязательное рассмотрение профессионально ориентированных задач (или их фрагментов), обсуждение и пояснение построения математических моделей и методов их решения.

Рассмотрим некоторые примеры профессионально ориентированных задач, которые можно использовать при обучении математике, как один из приёмов формирования и развития профессиональной компетентности будущих преподавателей химии. Например, при изучении линейной алгебры предлагаем рассматривать задачи химического содержания, решение которых сводится к составлению систем линейных алгебраических уравнений, их анализу и решению [9].

**Задача 1.1** [180]. Смесь карбонатов калия ( $K_2CO_3$ ) и натрия ( $Na_2CO_3$ ) массой 9 г обработали серной кислотой ( $H_2SO_4$ ), взятой в избытке. При этом выделившийся газ занял объем 1,75 л (н.у.). Определить массовые доли карбонатов в исходной смеси.

**Задача 1.2** [180]. Приготовьте 4250 кг нитрирующей смеси следующего состава: воды ( $H_2O$ ) – 22%, азотной кислоты ( $HNO_3$ ) – 16%, серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) – 62%:

- из меланжа:  $H_2O$  – 5%,  $HNO_3$  – 85%,  $H_2SO_4$  – 10%;
- из олеума:  $H_2O$  – 0%,  $HNO_3$  – 0%,  $H_2SO_4$  – 104%;
- из отработанной кислоты:  $H_2O$  – 30%,  $HNO_3$  – 0%,  $H_2SO_4$  – 70%.

Найдите расход кислот, идущих на приготовление этой смеси.

Для создания у студентов мотивации изучения темы «Системы линейных уравнений» можно использовать, например, задачу 1.1. Данная задача является доступной для них задачей: для ее анализа и решения студентам достаточно знаний школьного курса химии и математики. Эта задача сводится к системе двух линейных уравнений с двумя неизвестными. Ее можно приводить с решением и обратить внимание студентов на то, что, если в задаче будет больше данных (например, веществ в смеси), то получим систему линейных алгебраических уравнений большей размерности, которую они пока еще решить не могут.

Когда студентам уже изложен на лекции теоретический материал по решению систем линейных алгебраических уравнений, на практическом занятии можно рассмотреть, например, задачу 1.2. На этом этапе студентам предлагается создать математическую модель приведенной задачи, в процессе создания которой происходит активное обсуждение, выдвижение гипотез и их проверка. Математической моделью этой задачи является система линейных алгебраических уравнений, решение которой можно на занятии не рассматривать, а задать студентам в качестве домашнего задания. Задачей преподавателя математики при создании математических моделей подобных задач состоит в грамотном управлении учебно-познавательной деятельностью студентов [9]. Рекомендуется использовать такие интерактивные методы, как: дискуссия, эвристическая беседа, «мозговой штурм», деловая игра, метод проектов и т. п. [95, 154].

В связи с этим содержание профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии нами предлагается в виде интеграции следующих компонентов:

- 1) математического (владение математическими знаниями и умениями, необходимыми учителю химии в профессиональной деятельности;

- 2) профессионального (владение способами действий по математическому моделированию для анализа и решения различных химических проблем и задач; методическими умениями для решения различных методических задач, структурирования математических предметных знаний на уровне понятий,

создания презентаций, опорных конспектов, дидактических материалов методической направленности и др.).

Содержание обучения неотделимы, как известно, от методов обучения. З. И. Слепкань [190] определяет методы обучения как способы работы преподавателя и студентов, при помощи которых достигается овладение знаниями, умениями и навыками, формируется мировоззрение студентов, развиваются их способности.

Поскольку методологией нашего исследования является деятельностный подход, внедрение которого предусматривает, прежде всего, активизацию профессионально ориентированной учебной деятельности студентов, то будем опираться на классификацию методов обучения, предложенную И. Я. Лернером и М. Н. Скаткиным [123]. Авторы выделяют объяснительно-иллюстративный метод обучения (лекция, пояснение, работа с литературой, демонстрации и т.д.); репродуктивный (воспроизведение знаний, способов действий, деятельность по алгоритму и т.п.); проблемное изложение; частично-поисковый или эвристическую беседу, исследовательский метод.

*Пояснительно-иллюстративный метод* состоит в том, что преподаватель доносит до студентов готовую информацию различными способами, а они, в свою очередь, ее воспринимают, осмысливают и запоминают. На наш взгляд, данный метод в высшей профессиональной школе следует использовать при преподавании большого объема информации на лекции. Метод предусматривает активное привлечение в учебный процесс наглядностей, мультимедийных презентаций, компьютерных моделей и визуализации различных химических процессов и явлений.

Воспроизведение и повторение способа деятельности по заданию преподавателя является главным признаком *репродуктивного метода обучения*. Значительную роль в реализации этого метода играет алгоритмизация, применение изученного на основе правила или образца. Поэтому при использовании репродуктивного метода необходимым является система упражнений, которые бы обеспечивали выполнение действий студентами по

алгоритмам, правилам в аналогичных с указанным образцом ситуациях, а также обеспечивающих контроль и самоконтроль деятельности студентов. Что, в свою очередь, дает возможность привлечь студентов к самостоятельной деятельности. Также следует отметить, что репродуктивный метод обучения обеспечивает необходимый минимум знаний и способов действий, а также некоторую автоматизацию главных операций при изучении программного материала.

Однако, рассмотренные методы не способны в полной мере обеспечить формирование профессионально ориентированной учебной деятельности студентов при обучении математике, поскольку не обеспечивают в достаточной мере развитие творческого мышления студентов. В этом плане более оправданным является применение проблемного, частично-поискового и исследовательского методов обучения.

При *проблемном методе обучения* преподаватель создает проблемную ситуацию, основанную на противоречии в сознании студентов. Как отмечают В. М. Дрибан и Г. Г. Пенина [69], практические занятия обеспечивают широкое поле для применения проблемного обучения: на этих занятиях отсутствует необходимость строго следовать программе курса, есть возможность в значительной мере регулировать уровень проблемности и уровень полноты проблемного обучения в пределах одной и той же темы, используя различные формы его организации, организовывать диалог или дискуссию, конструировать проблемные ситуации и т.п. Такой метод целесообразно использовать при введении профессионально ориентированных задач с целью создания математической модели по изучаемой теме курса математики.

Для привлечения студентов к самостоятельному решению проблем, проведения учебного исследования, их необходимо предварительно учить выполнять отдельные шаги решения, этапы исследования. Здесь уместен *частично-поисковый метод*, который предусматривает активное включение студентов к поиску решения поставленной задачи под руководством преподавателя или на основе использования эвристических программ и подсказок. *Эвристическая беседа* способствует видению проблемы, поиску

вопросов, выдвижению гипотез, формированию выводов, построению плана решения. Метод эвристической беседы непосредственно нацеливает студентов на активную самостоятельную исследовательскую деятельность, активизирует имеющиеся знания, учит осуществлять самоконтроль в процессе выполнения любого шага решения, влияет на продуктивность исследовательской деятельности и определяет ее [187].

Инициатива, самостоятельность, творческий поиск в полной мере раскрываются при использовании *исследовательского метода*. Сущность метода можно определить как способ организации творческой деятельности при решении задач. При применении исследовательского метода на практических занятиях по математике необходимым является наличие исследовательских задач, предусматривающих творческое применение теоретических знаний [202]. При этом сложность решаемых задач должна постепенно повышаться. Методическим требованием к исследовательскому методу является построение таких заданий (в том числе и профессионально ориентированных), которые бы обеспечили творческое применение студентами основных знаний в процессе их решения, овладение особенностями творческой деятельности. Данный метод обучения большей мерой содействует формированию профессионально ориентированной учебной деятельности.

В нашем исследовании кроме традиционных методов обучения используется *метод моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности*, который состоит в формировании у студентов математических и методических умений, способов действий по математическому моделированию, а также математических знаний, необходимых будущему учителю химии в профессиональной деятельности.

Поскольку механизмом реализации деятельностного подхода является проектирование и организация различных видов учебной деятельности, то одним из них является решение профессионально направленных задач, требующее от студентов умения выполнять действия по математическому моделированию [8]. Поскольку эти действия являются универсальными при составлении различных

математических моделей, то целесообразно специально обучать студентов выполнять эти действия. В качестве примера рассмотрим задачу.

***Задача 1.3.** В резервуаре имеется 100 литров водного раствора, содержащего 10 кг растворенной соли. Каждую минуту 2 литра раствора вытекает из резервуара, а 3 литра пресной воды притекает в него. Перемешивание сохраняет одинаковую концентрацию соли по всему резервуару. Сколько соли останется в резервуаре через час?*

Для того, чтобы составить математическую модель данной химической задачи, студенты должны выполнить определенные действия по математическому моделированию: ввести переменные; составить соотношения, связывающие введенные переменные; определить в терминах введенных переменных, что нужно сделать в задаче; составить соотношения, связывающие введенные переменные; сформулировать математическую задачу, к которой сводится исходная задача; выполнить математические действия; интерпретировать полученные результаты в терминах исходной задачи.

Для освоения студентами действий по математическому моделированию, нами разработаны тестовые задания различных типов (закрытого, на соответствие, на установление правильной последовательности действий по математическому моделированию), задачи для самостоятельного решения.

Более подробно реализация метода моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности будущего учителя химии будет рассмотрена в п. 2.2.3.

Формирование профессионально ориентированной учебной деятельности будущего учителя химии невозможно без умелого использования различных форм организации учебного процесса. Формы определяют, как в реальных условиях организовать профессионально ориентированную работу студентов. Они могут быть ориентированы как на коллективную учебную деятельность (лекции, практические, лабораторные занятия), так и на индивидуальную (домашняя работа, индивидуальная работа, самостоятельная работа под руководством преподавателя и др.)

Основной организационной формой процесса обучения в высшей школе является лекция, в частности, профессионально ориентированная лекция-визуализация. На наш взгляд, она выступает как ведущий элемент всего курса математики и служит для преподавания значительного количества теоретического материала, обеспечивая гармоничное восприятие учебного материала студентами.

Профессиональную направленность лекции обеспечивают профессионально ориентированные задачи [12]. Например, прикладную направленность дифференцирования функции одной переменной можно проиллюстрировать следующей задачей.

**Задача 1.4** [55]. Средняя удельная теплоемкость углекислого газа в интервале температур от  $0^\circ\text{C}$  до  $t$  выражается уравнением:

$$\bar{C}_p = 0,8489 + 28,97 \cdot 10^{-5}t - 6,99 \cdot 10^{-8}t^2 \text{ Дж/(г}\cdot\text{град)}.$$

Определите истинную удельную теплоемкость при  $600^\circ\text{C}$ .

Так как начальная температура равна  $0^\circ\text{C}$ , то для нахождения удельной теплоемкости необходимо среднюю теплоемкость умножить на температуру  $t$  и продифференцировать по температуре, то есть  $C_p = \frac{d(\bar{C}_p \cdot t)}{dt}$ . А для нахождения истинной удельной теплоемкости при заданной температуре, следует подставить значение  $t = 600^\circ\text{C}$  в найденную удельную теплоемкость.

Основываясь на требованиях к профессионально направленным лекциям, предложенным Н. М. Поляковой [162], выделим рекомендации к дидактическим целям профессионально ориентированных лекционных занятий:

- 1) предоставлять студентам современные, целостные, взаимосвязанные знания, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- 2) обеспечивать в процессе проведения лекции творческую, профессионально ориентированную работу студентов под руководством преподавателя;
- 3) развивать у студентов профессионально-деловые качества, заинтересованность в изучении дисциплины, развивать самостоятельное

творческое мышление и формировать профессионально ориентированную учебную деятельность.

Отметим, что цель лекции по математике в высшей профессиональной школе состоит в том, чтобы не только ознакомить студентов с основами науки, но и формировать у них установку на использование всех видов учебной работы для формирования профессионально ориентированной учебной деятельности.

В зависимости от способа проведения выделяют различные виды лекций. Но, касательно проблемы нашего исследования, для организации профессионально ориентированной учебной деятельности студентов-химиков, наиболее полезными можно считать *проблемную лекцию*, допускающую изложение материала через проблемность вопросов, заданий, ситуаций; *лекцию-провокацию*, содержащую заранее запланированные ошибки; *лекцию-конференцию*, проводимую как научно-практическое занятие с заслушиванием докладов и выступлений студентов по заранее поставленной проблеме в пределах учебной программы; *лекцию-визуализацию*, допускающую поиск новых возможностей реализации принципа наглядности.

От эффективности лекции зависит результативность других форм обучения.

Цель *практических занятий* – расширить, углубить и уточнить теоретические знания, приобретенные на лекциях и во время самостоятельной работы, обеспечить отработку умений и навыков применять знания для решения практических и теоретических заданий, а также формирования профессиональных качеств [126]. Для эффективной организации профессионально ориентированной учебной деятельности студентов на практических занятиях, необходимо учитывать методические требования [1, 2, 68, 126, 140, 159]:

- на практическом занятии студенты должны постоянно чувствовать повышение сложности заданий;
- необходимо, чтобы студенты систематически были заняты напряженным (самостоятельным или групповым) поиском решения проблем, имели возможность проявлять творчество, активность, самостоятельность;

- углубленное повторение теоретического материала должно содержать элементы новизны;
- задачи, решаемые на практическом занятии, помимо основного своего назначения (расширять и углублять теоретические знания, показывать их практическое значение) должны содержать профессиональную составляющую;
- преподаватель должен стимулировать творчество и инициативу, выступая в роли консультанта, использовать активные методы, различные средства обучения;
- учет преподавателем индивидуальных особенностей, интересов каждого студента, профессиональных интересов и т.п.

Самостоятельная работа студентов (СРС) может быть продолжением работы, начатой на лекции, практическом занятии, предшествовать им, быть частью занятия. Важным является включение обучаемых в самостоятельную работу, результатом которой являются их личные образовательные продукты, в том числе, электронные [16, 213].

Методическими требованиями к организации самостоятельной работы студентов являются следующие:

- она должна моделировать их будущую профессиональную деятельность;
- в такого вида работе должны развиваться творческие и педагогические способности студентов;
- формирование профессиональной компетентности должно происходить систематически, на протяжении всего периода обучения математике.

В конце изучения тем курса математики, студентам можно предложить творческие проекты, организовать которые можно различным образом. Например, студентам можно предложить найти в интернете или придумать задачи, аналогичные рассмотренным на занятиях, составить математические модели и решить их.

Также студентам можно дать задачи химического содержания, математический метод решения которых им не знаком. Например, после изучения систем линейных алгебраических уравнений студентам можно

предложить задачу 1.5 или 1.6 для самостоятельного исследования, как с помощью методов линейной алгебры можно решить эту задачу.

**Задача 1.5** [180]. *Расставьте коэффициенты в уравнении химической реакции  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$ , используя аппарат линейной алгебры.*

**Задача 1.6** [155]. *Определите число компонентов и число независимых реакций в системе, состоящей из  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(г)}$ .*

Еще одним видом СРС, способствующим формированию профессионально ориентированной учебной деятельности студентов, являются творческие самостоятельные работы (доклады на научные студенческие конференции; научно-исследовательские работы и исследования; учебные проекты; портфель достижений студентов).

Как отмечает Т. С. Назарова [144], одной из основных дидактических функций средств обучения является реализация принципа наглядности и повышения эффективности процесса обучения. В связи с этим в условиях стремительного развития науки и техники к современным средствам в профессионально ориентированном обучении математике относим информационно-коммуникационные технологии. Использование современных средств ИКТ обеспечивает повышение эффективности и качества процесса обучения, углубление межпредметных связей и интеграции дисциплин за счет реализации возможностей электронных образовательных ресурсов, способствует качественной подготовке компетентного специалиста [67, 72, 82, 96, 104, 113, 169]. В качестве таких средств разработаны мультимедийные программы для сопровождения лекций, компьютерные тренажеры, ориентированные на самостоятельное изучение некоторых тем курса математики, тестовые программы [17].

Отбор средств обучения определяется как целью и содержанием обучения, так и выбранными формами и методами обучения. Для достижения более эффективного усвоения лекционного материала в процессе обучения математике разработаны *мультимедийные презентации*, в частности, к профессионально

ориентированным лекциям-визуализациям. Кроме того, предлагаем использовать не только разработанные преподавателем презентации, но и организовывать деятельность студентов, связанную с планированием, разработкой и созданием примеров компьютерных презентаций, что способствует развитию у студентов навыков анализировать, создавать новые продукты деятельности, продуцировать новые идеи, оценивать результаты собственных исследований и работу других.

Для формирования профессионально ориентированной учебной деятельности студентов химических специальностей предлагаем использовать и различные педагогические программные средства (ППС), а именно:

- *программы-тренажеры*, в частности, разработанный компьютерный тренажер по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной». Он содержит теоретический материал, примеры решения математических и профессионально ориентированных задач, тестовые задания для освоения действия по математическому моделированию, что позволяет использовать его как в аудиторной, так и в самостоятельной работе студентов;
- *имитационно-моделирующие программы*, например, Advanced Grapher, GRAN 1, GRAN-2D и др.;
- *математические пакеты и базы знаний*, например, Maple, Microsoft Mathematics 4.0, Wolfram|Alpha и др.;
- *контролирующие программы*, например, MyTest и т.д.

Использование предложенных педагогических программных средств в учебном процессе по математике дает возможность формировать у будущего учителя химии приёмы и способы профессионально ориентированной учебной деятельности, самостоятельно выдвигать гипотезы, делать предположения относительно наблюдаемых закономерностей, экспериментально их проверять.

Технология работы с указанными педагогическими программными средствами более детально будет описана в п. 2.3.

Внедрение предлагаемой методической системы профессионально ориентированного обучения математике обеспечивает формирование у студентов умений применять математический аппарат при изучении профессиональных

дисциплин и в дальнейшей профессиональной деятельности, повышает эффективность обучения математике, придает учебно-познавательной деятельности творческий и исследовательский характер [17]. Методическая система профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии позволяет развить творческую личность каждого студента, побуждает его к самообразовательной деятельности, построению собственной образовательной траектории при овладении навыков профессионально ориентированной учебной деятельности на занятиях по математике, способствует повышению качества математической и профессиональной подготовки будущего учителя химии.

Средством реализации межпредметных связей при изучении математики студентов химических специальностей, как и основным средством достижения целей-компетенций обучения, является решение профессионально ориентированных задач, адекватных спроектированным целям-компетенциям обучения математике. Содержание учебного материала при этом должно не требовать глубоких знаний курса математики и иметь возможность их визуального представления по причине преобладания гуманитарного мышления в обучаемых (в виде рисунков, схем, графиков и т.д.), а также иллюстрации понятий и определений примерами из химической практики. Кроме того, для решения таких задач могут быть необходимы знания по другим дисциплинам, а именно, по химии, физике, биологии и др.

Профессионально ориентированные задачи дают широкие возможности для реализации общедидактических принципов в обучении математике. Они могут быть использованы с разной дидактической целью, могут заинтересовать или мотивировать, развивать умственную деятельность, объяснять соотношение между математикой, химией, физикой и другими науками.

Содержание материала, его объем, последовательность, количество часов на его изучение необходимо проанализировать с точки зрения его профессионально-практической значимости. При этом следует сделать акцент на математический аппарат химических дисциплин, на разделы и темы, имеющие наибольшую

ценность для данной профессии, на возможность использования метода математического моделирования, на материал, подходящий для использования его с целью усиления профессиональной направленности, например, мультимедийные презентации профессионального содержания.

Таким образом, методическими требованиями профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии являются следующие:

- выделение и фундаментальное изучение математического материала для данного направления подготовки или специальности;
- подбор и включение в изучаемый теоретический материал примеров практических ситуаций, возникающих в профессиональной деятельности, профессионально ориентированных задач;
- ознакомление студентов с особенностями применения математики в их будущей профессии;
- формирование у обучаемых способов действий по математическому моделированию процессов и явлений, присущих их будущей профессиональной деятельности;
- решение следующих типов задач:
  - 1) пропедевтических, которые способствуют лучшему восприятию следующего материала и являются элементом перспективно-опережающего обучения;
  - 2) творческих заданий, которые направлены на закрепление и обобщение теоретических знаний (например, составление опорных конспектов, планов решения, блок-схем, таблиц и т.д.);
  - 3) на отработку необходимых базовых навыков решения различных типов задач, с акцентом на освоение математического аппарата соответствующего направления подготовки или специальности;
  - 4) профессионально ориентированных задач, основной целью которых является обучение студентов умению составлять математические модели различных объектов, явлений, реальных процессов, ситуаций,

анализировать их и полученный результат, то есть умение применять математические знания в своей будущей профессии, повышение мотивации обучения;

- 5) на использование приближенных, численных и качественных методов, наиболее часто применяемых в профессиональных дисциплинах.

#### **1.4. Математическое моделирование в системе профессионально ориентированного обучения математике**

Понятие «математическое моделирование» является едва ли не самым распространенным в научной литературе, по крайней мере, в естественнонаучной и технической. Все более эффективным становится применение математического моделирования в научных исследованиях. Интенсивно разрабатываются математические модели в химии, физике, экономике, управлении, биологии, истории и многих других областях знаний.

Для понятия «модель» в научной литературе нет строгого формального определения и трактуется оно довольно широко. В частности, модель можно определить как приближённое описание какого-либо класса явлений внешнего мира, сформулированное с помощью математической символики [132]. Л. И. Ничуговская [149] определяет математическую модель как явление, установку, предмет, знаковое образование или условный образ, находящиеся в некотором соотношении с объектом, который исследуется, и способные заменить его при исследовании, давая информацию об объекте.

В нашем исследовании под *моделью* будем понимать *такой мысленно представляемый или материальный объект, который в процессе изучения замещает оригинальный объект, сохраняя некоторые важные для данного исследования типичные его черты* [27].

Модель необходима для того, чтобы:

1) понять, как устроен исследуемый объект: его структура, свойства, внутренние связи, законы развития, саморазвития, взаимодействия с окружающей средой;

2) выявить наиболее значимые и существенные связи и отношения исследуемого объекта и отвлечь внимание от несущественных;

3) научиться управлять изучаемым объектом или процессом, определять наилучшие способы этого управления, в зависимости от определенных целей и критериев;

4) прогнозировать прямые и побочные последствия реализации заданных способов и форм воздействия на объект;

5) исследовать такие объекты, изучение которых является довольно сложным или вообще невозможным из-за скорости процессов, масштабов, сложности структуры объекта и т.п. [27, 98, 131, 153].

*Под математическим моделированием* будем понимать идеальное научное знаковое формальное моделирование объекта, при котором его описание осуществляется на языке математики, а исследование модели происходит с использованием различных математических методов [27].

*Под математической моделью химического процесса* будем понимать любой оператор  $A$ , который позволяет по соответствующим значениям входных параметров  $X$  установить выходные значения параметров  $Y$  процесса моделирования в предметной области химии:

$$A: X \rightarrow Y, \quad X \in \Omega_X, \quad Y \in \Omega_Y,$$

где  $\Omega_X$  и  $\Omega_Y$  – множества допустимых значений входных и выходных параметров для моделируемого химического процесса. В зависимости от вида моделируемого химического процесса (химические реакции, процессы нагревания, охлаждения, сжатия, экстракции, ионизации химических веществ и др.) элементами множеств  $\Omega_X$  и  $\Omega_Y$  могут являться любые математические объекты (числа, векторы, функции одной или нескольких переменных, множества и т.п.).

Понятие оператора в определении может трактоваться довольно широко. Это могут быть некоторые функции, которые связывают входящие и исходящие

значения, алгебраические, дифференциальные, интегральные уравнения или их системы. Также это может быть некий алгоритм, совокупность правил, таблицы, схемы, обеспечивающие установление исходящих параметров по заданным исходным значениям [27].

Классификация математических моделей химических объектов, явлений и процессов может быть проведена по разным основаниям. Рассмотрим некоторые из них [27, 131, 153, 165, 188]:

1. *По способу воспроизведения реального объекта* модели делятся на материальные (создаваемые человеком, например, лабораторное выращивание кристаллов веществ, подобное протекающему в природе) и идеальные (конструируемые в идеальной форме, например, модель атома, молекулы, идеального газа, кристаллической решетки и т.д.).

2. *В зависимости от сложности моделируемого объекта* модели можно разделить на простые (например, элементарные химические реакции) и сложные или объекты-системы (например, параллельные и последовательные химические реакции).

3. *В зависимости от оператора модели*, они делятся на линейные (например, модели классической механики, аналитической химии) и нелинейные (например, солитоны), простые (например, многие законы физики) и сложные (например, модель ДНК).

4. *В зависимости от методов реализации* модели могут быть аналитические (алгебраические, приближенные) и алгоритмические (численные, имитационные).

5. *В зависимости от параметров и переменных* модели могут иметь следующую классификацию (рис. 1.1 – 1.4).

Таким образом, математические модели являются одними из важнейших понятий в описании объектов, явлений и процессов в различных областях знаний, в частности, в химии.

Математические модели химических объектов, процессов или явлений дают количественное описание. Они могут быть классифицированы на символические и графические модели [27]. Символическими или аналитическими

моделями являются математические уравнения или неравенства, которые описывают процесс. Графические модели (графы, блок-схемы, диаграммы и т.п.) объединяют наглядное графическое отображение объекта с его количественными характеристиками (рис. 1.5).

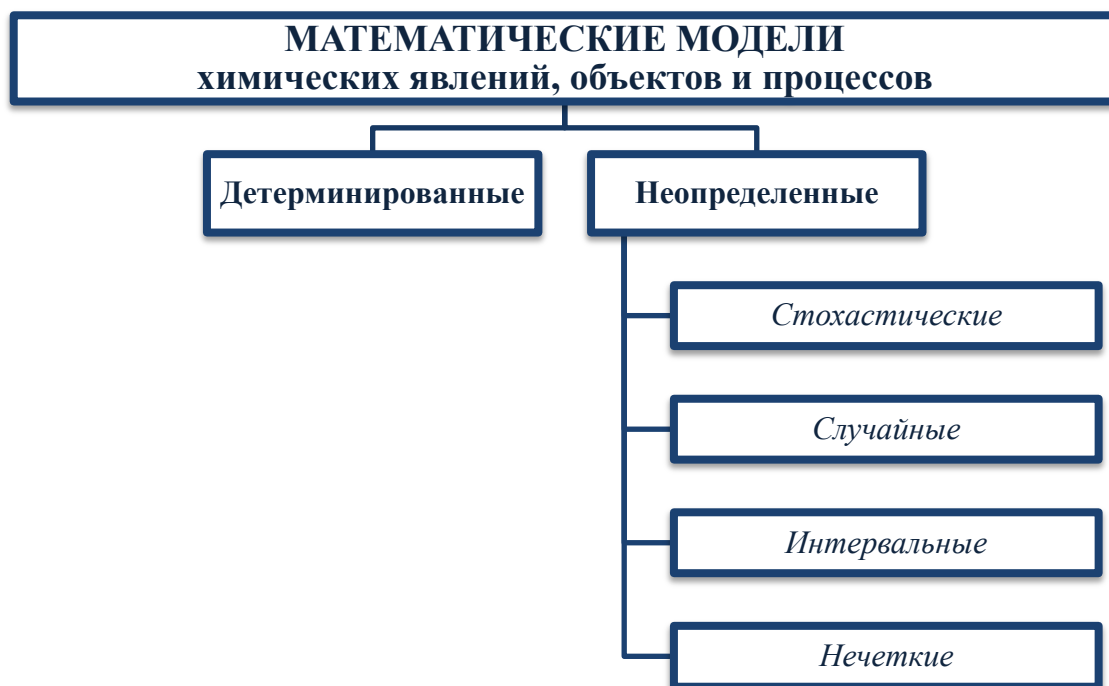


Рисунок 1.1 – Классификация математических моделей в зависимости от параметров и переменных моделирования



Рисунок 1.2 – Классификация математических моделей с учетом зависимости от времени параметров и переменных моделирования



Рисунок 1.3 – Классификация математических моделей в зависимости от размерности пространства параметров и переменных моделирования



Рисунок 1.4 – Классификация математических моделей в зависимости от состава параметров и переменных моделирования



Рис. 1.5 – Классификация математических моделей химических процессов

Следует отметить, что эффективным средством визуализации учебного материала являются компьютерные модели (статические, анимационные, интерактивные и др.) [7]. А одной из главнейших положительных особенностей интерактивных компьютерных моделей является возможность представить модель в трехмерном пространстве, сделать имитацию и моделирование объектов и процессов в режиме реального времени, а также исследовать их с любого ракурса и активно взаимодействовать с ними [13, 19].

Нами разработана типология математических моделей химических процессов, которые в дальнейшей работе сможет использовать учитель химии. В приложении А приведены математические модели химических процессов и явлений, описываемые с помощью дифференциальных уравнений. Они занимают важное место в решении задач не только физико-химического, но и фармацевтического и медико-биологического содержания, что также может быть использовано в профессиональной деятельности будущего учителя химии. В приложении Б приведены примеры профессионально ориентированных задач, решаемых с использованием метода математического моделирования.

Необходимой составляющей профессиональной учебной деятельности

современного учителя химии является умение использовать математический аппарат для решения различных химических задач. Исследование таких задач требует применения математического моделирования химических объектов, явлений и процессов, использования количественных методов обработки данных, различных вычислительных средств, что определяет особую роль математической подготовки будущего учителя химии в высшей профессиональной школе. В связи с этим организация обучения математике студентов-химиков требует ориентации на использование профессионально ориентированных подходов и технологий обучения, позволяющих проектировать образовательный процесс как максимально приближенный к будущей профессиональной деятельности. Профессионально ориентированное обучение математике, как было сказано ранее, предполагает такое содержание учебного материала и такую организацию его усвоения, которые не нарушают системной логики построения курса математики и позволяют моделировать познавательные и практические задачи профессиональной деятельности химика.

Л. И. Ничуговская [149] рассматривает роль математического моделирования как неотъемлемой компоненты математической подготовки студентов в контексте экономического образования. Для практического овладения методологией математического моделирования ученая выделяет следующие условия: начальная математическая подготовка студентов; степень владения персональным компьютером; их отношение к математике и интерес к будущей профессии с ориентацией на определенную отрасль экономики; время, отведенное для нее учебной программой дисциплины; научное обоснование места математического моделирования в структуре математических дисциплин и его методическое обеспечение [149]. Эти условия имеют место и для студентов химических специальностей.

В свою очередь Н. В. Скоробогатова [188] утверждает, что рассмотрение комплекса профессионально ориентированных задач при изучении математики должно не только устанавливать связи с профессиональными дисциплинами, демонстрировать эффективность математических методов, но и аккумулировать

математические знания в единую целостность, способствовать формированию базовых характеристик личности будущего инженера. В этом, в частности, заключается основа для понимания единства математики, повышение качества освоения ее содержания будущими инженерами, развития мотивации и интереса к овладению будущей профессией, потребности в инженерно-ориентированных математических знаниях и методах. Исследование было направлено на разработку методики проектирования и изучения профессионально ориентированных задач на основе интеграции математических и инженерных знаний в процессе обучения высшей математике в профессиональной подготовке будущих горных инженеров.

На основании рассмотренных работ, можно сделать вывод о том, что при систематическом и целенаправленном использовании профессионально ориентированных задач при обучении математике посредством применения наглядного и математического моделирования различных технических процессов и реальных объектов и явлений, при ресурсном взаимодействии учебных дисциплин, повышается мотивация к изучению математики на фоне активизации профессиональных знаний, качество математических знаний, умений и навыков у студентов химических специальностей. Также считаем необходимым использование профессионально ориентированных задач, решаемых и исследуемых методом математического моделирования, в профессионально ориентированном обучении математике будущих учителей химии.

По мнению М. Ю. Королева [108], в работах, посвященных совершенствованию высшего профессионального образования, рассматриваются, в основном, вопросы обучения математическому моделированию студентов математических и физических специальностей и не затрагиваются другие естественнонаучные направления подготовки и специальности. Практически нет исследований, посвященных обучению студентов методу моделирования в различных разделах химии. В существующих работах не отражены проблемы обучения методу математического моделирования студентов в условиях уровневой системы высшего образования. Также автор считает, что существующие в настоящее время методики обучения

методу моделирования студентов естественнонаучных и математических направлений подготовки не являются достаточными для того, чтобы обеспечить необходимый уровень образования и профессиональной компетентности выпускников педагогических вузов.

Н. А. Бурмистровой [41] разработана методика обучения моделированию экономических процессов, которая обеспечивает реализацию интегративной функции математики, что, в свою очередь, проявляется в развитии познавательного интереса, творческого мышления студентов, способствует формированию умений и навыков, которые необходимы студентам в их будущей профессиональной деятельности.

В своей работе [41] Н. А. Бурмистрова выделяет следующие интеллектуальные умения студентов и их компоненты:

- умение решать задачи (постановка вопроса, нахождение необходимой информации для решения задачи, анализ, выдвижение гипотезы);
- способность к математическому моделированию (определение данных, условий и границ поиска решений, перевод задачи на язык математики, применение соответствующего математического аппарата, интерпретация полученного решения в терминах исходной задачи);
- умение логически мыслить (дедуктивные, индуктивные умозаключения, логика, интуиция, аргументация выводов и заключений);
- коммуникативные умения (чтение, письмо, речь на языке математики, использование математической символики, формул, построение графиков функций, схем, диаграмм);
- способность применять современные информационные технологии [41].

Исследование П. В. Кийко [98] посвящено решению актуальной проблемы теории и методики обучения математике – обучению студентов математическому моделированию, обеспечивающему реализацию межпредметных связей математики и специальных дисциплин финансово-экономического профиля. В работе обоснована целесообразность использования прикладных задач в учебном процессе, которые решаются средствами математического моделирования, как по

традиционной методике, так и с использованием современных информационных технологий, что, в свою очередь, способствует повышению качества экономического мышления студентов.

Важную часть содержания математических дисциплин составляют **учебные действия в предметной области математики**, которые Е. Г. Евсеевой [76] понимаются как действия, с помощью которых выполняются нахождение, идентификация и преобразования математических объектов, установление отношений между ними, выполнение математических операций, формирование математических понятий, доказательство математических утверждений. Эти действия должны быть освоены студентом в процессе обучения математике.

Математические учебные действия могут быть разделены на теоретические, которые подготавливают преобразования математических объектов в учебной деятельности, и практические, выполнение которых направлено на непосредственное преобразование этих объектов и получения результата. Особенностью практических математических учебных действий является наличие трех их видов в зависимости от того, в каком виде представлены объекты действия (числовом, символьном или в графическом виде).

Особым видом математических учебных действий, среди которых есть как практические, так и теоретические действия, являются **действия по математическому моделированию в профессиональной области**, которые целесообразно понимать как учебные действия, с помощью которых выполняется построение и исследование математических моделей объектов и процессов в профессиональной деятельности по специальности [76].

*Под способами действий по математическому моделированию в обучении математике будущих учителей химии будем понимать приёмы и способы, направленные на решение задач профессиональной деятельности специалистов в области химии, которая реализуется с помощью математических действий и действий по математическому моделированию.*

Повышение эффективности обучения математике на основе деятельностного подхода происходит благодаря поэтапному механизму освоения учебных действий в предметной области математики. Прохождение студента через этапы освоения каждого действия дает возможность освоения действия на одном из уровней: выполнение действия, опираясь на материальные носители информации относительно него; выполнения действия с опорой на постоянный умственный контроль без помощи материальных носителей информации; выполнение студентом действия автоматически, на уровне навыка [73].

Действия по математическому моделированию в обучении математике студентов инженерных специальностей были выделены Е. Г. Евсеевой [76], а Н. А. Галибина в работе [50] описала действия по математическому моделированию, необходимые для решения задач профессиональной деятельности инженера-строителя.

Рассмотрим на примере задачи 1.7 о нахождение оптимального промежуточного давления при двухступенчатом сжатии газа, какие действия по математическому моделированию должны выполняться при решении профессионально ориентированной задачи.

**Задача 1.7** [35]. Рассмотрим двухступенчатое обратимое адиабатное сжатие газа компрессором от давления  $p_1$  до давления  $p_3$ . Если принять, что производительность компрессоров, в основном, не зависит от промежуточного давления, нахождение оптимальных условий работы будет заключаться в определении промежуточного давления  $p_2$ , для которого общий расход энергии является минимальным.

Математическая модель расхода энергии при сжатии газа выражается уравнением для нахождения работы, которая при этом совершается [35]:

$$W = NRT_1 \frac{k}{k-1} \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 2 + \left( \frac{p_3}{p_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right], \quad (1.1)$$

где  $W$  – работа;  $N$  – количество сжимаемого газа;  $R$  – газовая постоянная;  $k$  – отношение теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме ( $k \geq 1$ );  $T_1$  – температура поступающего в компрессор газа;  $p_1$  – начальное давление;  $p_2$  – промежуточное давление;  $p_3$  – конечное давление.

Действия по математическому моделированию, которые надо выполнить для решения этой задачи, и результат их выполнения описаны в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Действия по математическому моделированию, необходимые для решения задачи 1.7.

| Номер<br>п/п | Действия по математическому<br>моделированию, которые<br>необходимо выполнить | Результат выполнения действий по<br>математическому моделированию                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.           | Определить постоянные величины                                                | Считаем заданными $N, R, k, T_1, p_1, p_3$ .                                                            |
| 2.           | Выбрать переменные величины                                                   | Переменными будем считать $W, p_2$                                                                      |
| 3.           | Выбрать зависимые и независимые<br>переменные                                 | Работу $W$ будем считать функцией<br>промежуточного давления $p_2$                                      |
| 4.           | Записать функциональную<br>зависимость в символическом виде                   | $W = f(p_2)$                                                                                            |
| 5.           | Определить, каким условиям<br>должны удовлетворять введенные<br>переменные    | Так как $p_2$ – это давление, то оно не может<br>принимать отрицательных значений, т.е.<br>$p_2 \geq 0$ |
| 6.           | Сформулировать требование<br>профессионально ориентированной<br>задачи        | Найти значение давления $p_2$ , при котором<br>работа $W$ будет минимальной                             |
| 7.           | Сформулировать математическую<br>задачу                                       | Найти минимум функции $W = f(p_2)$ ,<br>заданной формулой (1.1) при условии $p_2 \geq 0$ .              |

Для решения полученной задачи применим аппарат дифференциального исчисления для исследования функции одной переменной на экстремум [29]. В таблице 1.2 представлены те математические действия, которые необходимо выполнить для решения полученной задачи.

Способ действий по нахождению оптимального промежуточного давления при двухступенчатом сжатии газа, реализован нами в задаче 1.7 посредством действий по математическому моделированию, описанных в таблице 1.1 и математических действий, приведенных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Математические действия, необходимые для решения задачи 1.7

| Номер<br>п/п | Математические<br>действия, которые<br>необходимо выполнить                                            | Результат выполнения математических действий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.           | Найти область<br>определения функции                                                                   | $D(W): \begin{cases} p_2 \geq 0; \\ p_2 \neq 0; \end{cases} \Leftrightarrow p_2 > 0$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2.           | Найти производную<br>функции                                                                           | $\frac{dW}{dp_2} = NRT_1 \frac{k}{k-1} \left[ \left( \frac{k-1}{k} \right) p_2^{-\frac{1}{k}} p_1^{\frac{1-k}{k}} - \left( \frac{k-1}{k} \right) p_3^{\frac{k-1}{k}} p_2^{\frac{1-2k}{k}} \right]$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.           | Записать необходимое<br>условие экстремума                                                             | $\frac{dW}{dp_2} = 0 \Leftrightarrow p_2^{-\frac{1}{k}} p_1^{\frac{1-k}{k}} - p_3^{\frac{k-1}{k}} p_2^{\frac{1-2k}{k}} = 0$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4.           | Найти критические точки<br>функции                                                                     | $p_2^{-\frac{1}{k}} p_1^{\frac{1-k}{k}} = p_3^{\frac{k-1}{k}} p_2^{\frac{1-2k}{k}} \Leftrightarrow p_2^{\frac{2(k-1)}{k}} = p_3^{\frac{k-1}{k}} p_1^{\frac{k-1}{k}} \Leftrightarrow$<br>$p_2 = \sqrt[p_3 p_1]{}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5.           | Определить выполнение<br>второго достаточного<br>условия экстремума в<br>критических точках<br>функции | $\frac{d^2W}{(dp_2)^2} = NRT_1 \frac{1}{k} \left[ -p_2^{-\frac{1-k}{k}} p_1^{\frac{1-k}{k}} - (1-2k) p_3^{\frac{k-1}{k}} p_2^{\frac{1-3k}{k}} \right];$<br>$\frac{d^2W}{(dp_2)^2} \Big _{p_2=\sqrt[p_3 p_1]{}} = NRT_1 \frac{1}{k} \left[ -\left( \sqrt[p_3 p_1]{} \right)^{-\frac{1-k}{k}} p_1^{\frac{1-k}{k}} - \right.$<br>$\left. - (1-2k) p_3^{\frac{k-1}{k}} \left( \sqrt[p_3 p_1]{} \right)^{\frac{1-3k}{k}} \right] = NRT_1 \frac{1}{k} p_1^{\frac{1-3k}{2k}} p_3^{\frac{-k-1}{2k}} (2k-2).$<br>$k \geq 1 \Rightarrow \frac{d^2W}{(dp_2)^2} \Big _{p_2=\sqrt[p_3 p_1]{}} > 0.$ |
| 6.           | Сделать вывод о наличии<br>экстремума                                                                  | $\frac{d^2W}{(dp_2)^2} \Big _{p_2=\sqrt[p_3 p_1]{}} > 0 \Rightarrow W(\sqrt[p_3 p_1]{}) = \min W(p_2).$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. | Вычислить значение функции в точке экстремума | $W(\sqrt{p_3 p_1}) = NRT_1 \frac{k}{k-1} \left[ \left( \sqrt{\frac{p_3}{p_1}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 2 + \left( \sqrt{\frac{p_3}{p_1}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] =$ $= NRT_1 \frac{2k}{k-1} \left[ \left( \sqrt{\frac{p_3}{p_1}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right].$ |
|----|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Таким образом, в обучении математике студентов-химиков может быть использовано понятие математических моделей химических процессов и явлений с целью освоения студентами способов действий по математическому моделированию.

### Выводы к разделу 1

В первом разделе диссертации на основе анализа состояния подготовки студентов химических специальностей по математике, изучения нормативных документов, психолого-педагогической и научно-методической литературы, изучения и обобщения опыта работы преподавателей и личного опыта выявлено, что методическая система обучения математике студентов химических специальностей требует усовершенствования с целью формирования у будущих учителей химии приёмов и способов действий их профессиональной деятельности.

Показано, что основными предпосылками организации профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей являются: реализация деятельностного и компетентностного подходов к обучению; обеспечение лично ориентированного подхода, который предоставляет условия для формирования индивидуального стиля профессиональной деятельности будущих учителей химии, соблюдение принципов индивидуализации и дифференциации; формирование положительных мотивов к будущей профессиональной деятельности.

Установлено, что мотивация является важным компонентом профессионально ориентированной учебной деятельности, через реализацию и с помощью которого осуществляется активизация профессионально ориентированной учебной деятельности и развитие творческого потенциала будущего учителя химии в решении профессионально ориентированных задач.

Обозначенная методическая система профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии направлена на формирование у него приёмов и способов будущей профессиональной деятельности, на побуждение его к самореализации и самовоспитанию, на реализацию возможностей профессионального роста.

Реализация прикладной направленности, межпредметных связей математики и профессиональных дисциплин посредством решения профессионально ориентированных задач методом математического моделирования, позволяет осуществить органичную взаимосвязь учебных дисциплин и обеспечить мотивацию к будущей профессиональной деятельности.

Основные результаты первого раздела опубликованы в работах [1, 2, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 55, 182].

## РАЗДЕЛ 2

### МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ

#### 2.1. Технология обучения способам действий по математическому моделированию химических процессов и явлений

*2.1.1. Метод математического моделирования как способ реализации профессиональной направленности обучения математике.* С точки зрения деятельностного подхода к обучению, учебная деятельность при изучении математики должна моделировать профессиональную деятельность будущих учителей химии с помощью математического моделирования: обучение, как правило, должно начинаться с рассмотрения реальных ситуаций и задач, возникающих в них, поиска средств для их математического описания и построения соответствующих математических моделей. Затем объектом изучения становятся уже сами эти модели. После того, как соответствующая теория построена, ее аппарат применяется для решения исходной задачи и других задач, из предметных областей, приводящие к моделям этого же класса.

Л. И. Ничуговская [149], анализируя различные подходы процесса математического моделирования в научных исследованиях, рассматривает его в виде шести последовательных этапов: 1) постановка проблемы; 2) анализ проблемы; 3) адаптация сформированных гипотез в метрическом пространстве; 4) математический анализ модели; 5) реализация модели; 6) анализ решения и его применения.

Примером использования в обучении математике студентов химических специальностей является метод *математического моделирования*. Е. Г. Евсеева [76] выделяет следующие четыре этапа для реализации данного метода: 1) рассмотрение реальной ситуации или постановка задачи; 2) построение математической модели; 3) исследование модели; 4) применение модели.

Считаем целесообразным метод математического моделирования при обучении математике студентов-химиков на основе деятельностного подхода реализовывать в четыре указанные выше этапа.

Приведём пример использования этого метода в обучении математике студентов химического специальностей.

**Этап I. Рассмотрение реальной ситуации.** В общем случае скорость химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ. Уравнение, выражающее зависимость скорости реакции от концентрации каждого вещества, влияющего на скорость, называется кинетическим дифференциальным уравнением химического процесса. Рассмотрим химические процессы первого порядка.

**Этап II. Построение модели.**

Введем переменные:  $v$  – скорость реакции;  $c$  – концентрация реагирующего вещества;  $t$  – время;  $k$  – постоянная скорости реакции.

Скорость реакции первого порядка выражается уравнением:

$$v = \frac{dc}{dt} = -kc; \quad (2.1)$$

Минус в уравнении (2.1) означает, что концентрация реагирующего вещества с течением времени убывает. Производная убывающей функции отрицательна, скорость же положительна.

**Этап III. Исследование модели.** Воспользуемся хорошо известным математическим аппаратом решения дифференциальных уравнений. В дифференциальном уравнении (2.1) разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\begin{aligned} \frac{dc}{c} &= -kdt; \\ \int \frac{dc}{c} &= -\int kdt; \\ \ln|c| &= -kt + \ln|C_1|; \\ \ln|c| &= \ln e^{-kt} + \ln|C_1|; c = C_1 e^{-kt}. \end{aligned}$$

Полагая при  $t = 0$ ,  $c = c_0$ , получаем  $C_1 = c_0$ , следовательно,

$$c = c_0 e^{-kt}. \quad (2.2)$$

Формула (2.2) выражает закон реакции первого порядка в интегральной форме.

Пользуясь уравнением (2.2), можно определить время, за которое концентрация исходного вещества уменьшается наполовину. Это время называют *периодом полупревращения* или *полупериодом протекания реакции* и обозначают  $\tau$  или  $\tau_{1/2}$ .

**Этап IV. Применение модели.** Найдем период полупревращения, подставив значения  $t = \tau$ ,  $c = \frac{c_0}{2}$  в уравнение (2.2), получим

$$\frac{c_0}{2} = c_0 e^{-k\tau}, \text{ откуда } \frac{1}{2} = e^{-k\tau}, \ln \frac{1}{2} = -k\tau, \tau = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k}.$$

Период полупревращения для реакции первого порядка не зависит от исходной концентрации вещества, и за равные промежутки времени расходуется одна и та же доля вещества.

Следует отметить, что математическая модель является основой математически оформленной теории того или иного явления, а аппарат дифференциальных уравнений нашел большое применение в математическом моделировании. Результативность математического моделирования подтверждена всей человеческой практикой, это сильное средство научного исследования, которое используют в каждой конкретной области науки.

В обучении математике студентов химических специальностей метод математического моделирования может применяться как при решении задач на лекциях и практических занятиях, так и в самостоятельной работе студентов. Особую важность этот метод приобретает в обучении будущих учителей химии, так как они должны свободно ориентироваться в типах моделей, которыми описываются химические процессы и явления, более того, они должны в дальнейшем сами применять метод математического моделирования, но уже в обучении химии.

Благодаря использованию метода математического моделирования при обучении студентов химических специальностей, будущие учителя химии осваивают не только математические действия, но и действия по математическому моделированию, необходимые студентам для будущей профессиональной деятельности, а также такие элементы творческой деятельности, как: самостоятельный перенос знаний и умений в новую ситуацию, выявление новой функции и структуры изучаемого объекта, самостоятельное комбинирование из известных способов деятельности новый способ и т.п.

**2.1.2. Действия по математическому моделированию и методика их формирования у студентов-химиков.** Важным компонентом методического обеспечения курса математики для будущего учителя химии является работа с математической задачей. С точки зрения исследуемой проблематики математические задачи рассматриваются, во-первых, как средство развития профессионально-важных интеллектуальных качеств, необходимых будущему химику, во-вторых, как носитель профессионально-значимого математического содержания.

Решение профессионально ориентированных задач при обучении математике не только повышает мотивацию студентов к изучению данной дисциплины, но и является эффективным средством реализации межпредметных связей в процессе подготовки будущих учителей химии.

К подобным задачам следует предъявлять следующие методические требования:

- используемые в решении задач понятия, термины, содержание задач должно соответствовать профессиональной деятельности химика;
- они должны соответствовать программе курса, служить достижению цели обучения;
- задачи должны быть доступными для студентов;

– прикладная часть задач не должна преобладать над ее математической составляющей [43, 188].

Профессионально ориентированные задачи должны быть составлены на основе анализа задач, возникающих в профессиональной деятельности специалистов в области химии, а также задач из фундаментальных дисциплин, связанных с химией. При этом сложные задачи прикладной направленности должны быть разбиты на более простые и адаптированы к тому, чтобы студенты первых курсов могли их решить.

В зависимости от сложности решения и количества необходимых знаний по химии, разные задачи могут быть использованы в различных видах учебной деятельности. Задачи, операционный состав которых не превышает нескольких действий, не требующие большого количества химических знаний, могут быть использованы на практических занятиях. Подобные задачи могут использоваться для репродуктивных видов самостоятельной работы, таких, как выполнение индивидуального задания. Более сложные задачи, которые требуют значительных специальных знаний, можно решать на лекциях. Для решения таких задач преподаватель создает локальное предметное поле химии, актуализируя знания, необходимые для решения задачи. Задачи творческого уровня, требующие поиска способа или алгоритма решения, могут быть рекомендованы для творческих видов самостоятельной работы, таких, как доклад на конференции, статья в научном журнале, работа на конкурс.

Нами разработана методика формирования у студентов способов действий математического моделирования в химии, которая реализована в учебно-методическом пособии «Математическое моделирование в химии» [74]. Фрагмент этого пособия приведен в приложении В.

Задачи, которые решают специалисты химической отрасли в своей профессиональной деятельности, так или иначе связаны с использованием математического аппарата. Чтобы решить профессионально ориентированную задачу, необходимо составить математическую модель процесса или явления, о которых идет речь в условии задачи. Примерами математических моделей,

которые используются для решения задач химического содержания, могут быть алгебраические или дифференциальные уравнения, системы алгебраических или дифференциальных уравнений, функции одной или нескольких переменных и тому подобное. При этом для решения одной и той же задачи могут быть применены разные математические модели.

Для того, чтобы привести задачу прикладного характера к математической задаче, студенты должны произвести определенные действия по математическому моделированию [27], как уже указывалось в п. 1.3.2.

Процесс математического моделирования предполагает выполнение следующих *основных действий*:

1. Определить и обозначить математические объекты.
2. Выбрать независимые переменные и функций от этих переменных.
3. Определить соотношения, связывающие введенные математические объекты.
4. Выбрать систему координат и построить чертёж.
6. Определить условия, которым должны удовлетворять введенные переменные.
7. Составить математические соотношения, связывающие переменные величины.
8. Определить в терминах введенных переменных, что нужно сделать в задаче.
9. Сформулировать математическую задачу, к которой сводится исходная задача.

Следует отметить, что не всегда для решения профессионально ориентированной задачи требуется выполнять все перечисленные выше действия по математическому моделированию. Также не обязательно производить действия по математическому моделированию в установленном выше порядке. Например, в некоторых задачах сначала целесообразно построить рисунок, а уже потом вводить и обозначать величины.

Одним из примеров математического моделирования в химии является составление баланса химических реакций. В качестве примера рассмотрим следующую задачу [75].

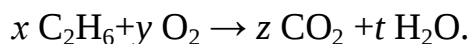
**Задача 2.1.** Сбалансировать уравнение химической реакции  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

Для того, чтобы составить математическую модель данной химической задачи, студенты должны выполнить определенные действия по математическому моделированию. Опишем их.

1. *Ввести переменные.* Обозначим через  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$  количество молекул каждого вещества, участвующего в реакции:  $x - \text{C}_2\text{H}_6$ ,  $y - \text{O}_2$ ,  $z - \text{CO}_2$ ,  $t - \text{H}_2\text{O}$ .

2. *Определить условия, которым должны удовлетворять введенные переменные.* Поскольку  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$  это количество молекул, то они должны принимать значения из множества натуральных чисел:  $\{x, y, z, t\} \subset N$ .

3. *Определить в терминах введенных переменных, что нужно сделать в задаче.* Сбалансировать данную химическую реакцию – значит найти  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$  так, чтобы число атомов каждого элемента было одинаково по обе стороны уравнения:



4. *Составить соотношения, связывающие введенные переменные.* Уравниваем количество атомов каждого элемента по обе стороны уравнения реакции. Для углерода (C) получаем:  $2x = z$ ; для водорода (H):  $6x = 2t$ ; для кислорода (O):  $2y = 2z + t$ .

5. *Сформулировать математическую задачу, к которой сводится исходная задача.* Эта задача заключается в решении на множестве натуральных чисел системы линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 2x = z; \\ 6x = 2t; \\ 2y = 2z + t. \end{cases} \quad (2.3)$$

Полученная система уравнений содержит 3 уравнения и 4 переменные, значит её размер  $3 \times 4$ . Количество уравнений не равно количеству неизвестных, поэтому решать систему будем методом Гаусса.

Студентам может быть предложено на практическом занятии решить систему (2.3) аналитически. Для этого необходимо перенести все переменные в левые части уравнений

$$\begin{cases} 2x - z = 0; \\ 6x - 2t = 0; \\ 2y - 2z - t = 0. \end{cases}$$

Далее необходимо записать расширенную матрицу полученной системы:

$$A_p = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 2 & -2 & -1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (2.4)$$

Затем преобразовать расширенную матрицу (2.4) к ступенчатому виду:

$$\begin{aligned} A_p = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 2 & -2 & -1 & 0 \end{pmatrix} &\Leftrightarrow \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -2 & 0 \\ 0 & 2 & -2 & -1 & 0 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -2 & 0 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2/3 & 0 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -1/3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -7/6 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2/3 & 0 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Следующий шаг заключается в записи системы уравнений, которая соответствует преобразованной расширенной матрице.

$$\begin{cases} x - t/3 = 0; \\ y - 7t/6 = 0; \\ z - 2t/3 = 0. \end{cases} \quad (2.5)$$

Анализ разрешимости системы уравнений (2.5) может быть произведен по теореме Кронекера-Капелли. Для этого необходимо определить ранги главной и расширенной матрицы системы.

В преобразованной расширенной матрице, которая соответствует системе (2.5), есть ненулевой минор третьего порядка, равный определителю единичной матрицы:

$$|E| = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 1.$$

Поскольку порядок минора является наибольшим и для главной и для расширенной матрицы системы, то можно сделать вывод, что ранги обеих матриц равны трём:  $\text{rang}A = \text{rang}A_p = 3$ . Это значит, что система совместна и имеет решения. При этом количество неизвестных  $n=4$ . Поскольку ранги главной и расширенной матрицы равны между собой, но не равны количеству неизвестных:

$$\text{rang}A = \text{rang}A_p = 3 \neq n = 4,$$

то по теореме Кронеккера-Капелли система не определена и имеет бесконечно много решений.

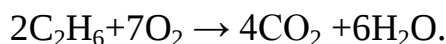
Таким образом, общее решение системы уравнений (2.5), как и исходной системы (2.1) имеет вид:

$$\begin{cases} x = t/3; \\ y = 7t/6; \\ z = 2t/3; \\ t \in R. \end{cases}$$

Выбирая положительные значения  $t$  кратные 6, будем получать натуральные значения переменных  $x, y, z$ . Например, если выбрать  $t=6$ , то получим:

$$\begin{cases} x = 6/3; \\ y = 42/6; \\ z = 12/3; \\ t = 6, \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} x = 2; \\ y = 7; \\ z = 4; \\ t = 6. \end{cases}$$

Ответ: сбалансированное уравнение:



Решение системы линейных уравнений в задаче 2.1. также может быть найдено с помощью пакетов компьютерной математики, например, с помощью программы *Wolfram|Alpha* (рис. 2.1)

Для освоения студентами действий по математическому моделированию при балансировании химических реакций, разработаны тестовые задания

различных типов [8]. Во-первых, это тестовые задания закрытого типа, в которых студенту предлагается определить количество переменных либо количество уравнений, необходимых для балансирования уравнения заданной химической реакции. Также это задания, в которых необходимо указать уравнение, полученное при уравнивании количества атомов одного из элементов в заданной реакции, либо систему уравнений, являющуюся математической моделью заданной реакции. Во-вторых, это задания на соответствие, в которых для предложенных реакций с одинаковым количеством реагентов и продуктов, необходимо указать математические модели. В-третьих, задания на установление правильной последовательности действий по математическому моделированию, необходимых для балансирования уравнения реакции.

The screenshot shows the WolframAlpha interface. At the top is the logo and the text "WolframAlpha computational knowledge engine." Below this is a search bar containing the text "solve 2x-z=0, 6x-2t=0, 2y-2z-t=0". To the right of the search bar are icons for saving and sharing. Below the search bar are several icons for different input methods (text, image, etc.) and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main content area is divided into two sections: "Input interpretation:" and "Result:". The "Input interpretation:" section shows the equations being solved:  $2x - z = 0$ ,  $6x - 2t = 0$ , and  $2y - 2z - t = 0$ . The "Result:" section shows the solution:  $x = \frac{t}{3}$  and  $y = \frac{7t}{6}$  and  $z = \frac{2t}{3}$ . At the bottom right of the result section is a link "Open code" with a cloud icon. At the bottom left is a link "Download page" with a download icon. At the bottom right is the text "POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE".

Рисунок 2.1 – Решение системы линейных уравнений в задаче 2.1  
с помощью программы *Wolfram|Alpha*

Поскольку одни и те же действия по математическому моделированию необходимы для составления баланса различных химических реакций, то возможно использование в обучении тестовых заданий, не привязанных к

конкретным уравнениям, носящих общий, универсальный характер. Такими, например, являются задания, в которых необходимо указать, какие переменные необходимо ввести при составлении математической модели заданной реакции, или уравниванием каких величин получается эта математическая модель.

Рассмотрим примеры описанных тестовых заданий, а также задачи для самостоятельного решения [74].

**Задание 2.1.** При балансировании уравнений химических реакций вводятся переменные, которые равны количеству:

- А:** атомов в левой и правой части уравнения;
- Б:** молекул в левой и правой части уравнения;
- В:** атомов каждого элемента, участвующего в реакции;
- Г:** молекул каждого вещества, участвующего в реакции;
- Д:** молей каждого вещества, участвующего в реакции.

**Задание 2.2.** Какое количество уравнений необходимо ввести для балансировки уравнения химической реакции:

- А:** равное количеству атомов в левой и правой части уравнения;
- Б:** равное количеству молекул в левой и правой части уравнения;
- В:** равное количеству элементов, участвующих в реакции;
- Г:** равное количеству веществ, участвующих в реакции;
- Д:** равное количеству молей каждого вещества, участвующего в реакции.

**Задание 2.3.** Какое количество переменных необходимо ввести для балансировки уравнения химической реакции:

- А:** равное количеству атомов в левой и правой части уравнения;
- Б:** равное количеству молекул в левой и правой части уравнения;
- В:** равное количеству элементов, участвующих в реакции;
- Г:** равное количеству веществ, участвующих в реакции;
- Д:** равное количеству молей каждого вещества, участвующего в реакции.

**Задание 2.4.** При балансировании уравнений химических реакций вводятся переменные, которые принимают значения из множества:

- А:** целых чисел;

- Б:** натуральных чисел;
- В:** вещественных чисел;
- Г:** рациональных чисел;
- Д:** иррациональных чисел.

**Задание 2.5.** Математическая модель для составления баланса уравнения химических реакций представляет собой:

- А:** квадратное уравнение;
- Б:** систему линейных неравенств;
- В:** систему квадратных уравнений;
- Г:** линейное алгебраическое уравнение;
- Д:** систему линейных алгебраических уравнений.

**Задание 2.6.** Для получения баланса уравнения химических реакций приравниваются количества:

- А:** атомов каждого элемента в левой и правой части уравнения;
- Б:** молекул каждого вещества в левой и правой части уравнения;
- В:** весовых долей каждого элемента, участвующего в реакции;
- Г:** процентных долей, участвующего в реакции;
- Д:** молей каждого вещества, участвующего в реакции.

**Задание 2.7.** Определите последовательность действий по математическому моделированию, которые необходимо выполнить для получения математической модели при составлении баланса уравнения химической реакции:

- А:** составить соотношения, связывающие введенные переменные;
- Б:** определить условия, которым должны удовлетворять введенные переменные;
- В:** сформулировать математическую задачу, к которой сводится исходная химическая задача;
- Г:** определить в терминах введенных переменных, что нужно сделать в задаче;
- Д:** ввести переменные.

**Задание 2.8.** Укажите количество переменных, необходимых для балансирования уравнения химической реакции  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ :

| А    | Б   | В   | Г      | Д    |
|------|-----|-----|--------|------|
| одну | две | три | четыре | пять |

**Задание 2.9.** Укажите количество уравнений, необходимых для балансирования уравнения химической реакции  $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ , если через  $x$ ,  $y$ ,  $z$  обозначены количества молекул  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  соответственно:

| А    | Б   | В   | Г      | Д    |
|------|-----|-----|--------|------|
| одно | два | три | четыре | пять |

**Задание 2.10.** Укажите соотношение, уравнивающее количество водорода (H) в правой и левой части уравнения химической реакции  $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ , если через  $x$ ,  $y$ ,  $z$  обозначены количества молекул  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  соответственно.

| А         | Б         | В        | Г        | Д        |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| $2x = 2z$ | $2y = 2z$ | $2y = z$ | $2x = z$ | $x = 2z$ |

**Задание 2.11.** Укажите систему уравнений, являющуюся математической моделью при балансировании уравнения химической реакции  $\text{Na}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$ , если через  $x$ ,  $y$ ,  $z$  обозначены количества молекул  $\text{Na}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  и  $\text{NaCl}$  соответственно:

| А                                              | Б                                               | В                                                | Г                                               | Д                                              |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $\begin{cases} x = 2z; \\ y = 2z. \end{cases}$ | $\begin{cases} x = 2z; \\ 2y = 2z. \end{cases}$ | $\begin{cases} 2x = 2z; \\ 2y = 2z. \end{cases}$ | $\begin{cases} 2x = 2z; \\ 2y = z. \end{cases}$ | $\begin{cases} 2x = z; \\ 2y = z. \end{cases}$ |

**Задание 2.12.** Установите соответствие между уравнениями химических реакций и математическими моделями для балансирования уравнений этих реакций, если через  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$  обозначено количество молекул веществ, принимающих участие в реакции:

|   |                                                                                  |   |                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------|
| 1 | $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ | А | $\begin{cases} 4x = 2t; \\ x = z; \\ 2y = 2z + t. \end{cases}$ |
|---|----------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                   |   |                                                                          |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------|
| 2 | $\text{AgCl} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{NaCl}$ | Б | $\begin{cases} 5x = t; \\ x = z; \\ 2y = 3z + t; \\ y = 4z. \end{cases}$ |
| 3 | $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$           | В | $\begin{cases} 3x = t; \\ 8x = 2z; \\ 2y = z + 2t. \end{cases}$          |
| 4 | $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$          | Г | $\begin{cases} 4x = t; \\ 2x = z; \\ y = 2z + t. \end{cases}$            |
|   |                                                                                   | Д | $\begin{cases} x = t; \\ x = 2z; \\ 2y = t; \\ y = z. \end{cases}$       |

Кроме того, студентам могут быть предложены задачи для самостоятельного решения:

**Задача 2.2.** Сбалансируйте уравнения химических реакций:

1.  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ ;
2.  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
3.  $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ;
4.  $\text{Na}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$ ;
5.  $\text{Al} + \text{S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$ ;
6.  $\text{AgCl} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{NaCl}$ ;
7.  $\text{ZrCl}_4 \rightarrow \text{ZrCl}_3 + \text{ZrCl}_2 + \text{ZrCl} + \text{Cl}_2$ ;
8.  $\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{NaBrO}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;
9.  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ;
10.  $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$ .

Таким образом, при решении профессионально ориентированных задач от студентов требуются умения не только выполнять математические действия, но также и действия по математическому моделированию. Поскольку эти действия

являются универсальными при составлении различных математических моделей, то целесообразно специально обучать студентов выполнять эти действия.

## **2.2. Методические приёмы организации учебного процесса по математике**

**2.2.1. Система профессионально ориентированных задач как средство формирования профессиональной мотивации студентов-химиков.** Одной из важных проблем в методике обучения математике в высшей профессиональной школе, как было сказано в п. 1.2, является проблема мотивации студентов. В формировании студентов как профессионально компетентных специалистов большую роль играют как учебно-познавательные мотивы, побуждающие их к учебной деятельности, так и профессиональные мотивы, отображающие их стремление к получению качественных, основательных и фундаментальных профессиональных знаний.

Не являются исключением и студенты химических специальностей, у которых очень важно при обучении математике сформировать профессиональные мотивы. Преподаватель должен не просто дать студентам основные математические формулы, теоремы, методы и приёмы, а убедить студентов в необходимости изучения и получения глубоких знаний по математике для дальнейшего изучения профессиональных дисциплин, для решения, моделирования и исследования различных задач и процессов, с которыми они будут сталкиваться в своей будущей профессиональной деятельности. И. М. Горда [54] отмечает, что отношение студентов к изучению математики в значительной степени зависит от их заинтересованности в получении выбранной профессии, осознании важности предмета для будущей профессиональной деятельности, мотивации к обучению и т.п.

Сегодня одним из важных условий повышения качества математической подготовки студентов является формирование их профессиональной мотивации. По мнению Т. В. Непомнящей [148], мотивация обучения математике может быть

сформирована только при условии осознания студентами значения математических знаний для их будущей профессиональной деятельности.

Как уже было сказано ранее, при изучении математики у студентов наибольшие трудности вызывает использование математического аппарата для исследования и решения прикладных, профессионально ориентированных задач. В связи с этим была разработана система такого вида задач, целью которой является ознакомление студентов с элементами математического моделирования реальных химических явлений и процессов при решении задач, формирование у студентов приёмов и способов действий будущей профессиональной деятельности. Фрагмент системы профессионально ориентированных задач приведен в приложении Г.

При разработке системы профессионально ориентированных задач мы придерживались требований, выделяемых В. В. Гузеевым [62]:

- полнота (наличие задач на все изучаемые понятия, формулы, способы деятельности и т.п.);
- наличие ключевых задач (задач, в которых рассматриваются понятия или способы деятельности, используемые для решения других задач и имеющие принципиальное значение для усвоения предметного содержания);
- связность (наличие подготовительных и вспомогательных задач, которые предшествуют ключевым, а также следствия и обобщения, которые из них следуют);
- повышение трудности (система задач состоит из подсистем, в каждой из которых трудность задач непрерывно возрастает);
- целевая ориентация (у каждой задачи свое есть место и назначение в организации учебного процесса);
- целевая достаточность (наличие такого числа задач, которое бы обеспечивало аудиторную работу по определенной теме, домашнюю и самостоятельную работу студентов, в том числе исследовательскую и т.д.);
- психологическая комфортность (учет наличия у обучаемых разных видов памяти, типов мышления, темперамента и т.п.) [62].

Рассмотрение в процессе обучения математике системы профессионально ориентированных задач можно использовать в качестве средства повышения мотивации и актуализации знаний на лекционных и практических занятиях, на этапе обобщения и систематизации при организации самостоятельной работы студентов (например, в качестве творческих, научно-исследовательских проектов) [17, 182].

Примеры задач химического содержания целесообразно использовать из различных разделов химии: аналитической, органической, неорганической, физической, коллоидной и др. Рассмотрим некоторые примеры организации учебного процесса по математике для студентов химических специальностей и приёмы формирования у них профессиональной мотивации к обучению математике на примере использования на занятиях исследования формул и законов, а также решения профессионально ориентированных задач.

В связи с различной и иногда не очень высокой математической подготовкой студентов химических специальностей, рекомендуем несколько первых занятий по математике посвятить повторению основных математических формул и приёмов решения задач с обязательным приведением примеров задач с химическим содержанием.

Рассмотрим фрагменты первых занятий, посвященных повторению и применению элементарной математики при изучении физической химии [56].

Элементарная математика используется в различных разделах химии, в том числе и в физической химии. Основная часть задач требует для решения производить вычисления, содержащие десятичные числа, степенные, показательные и логарифмические выражения, представление в формулах одних переменных через другие, используя свойства пропорций, степенных и логарифмических выражений. Поэтому первые практические занятия по математике следует начать с повторения основных понятий и формул элементарной математики.

При рассмотрении данной темы целесообразно вначале привести основные математические формулы. Пусть  $a, b$  – действительные числа;  $n, m$  – натуральные числа. Имеют место следующие формулы:

$$a^n \cdot a^m = a^{n+m}, \quad a^n : a^m = a^{n-m}, \quad a^0 = 1, \quad a^{-n} = \frac{1}{a^n}, \quad \sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}} \quad (a > 0, \text{ если } n = 2k),$$

$$(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n, \quad \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}, \quad (\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[nm]{a} \quad (a > 0, \text{ если } n = 2k) \text{ и т.д.}$$

В химии часто используются десятичные дроби, поэтому целесообразно отметить следующие соотношения:

$$0,1 = 10^{-1}, \quad 0,01 = 10^{-2}, \quad \dots, \quad 0,0\underbrace{\dots}_{n}01 = 10^{-n}.$$

Далее следует привести один пример из курса физической химии, например, уравнения константы равновесия [4, 5]:

$$K_p = \prod_i (c_i RT)^{\nu_i} = \left[ (RT)^{\sum \nu_i} \right] \cdot \prod_i c_i^{\nu_i}. \quad (2.6)$$

В формуле (2.6) через  $\prod_i$  обозначено произведение, параметры показателей  $\nu_i$ , сумма которых  $\sum \nu_i$ , представляют собой стехиометрические коэффициенты газообразных участников реакции;  $R$  – постоянная величина;  $T$  – температура.

Затем следует рассмотреть задачи, в которых, в зависимости от условия, из формулы (2.6), с помощью рассмотренных выше математических формул, необходимо будет выражать ту или иную переменную.

Также, в связи с тем, что студентам нужно будет довольно часто оценивать погрешность вычислений, следует также повторить абсолютную и относительную погрешности, правила округления чисел, операции над приближенными числами.

В качестве примера профессионально ориентированной задачи можно рассмотреть следующую задачу.

**Задача 2.3** [55]. Рассчитайте энергию активации и константу скорости при 800 К, если константы скорости этой реакции при 629 и 716 К соответственно составляют  $2,5 \cdot 10^{-3}$  и 0,14 л/(моль·с).

*Решение.*

Для вычисления энергии активации реакции воспользуемся формулой:

$$E_A = \frac{\ln \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} RT_2 T_1}{T_2 - T_1}, \quad (2.7)$$

где  $K_{T_1}$  и  $K_{T_2}$  – константы скорости реакций при температурах  $T_1$  и  $T_2$ .

Имеем:

$$E_A = \frac{\ln \frac{0,14}{0,0025} \cdot 8,31 \cdot 716 \cdot 629}{716 - 629} = 173160 \text{ (Дж / моль)} = 173,16 \text{ (кДж / моль)}.$$

Из уравнения (2.7), используя пропорции и свойства логарифмических выражений, выразим  $\ln K_{T_2}$ :

$$\ln K_{T_2} = \ln K_{T_1} + \frac{E_A(T_2 - T_1)}{RT_1T_2}.$$

Принимая, что  $T_1 = 716 \text{ K}$ ,  $T_2 = 800 \text{ K}$ , вычислим  $\ln K_{T_2}$ :

$$\ln K_{800} = \ln 0,14 + \frac{173000 \cdot (800 - 716)}{8,31 \cdot 800 \cdot 716} = -1,966 + 3,053 = 1,087.$$

Откуда найдем константу скорости (по определению логарифма):

$$K_{800} = e^{1,087} = 2,97 \text{ л/(моль} \cdot \text{с)}.$$

При повторении свойств пропорций вначале следует рассмотреть понятие пропорции как равенства двух отношений:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}. \quad (2.8)$$

Особое внимание следует уделить свойству пропорции (2.8):  $ad = bc$ , которое позволяет при известных трех параметрах находить четвертый. Применение формулы (2.8) можно продемонстрировать, например, с помощью уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$p \cdot V = R \cdot T, \quad (2.9)$$

которое получено для идеального газа. В (2.9)  $p$  – давление,  $V$  – объем,  $T$  – температура,  $R$  – постоянный параметр. Если в (2.9) положить  $T = \text{const}$ , то получим формулу Бойля–Мариотта. В этом случае выполняется пропорция

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2, \text{ (т.к. } pV = \text{const)}, \quad (2.10)$$

где  $p_1$ ,  $V_1$  – значения в момент времени  $t_1$ ;  $p_2$ ,  $V_2$  – значения в момент времени  $t_2$ .

На основании (2.10) при заданных трех величинах можно найти четвертую.

Например, при известных  $\rho_1, V_1, V_2$  с помощью пропорции можно выразить  $\rho_2 = \frac{\rho_1 \cdot V_1}{V_2}$ . Обобщением формулы (2.10) для уравнения (2.9) является соотношение

$$\frac{\rho_1 V_1}{T_1} = \frac{\rho_2 V_2}{T_2}, \quad (2.11)$$

которое справедливо для переменной температуры. Использование этой формулы очевидно: для ее применения необходимо знать 5 величин из шести  $(\rho_i, V_i, T_i, i = \overline{1,2})$ .

В качестве примеров на отработку навыков работы с пропорциями можно на занятии рассмотреть несколько задач химического содержания на использование формул (2.9)-(2.11), в которых бы были неизвестны различные величины [55].

При изучении темы «Графики элементарных функций» больше внимания следует уделить свойствам степенной, показательной и логарифмической функций. Рассмотрим некоторые элементарные функции.

1. *Линейная функция.* Обозначим через  $x, y$  – координаты точек плоскости  $Oxy$ . Линейная функция имеет вид  $y = kx + b$  ( $k, b$  – действительные числа), где  $k = \operatorname{tg} \alpha$  ( $\alpha$  – угол наклона прямой к оси  $Ox$ ),  $b$  – значение  $y$  при  $x = 0$  (рис. 2.2 а). Положение графиков функции  $y = x$  при положительном и отрицательном коэффициенте перед переменной  $x$  изображено на рисунках 2.2 б, в.

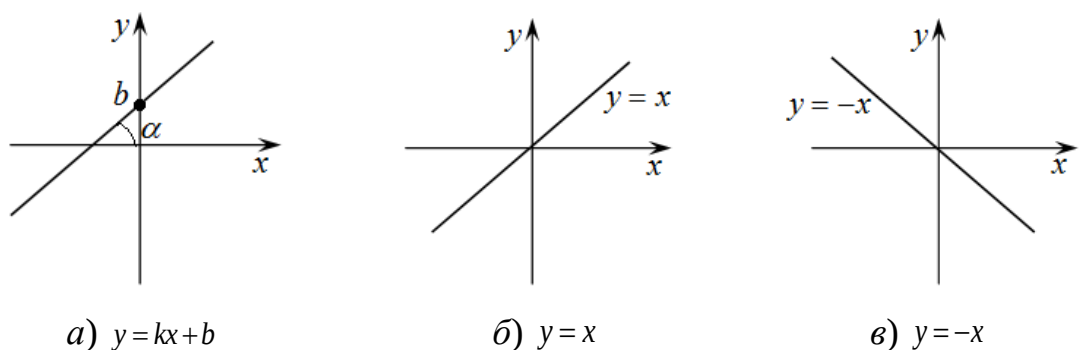


Рисунок 2.2 – Графики линейных функций

2. *Степенная функция.* Степенная функция имеет вид  $y = ax^\alpha$ , где  $a$  и  $\alpha$  – действительные числа. Для исследования и анализа протекания физических и химических процессов рекомендуется изучить виды и свойства степенных функций как для положительных значений  $\alpha$  (рис. 2.3), так и для отрицательных значений  $\alpha$  (рис. 2.4).

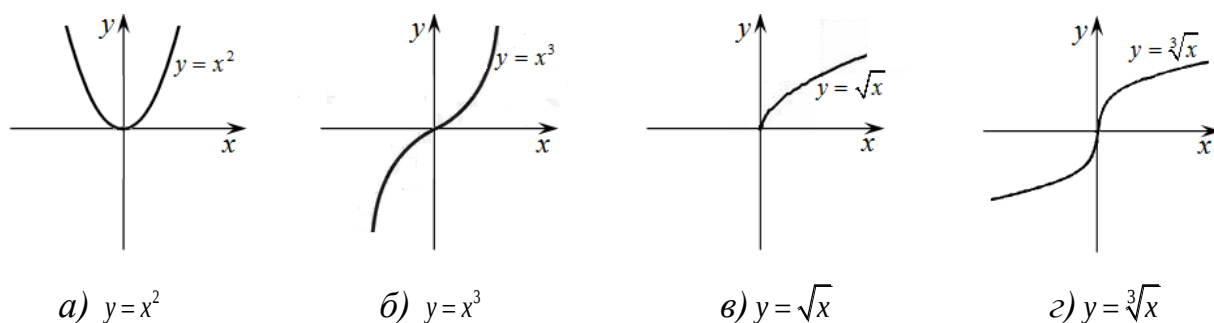


Рисунок 2.3 – Графики некоторых степенных функций  $y = a^\alpha$  при  $\alpha > 0$

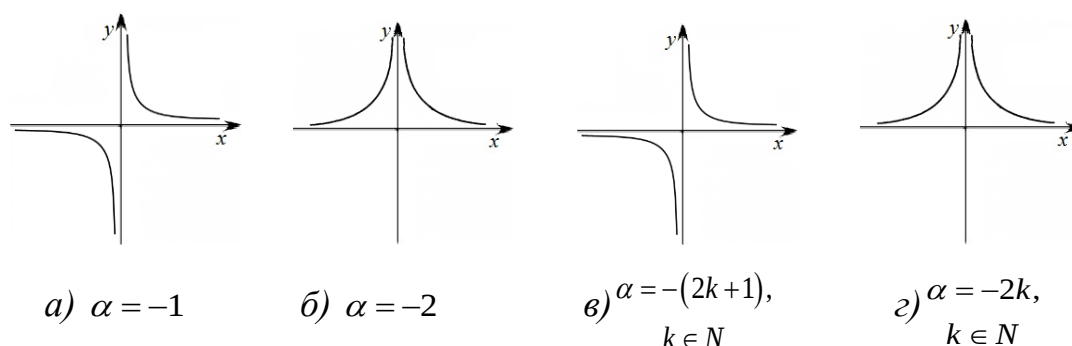


Рисунок 2.4 – Графики функций  $y = x^\alpha$  при  $\alpha < 0$

В качестве примера применения графиков функций в химии можно рассмотреть уравнение политропы:

$$\rho v^n = \text{const} = \beta_0, \quad (2.12)$$

которое описывает политропный процесс идеального газа (при  $n = 0$  – изобарный процесс,  $n = 1$  – изотермический процесс,  $n = \gamma$  – адиабатный процесс,  $n = \infty$  – изохорный процесс) [114].

На основании указанных выше графиков функций легко получить общее свойство соотношения (2.12), так как из него следует  $\rho = \frac{\beta_0}{v^n} = \beta_0 v^{-n}$  ( $\beta_0 = \text{const}$ ).

Схематически частные случаи политропного процесса идеального газа можно представить следующим образом (рис. 2.5).

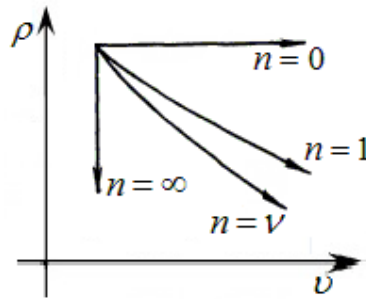


Рисунок 2.5 – Политропные процессы идеального газа

Для отработки навыков практического применения рассмотренных ранее графиков функций и их свойств, можно предложить на занятии комплексное изучение уравнения (2.12) для любых  $n$  и рисунка 2.5.

3. *Показательная и логарифмическая функции.* Показательная функция описывается уравнением:

$$y = a^x, \quad (a > 0, a \neq 1, x \in \mathbb{R}, y \in (0; +\infty)). \quad (2.13)$$

Свойства этой функции хорошо изучены, и поэтому студенту достаточно напомнить график данной функции (рис. 2.6).

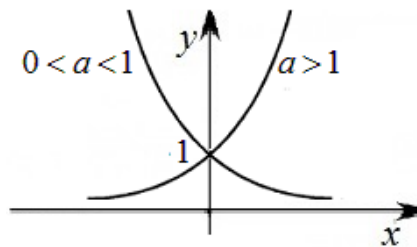


Рисунок 2.6 – График показательной функции  $y = a^x$

Логарифмическая функция является обратной к показательной (2.13) и записывается в виде:

$$y = \log_a x \quad (x \in (0; +\infty), y \in \mathbb{R}, a > 0, a \neq 1). \quad (2.14)$$

Если  $a = 10$ , то основание называется десятичным и функция (2.14) представляется в виде  $y = \lg x$ ; если  $a = e$ , то из (2.14) получаем запись  $y = \ln x$

(логарифмическая функция по натуральному основанию). Графики функций (2.14) изображены на рисунке 2.7.

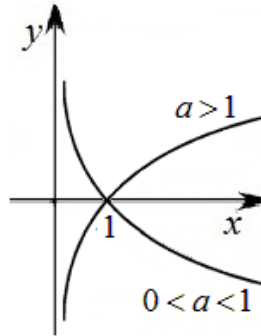


Рисунок 2.7 – График логарифмической функции  $y = \log_a x$

Примеры законов физической химии, в которых используются свойства показательной и логарифмической функций весьма значительны. Рассмотрим некоторые из них. Так, зависимость растворимости газа в водном растворе соли от концентрации соли  $c$  выражается формулой И.М. Сеченова [114, 211]:

$$\lg \frac{x}{x_0} = -kc, \quad (2.15)$$

где  $x$  и  $x_0$  – соответственно мольная доля газа в солевом растворе, имеющем концентрацию  $c$ , и мольная доля в растворе в чистой воде (при одинаковых давлениях газа и температуре);  $k$  – постоянная, характерная для данной соли. Из уравнения (2.15) найдем явную зависимость  $x$  от  $c$ .

$$x = x_0 10^{-kc}. \quad (2.16)$$

В плоскости параметров  $c$  и  $x$  уравнение (2.16) описывает убывающую экспоненту.

В качестве другого примера можно рассмотреть уравнение изобары Вант-Гоффа:

$$\ln \frac{K_1}{K_2} = \frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2},$$

где  $\Delta H$  – теплота реакции,  $R$  – постоянная равновесия,  $T_1$ ,  $T_2$  – температуры, физический смысл  $K_1$  и  $K_2$  описан в [114].

Графический метод в физической химии используется также и для определения энергии активации  $E_a$  [55].

Рассмотрим уравнение  $\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T}$ , в котором  $k$  – константа скорости реакции при температуре  $T$ ,  $A$  – предэкспоненциальный коэффициент,  $E_a$  – энергия активации реакции,  $R$  – универсальная газовая постоянная. Тогда функция  $\ln k = f\left(\frac{1}{T}\right)$  должна на графике дать прямую линию. Практически строят график зависимости  $\ln k$  от обратной температуры (рис. 2.8).

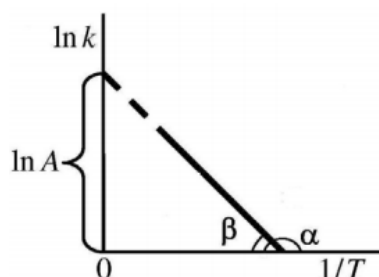


Рисунок 2.8 – Определение энергии активации и предэкспоненциального коэффициента по уравнению Аррениуса

Отрезок, отсекаемый прямой на ординате, равен  $\ln A$ , а  $E_a$  определяется из тангенса угла наклона:

$$\operatorname{tg} \alpha = -\operatorname{tg} \beta = -\frac{E_a}{R} \quad \text{или} \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{E_a}{R}.$$

Отсюда

$$E_a = -R \operatorname{tg} \alpha = R \operatorname{tg} \beta.$$

Важное значение в изучении показательных и логарифмических функций играют правила логарифмирования и потенцирования в преобразовании исследуемых соотношений. Для их использования студентам достаточно привести формулы

$$\begin{aligned} \lg a^n &= n \lg a, \quad \lg \sqrt[n]{a} = \frac{1}{n} \lg a, \quad \lg(a \cdot b) = \lg a + \lg b, \\ \lg\left(\frac{a}{b}\right) &= \lg a - \lg b, \quad (a > 0, b > 0), \end{aligned} \quad (2.17)$$

которые имеют очевидное обобщение на случай натуральных логарифмов и большего числа параметров, например:

$$\lg(x_1^{n_1} \cdot x_2^{n_2} \cdot \dots \cdot x_k^{n_k}) = n_1 \lg x_1 + n_2 \lg x_2 + \dots + n_k \lg x_k. \quad (2.18)$$

Здесь  $x_i > 0$  ( $i = \overline{1, k}$ ).

Применение свойств (2.17) и (2.18) в физической химии встречается достаточно часто. Для закрепления указанных выше свойств можно рассмотреть формулу [114]:

$$\frac{1}{RT} \left[ \sum_i v_i g'_i(T) + \sum_k \rho_k \mu_k^{(o)}(T, \rho) \right] + \sum_i v_i \ln f_i + \sum_k \rho_k \ln a_k = 0. \quad (2.19)$$

Здесь знаки  $\sum_i$  и  $\sum_k$  означают суммирование по  $i$  и  $k$ ,  $\rho_k$  – парциальные давления,  $a_k$  – коэффициенты активности,  $f_i$  – коэффициенты летучести. Значение остальных параметров можно узнать из [114].

Из (2.19), в силу свойства (2.18), имеем

$$RT \cdot \ln \prod_{i,k} (f_i^{v_i} a_k^{\rho_k}) = - \sum_i v_i g'_i(T) - \sum_k \rho_k \mu_k^o(T, \rho). \quad (2.20)$$

В (2.20) знак  $\prod_{i,k}$  означает произведение множителей  $f_i^{v_i}$  и  $a_k^{\rho_k}$ . Уравнение (2.20) дает выражение закона действия масс для химических реакций, протекающих между веществами, находящимися в разных фазовых состояниях.

Также, основываясь на рассмотренных выше графиках элементарных функций и их свойствах, студентам можно предложить исследовать зависимости концентраций реагента и продукта от времени (по готовым графическим зависимостям) для обратимых, параллельных, последовательных реакций первого рода и т.п. [55].

*Связь между степенными и логарифмическими функциями, используемая в построении номограмм.* При расчетах в химии часто возникает вопрос о преобразовании более сложных функций в линейные с их последующей геометрической интерпретацией и анализом. Одним из достаточно известных приёмов графического изображения зависимости между переменными является построение номограмм.

Данная тема не входит в программу по математике для химических направлений подготовки и специальностей. Однако, в силу ее практического применения в химии, эту тему можно предложить студентам в качестве самостоятельной работы или темы для научно-исследовательской разработки [55].

Например, рассмотрим степенную функцию

$$y = x^{\alpha}. \quad (2.21)$$

Вычислим логарифмы от обеих частей (2.21) (для определенности полагаем  $x > 0$ ):

$$\ln y = \alpha \ln x. \quad (2.22)$$

Обозначим  $\ln y = z$ ,  $\ln x = u$ , тогда в силу (2.22) имеем

$$z = \alpha u. \quad (2.23)$$

Следовательно, если в процессе изменения величин  $x$  и  $y$ , зависимость  $y = y(x)$  предполагается в виде (2.21), то в плоскости  $u, z$  ей соответствует линейная зависимость (2.23). Для построения графика функции (2.23) достаточно знать координаты одной точки (в более общем случае  $z = \alpha u + \beta$  необходимо задать две точки). Данное обстоятельство в значительной степени упрощает процесс получения (2.21). Уравнение (2.23) служит номограммой для (2.23). Для установления точности результата на практике в плоскости  $u, z$  ( $u = \ln x$ ,  $z = \ln y$ ) строится множество точек  $(u, z)$ . Если это множество можно трактовать как отрезок прямой, то делается вывод о значении  $\alpha$  в получении зависимости (2.21).

Рассмотрим в качестве следующего примера уравнение [114, стр. 140]:

$$\ln \rho_2 = A \ln \rho_1 + c, \quad (2.24)$$

где  $\rho_1, \rho_2$  – давления в двух жидкостях, находящихся при постоянной температуре,  $A$  и  $c$  – постоянные.

Если обозначить  $\ln \rho_1 = x$ ,  $\ln \rho_2 = y$ , то из (2.24) получим  $y = Ax + c$ . Так как потенцирование дает  $\rho_2 = c_* \rho_1^A$ , где  $c_* = e^c$ , то знание  $A$  и  $c$  в (2.24) позволяет найти параметры данной степенной функции. В [114] показано, что этот подход хорошо согласуется с опытными данными. Следует отметить, что в плоскости  $x, y$  уравнению (2.27) соответствует прямая, а в плоскости  $\rho_1, \rho_2$  – степенная функция.

Рассмотрим другой способ построения номограммы [114, с. 290]. Запишем уравнение

$$\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + c^*, \quad (2.25)$$

где значения входящих в (2.25) величин указаны в [114]. Предполагая  $\Delta H = \text{const}$ ,  $c^* = \text{const}$  и вводя новые переменные  $y = \ln K$ ,  $x = \frac{1}{T}$ , из (2.25) получим  $y = -\frac{\Delta H}{R}x + c^*$ . Таким образом, между величинами  $\ln K$  и  $\frac{1}{T}$  имеет место линейная зависимость.

Аналогичное свойство существует для зависимости давления насыщенного пара от температуры [114, с. 137]:  $\lg p = \frac{A}{T} + B$  ( $A$  и  $B$  – постоянные). При этом следует обратить внимание студентов на то, что, при использовании линейных функций в качестве переменных, могут приниматься разные переменные.

Аналогичный подход к организации учебного процесса по математике можно применять не только для повторения и систематизации материала, изученного в школе, но и для изучения других тем математики.

Рассмотрим методику применения профессионально ориентированных задач при изучении дифференциального исчисления функции одной переменной. Эта тема имеет широкое применение при изучении и исследовании различных химических процессов и явлений, состояние тел и свойств которых непрерывно изменяются.

На лекции, после рассмотрения физического смысла производной, можно рассмотреть ее «химический» смысл. Например, аналогично задаче «по известному закону движения тела найти его скорость», можно рассмотреть задачи химического содержания:

**Задача 2.4** [192]. Разложение некоторого химического вещества происходит по закону  $m(t) = m_0 e^{-kt}$ , где  $m(t)$  – масса вещества (в г) в момент времени  $t$  (в с),  $m_0$  – начальная масса,  $k$  – некоторая постоянная. Найдите скорость распада в момент  $t = 8$  с.

**Задача 2.5** [55]. Масса вещества  $m(t)$ , образованного при некоторой химической реакции за время  $t$ , определяется формулой  $m(t) = -a(be^{-kt} - 2)$ , где  $a$ ,  $b$ ,  $k$  – некоторые постоянные. Определите скорость реакции и выразите ее как функцию массы  $m$ .

При рассмотрении этих задач на занятии можно «вывести» со студентами и химический смысл производной: *скорость некоторого химического процесса в определённый момент времени – это производная закона его изменения.*

На практических занятиях, на этапах закрепления, обобщения и систематизации, можно рассмотреть, например, следующие профессионально ориентированные задачи химического смысла производной.

**Задача 2.6** [192]. Закон изменения объема азота в сосуде в зависимости от времени описывается формулой  $x = 10(4 - e^{-0,05t})$ , где  $x$  – объем азота (в литрах),  $t$  – время (в секундах).

- 1) Найдите скорость изменения объема в каждый момент времени  $t$ , в момент  $t = 10$  с.
- 2) Какой была начальная скорость изменения объема азота в сосуде?
- 3) Через сколько секунд скорость изменения объема будет равняться

$$\frac{1}{2e^2} \text{ л/с?}$$

**Задача 2.7** [55]. Средняя молярная теплоемкость диоксида углерода в интервале температур от 273 до 1200 К выражается уравнением:

$$\bar{C}_p = 43,26 + 5,732 \cdot 10^{-3}T + 8,18 \cdot 10^{-5}T^2 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

Определите истинную молярную теплоемкость  $\text{CO}_2$  при постоянном давлении и  $0^\circ\text{C}$ .

**Задача 2.8** [211]. Зависимость давления (Па) насыщенного пара от температуры для фреона  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  выражается уравнением:

$\lg P = 34,5 - \frac{2406,1}{T} - 9,26 \lg T + 0,0037T$ . Определите теплоту испарения 1 моль фреона при 298 К.

Следует заметить, что для решения задач 2.7 и 2.8, помимо аппарата нахождения производной, необходимо знание соответствующих химических формул и соотношений, которые студентам первых-вторых курсов неизвестны. То есть, при решении данных задач, на занятии студентам необходимо дать готовые химические формулы. Например, при рассмотрении задачи 2.7 студентам следует дать зависимость истинной и средней молярной теплоемкости: *истинная*

*теплоемкость  $C$  выражается формулой  $C = \frac{d[\bar{C}, T]}{dT}$ , где  $\bar{C}$  – средняя теплоемкость,  $T$  – температура.*

Данные задачи без химических формул и соотношений можно дать студентам в качестве домашнего задания исследовательского характера. Чтобы они самостоятельно в справочной литературе нашли нужные формулы и, например, подобрали или придумали подобные задачи.

Применение производной, в частности, нахождение наибольших и наименьших значений величин также имеет широкое применение в химических науках. Например, при изучении этой темы, на практических занятиях и в рамках самостоятельной работы студентов, можно рассмотреть следующие задачи.

**Задача 2.9** [35]. Газовая смесь состоит из оксида азота и водорода. При условии практической необратимости скорость реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  задается формулой:  $v = kx^2y$ , где  $x$  – концентрация NO в любой момент времени;  $y$  – концентрация  $\text{O}_2$ ;  $k$  ( $k > 0$ ) – константа скорости реакции, которая не зависит от концентрации реагирующих компонент, а зависит только от температуры. Концентрация газов задается в объемных процентах. Найдите концентрацию кислорода, при которой оксид азота, содержащийся в смеси, окисляется с максимальной скоростью.

**Задача 2.10** [192]. При какой кислотности сумма гидроксониевых ионов  $\text{H}^+$  и гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$  в единице объема воды будет наименьшей?

**Задача 2.11** [35]. Газ, содержащий окись азота, смешивается с воздухом. Определите, при каком содержании кислорода (в %) в полученной смеси скорость

окисления азота максимальна и какой объем добавляемого к газу воздуха обеспечивает это количество кислорода в смеси.

**Задача 2.12** [35]. Требуется изготовить прямоугольный сосуд из прямоугольника, вырезав его углы и загнув края, причём объем сосуда должен быть максимальным.

**Задача 2.13** [35]. Требуется вырезать из круга сектор так, чтобы из него можно было сделать конусообразный фильтр с максимальным объемом.

Рассмотрим подробно решение задачи 2.10.

Пусть  $x$  – концентрация гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$ ,  $y$  – концентрация гидроксид-ионов  $\text{H}^+$ . Вспомним химический закон:  $xy = k$ , где  $k$  – постоянная для воды (при  $25^\circ\text{C}$   $k = 10^{-14}$ ).

Задача 2.10 сводится к нахождению наименьшего значения функции

$$u = x + y = x + \frac{k}{x}.$$

$$\text{Продифференцируем функцию } u(x) = x + \frac{k}{x} : u'(x) = 1 - \frac{k}{x^2}.$$

Приравняв полученную производную нулю и решив соответствующее уравнение  $1 - \frac{k}{x^2} = 0$ , получим:  $x = \pm\sqrt{k}$ .

Поскольку  $x > 0$ , то функция имеет единственную стационарную точку на всей области определения.

Найдя вторую производную  $u''(x) = \frac{2k}{x^3}$  и ее значение в стационарной точке

$$u''(\sqrt{k}) = \frac{2}{\sqrt{k}} > 0, \text{ на основании достаточного условия существования экстремума}$$

функции делаем вывод, что точка  $x = \sqrt{k}$  является точкой минимума.

Благодаря единственности стационарной точки функция  $u(x)$  достигает в ней наименьшего значения. По упомянутому выше закону  $y = \sqrt{k}$ .

Итак, сумма ионов воды будет наименьшей, если концентрации ионов  $\text{H}^+$  и

$\text{OH}^-$  будут равными между собой, то есть при нейтральной реакции ( $x = y = \sqrt{k}$ ).

Методика обучения студентов-химиков решению системы профессионально ориентированных задач по разным темам курса «Математика» предполагает использование различных форм организации учебного процесса, а именно: фронтальную, групповую, индивидуальную, самостоятельную работу студентов.

Например, организовав групповую форму работы при изучении первообразной и интеграла во время практических занятий по математике, преподаватель может предложить студентам рассмотреть профессионально ориентированную задачу:

**Задача 2.14.** Уменьшение концентрации некоторого вещества, вступившего в химическую реакцию, происходит со скоростью  $v(t) = -100e^{-t}$ , где  $t$  – время, выраженное в секундах. Найдите закон изменения его количества, если начальное количество составляет 200 соответствующих единиц.

Преподавателем организовывается диалог со студентами:

– *Можно ли решить эту задачу, используя известный вам математический аппарат?*

– Наверное, да, так как условие задачи напоминает задачу, которую мы рассматривали ранее, когда по известному закону изменения концентрации вещества определяли скорость протекания реакции.

– *Какой математический аппарат применялся в этой задаче?*

– Мы использовали химический смысл производной: скорость химической реакции в момент времени  $t$  равна производной закона изменения количества вещества, вступившего в нее.

– *Как вы считаете, можно ли для решения заданной задачи использовать данное свойство?*

– А что, если воспользоваться рассмотренным на лекции свойством, что дифференцирование и интегрирование являются взаимнообратными операциями? То есть, неопределенный интеграл от производной некоторой функции равен сумме этой функции и произвольной постоянной  $C$ .

– *Верно, интегрирование – обратная операция к дифференцированию.*

Поэтому, так как скорость – это производная концентрации, то интеграл скорости и будет искомым законом ее изменения. Значит, закон изменения концентрации равен:

$$c(t) = \int v(t) dt = \int -100e^{-t} dt = 100e^{-t} + C, \quad C = \text{const}.$$

Можем ли мы найти значение константы  $C$  для полученного закона?

– Да, для этого нам нужно воспользоваться условием: начальное количество вещества (до начала реакции, когда  $t=0$ ) составляет 200 соответствующих единиц, то есть  $c(0) = 200$ . Таким образом:

$$100e^0 + C = 200;$$

$$100 + C = 200;$$

$$C = 100.$$

Итак, искомый закон изменения количества вещества равен  $c(t) = 100e^{-t} + 100$ .

Затем студентам можно предложить следующие задачи для самостоятельного решения:

**Задача 2.15** Скорость разложения некоторого химического вещества происходит по закону  $v = -km_0e^{-8k}$ , где  $t$  – время разложения (в с),  $m_0$  – начальная масса (в г),  $k$  – некоторая постоянная. Найдите закон разложения, если вначале было 18 г вещества.

**Задача 2.16** [192]. Скорость изменения объема в каждый момент времени  $t$  описывается формулой  $v = 10(4 - e^{-0,05t})$ . Найдите закон изменения объема азота в сосуде, если начальное количество азота составляет 50 литров.

Самостоятельное решение задачи (в это время преподаватель оказывает индивидуальную помощь тем студентам, которые в ней нуждаются) содействует сознательному применению интегрального исчисления в процессе решения задач химического содержания.

Системы профессионально ориентированных задач в виде тестов целесообразно использовать во время организации самостоятельной работы студентов. Разработанные тестовые задания состоят из двух частей:

– задания на выбор математических моделей химических явлений и процессов из предложенных;

– задания на создание и решение математических моделей задач химического содержания.

Приведем пример системы тестовых профессионально ориентированных задач по теме «Дифференциальные уравнения», которые могут быть использованы для организации самостоятельной работы студентов, во время аудиторной работы на практических занятиях, а также могут быть частью домашнего задания, текущего или итогового контроля знаний.

Рассмотрим некоторые тестовые задачи на отработку умения составлять простейшие математические модели профессионально ориентированных задач. Среди предложенных вариантов ответов студенту необходимо выбрать ту модель, с помощью которой в дальнейшем будет решаться эта задача. Например:

**Задание 2.13.** Пусть количество вещества, переходящего в раствор, пропорционально интервалу времени и разности между максимально возможной концентрацией  $P$  и концентрацией  $x$  в данный момент времени  $t$ . Математической моделью этого закона является:

$$\text{А) } \Delta x = \frac{P - x}{\Delta t}; \quad \text{Б) } \Delta x = \frac{\Delta t}{P - x}; \quad \text{В) } \Delta x = P - x\Delta t;$$

$$\text{Г) } \Delta x = (P - x)\Delta t; \quad \text{Д) } \text{другой ответ.}$$

**Задание 2.14** [192]. Выход вещества  $S$  в одной химической реакции составляет  $r$  молей за минуту. В то же время оно расходуется со скоростью  $c$  молей за минуту на каждый моль  $S$ . Определим  $S(t)$  как число молей вещества, имеющегося в момент времени  $t$ . Составьте дифференциальное уравнение, которое удовлетворяет  $S(t)$ .

$$\text{А) } S'(t) = r + cS(t); \quad \text{Б) } S'(t) = r - cS(t); \quad \text{В) } S'(t) = c - rS(t);$$

$$\text{Г) } S'(t) = crS(t); \quad \text{Д) } \text{другой ответ.}$$

**Задание 2.15** [55]. Согласно закону действующих масс, скорость реакции пропорциональна концентрациям реагирующих веществ в данный момент

времени. Пусть  $a$  – начальная концентрация вещества  $A$ ,  $x(t)$  – количество молей на литр, которые прореагировали за время  $t$  от начала реакции, тогда концентрация на этот момент равна  $a - x$ . Опишите этот процесс дифференциальным уравнением.

А)  $x'(t) = k(a - x)$ ;      Б)  $x'(t) = ka - x$ ;      В)  $x'(t) = k(x - a)$ ;

Г)  $x'(t) = kx$ ;      Д) другой ответ.

**Задание 2.16.** Скорость реакции, то есть количество вещества, вступившего в реакцию в единицу времени, пропорциональна произведению масс веществ, еще не вступивших в реакцию. Определите закон течения реакции взаимодействия двух веществ равной массы  $m$ , то есть выразите зависимость между количеством вещества, вступившего в реакцию, и временем  $t$  от ее начала, если известно, что массы веществ, вступивших в реакцию, в любой момент времени одинаковы.

А)  $\frac{dx}{dt} = -k(m - x)^2$ ;      Б)  $\frac{dx}{dt} = k(m - x)^2$ ;      В)  $\frac{dx}{dt} = -2k(m - x)$ ;

Г)  $\frac{dx}{dt} = 2k(m - x)$ ;      Д) другой ответ.

**Задание 2.17** [74]. Скорость распада радия пропорциональна его количеству в данный момент времени. Найдите закон радиоактивного распада, если известно, что через 1600 лет останется половина от того количества радия, которое было вначале.

А)  $R(t) = R_0 \frac{t}{1600}$ ;      Б)  $R(t) = R_0^{\frac{t}{1600}}$ ;      В)  $R(t) = R_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{1600t}$ ;

Г)  $R(t) = R_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{1600}}$ ;      Д) другой ответ.

Задания на создание и решение математических моделей задач химического содержания являются более сложными и предполагают не только составление математической модели, но и ее исследование.

Эти задачи предназначены для формирования умений применять математический аппарат при решении профессионально ориентированных задач

на основе этапов математического моделирования (перевод химической задачи на язык математики, нахождение связи между величинами и ее запись в аналитическом виде, решение полученной математической задачи и интерпретация полученного результата в терминах исходной задачи). Рассмотрим некоторые примеры:

**Задание 2.18.** Скорость реакции растворения сахара описывается уравнением  $x'(t) = k(a - x)$ , где  $a$  – число молей сахара до начала реакции,  $x$  – количество молей, вступивших в реакцию за время  $t$  от начала реакции,  $k$  – коэффициент пропорциональности. Определите время  $t$  при условии, что  $x(0) = 0$ .

А)  $t = \frac{1}{k} \ln a(a - x)$ ;      Б)  $t = k \ln(a - x)$ ;      В)  $t = \frac{1}{k} \ln \frac{a}{a - x}$ ;

Г)  $t = k \ln \frac{a}{a - x}$ ;      Д) другой ответ.

**Задание 2.19** [74]. Согласно закону действующих масс, скорость реакции пропорциональна концентрациям реагирующих веществ в данный момент времени. Пусть  $a$  – начальная концентрация вещества  $A$ ,  $x(t)$  – количество молей на литр, которые прореагировали за время  $t$  от начала реакции, тогда концентрация на этот момент равна  $a - x$ . Определите концентрацию реагирующего вещества на время  $t$  от начала реакции, если  $x(0) = 0$ .

А)  $x(t) = a(1 - e^{-kt})$ ;      Б)  $x(t) = a(1 + e^{-kt})$ ;      В)  $x(t) = a - e^{-kt}$ ;

Г)  $x(t) = a(1 - e^{kt})$ ;      Д) другой ответ.

**Задание 2.20** [112]. В резервуаре находится  $10 \text{ м}^3$  раствора кислоты, концентрация которой равна  $14 \text{ кг/м}^3$ . Этот раствор выливается из резервуара со скоростью  $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , и с такой же скоростью в резервуар подается чистая вода, которая сразу же смешивается с раствором так, что концентрация раствора уменьшается. Через какое время концентрация будет равна  $7 \text{ кг/м}^3$ ?

А)  $13,9 \text{ с}$ ;      Б)  $20,1 \text{ с}$ ;      В)  $8,7 \text{ с}$ ;

Г)  $17,4 \text{ с}$ ;      Д) другой ответ.

**Задание 2.21** [35]. При протекании реакции инверсии сахара известно, что его количество, инвертирующегося в единицу времени, пропорционально его количеству. Найдите количество сахара в растворе по истечении времени  $t$ .

- А)  $x = a(1 - e^{-kt})$ ;      Б)  $x = ae^{-kt}$ ;      В)  $x = \frac{a}{1 - e^{-kt}}$ ;  
 Г)  $x = \frac{1 - e^{-kt}}{a}$ ;      Д) другой ответ.

**Задание 2.22** [192]. Некоторое вещество преобразовывается в другое со скоростью, пропорциональной количеству непреобразованного вещества. Количество непреобразованного вещества через час равно 31,4 г, через 3 часа – 9,7 г. Найдите зависимость количества непреобразованного вещества  $x$  от времени  $t$ .

- А)  $x(t) = x_0 e^{-kt}$ ,  $k = \ln \sqrt{\frac{9,7}{31,4}}$ ;  $x(t) = x_0 \cdot 0,31^t$ ;  
 Б)  $x(t) = x_0 e^{-kt}$ ,  $k = \ln \frac{31,4}{9,7}$ ;  $x(t) = x_0 \cdot e^{-t}$ ;  
 В)  $x(t) = x_0 e^{-kt}$ ,  $k = \ln \frac{31,4}{9,7}$ ;  $x(t) = x_0 \cdot e^t$ ;  
 Г)  $x(t) = x_0 e^{-kt}$ ,  $k = \ln \sqrt{\frac{31,4}{9,7}}$ ;  $x(t) = x_0 \cdot 0,31^t$ ;  
 Д) другой ответ.

Если работа с тестовыми заданиями проводится во время аудиторной работы на практическом занятии, то это происходит в форме диалога со студентами. Преподаватель помогает решать наиболее сложные из них (если это необходимо), используя наводящие вопросы, эвристические подсказки, подталкивающие обучаемых к поиску решения и проверки правильности ответа.

Спустя некоторое время, можно провести повторное тестирование. Вопросы повторного теста являются аналогичными или обратными к вопросам предыдущего теста. Это проводится с целью проверки уровня усвоения учебного материала на данном этапе.

Таким образом, студенты решают в определенной последовательности набор профессионально ориентированных задач по каждой теме курса математики. При систематическом решении таких задач, студенты не только овладевают приёмами и особенностями составления математических моделей для задач химического содержания, но и усваивают технику решения математических задач, убеждаются в необходимости и важности математики в их будущей профессиональной деятельности.

Характерным свидетельством сформированности у студентов приёмов и способов будущей профессиональной деятельности является не только умение создавать и исследовать математические модели, но и самостоятельно составлять профессионально ориентированные задачи.

В конце изучения каждой темы студентам можно предложить творческие проекты, которые можно организовать различным образом. Во-первых, обучаемым можно предложить найти, например, в учебной литературе, интернете или придумать задачи, аналогичные рассмотренным на занятиях, составить математические модели и решить их. Во-вторых, студентам можно дать задачи химического содержания, математический метод решения которых им не знаком и предложить самостоятельно исследовать как с помощью соответствующего математического аппарата можно решить данную задачу. В-третьих, можно организовать выступления студентов со своими исследованиями и разработками на студенческих научных конференциях по математике.

Таким образом, для организации профессионально ориентированной учебной деятельности студентов химических специальностей в курсе математики необходимо осуществлять усиление профессиональной направленности их математической подготовки с акцентом на решение профессионально ориентированных задач. Система таких задач является эффективным средством повышения мотивации к будущей профессиональной деятельности и формирования приёмов и способов будущей профессиональной деятельности учителя химии.

**2.2.2. Реализация межпредметных связей математики и профессиональных дисциплин в подготовке будущего учителя химии.** Как было сказано ранее, при обучении математике особое внимание следует уделять моделированию профессионально ориентированной учебной деятельности, обучению студентов применять полученные математические знания для решения своих профессионально ориентированных задач, анализа и исследования химических явлений и процессов. По мнению И. А. Бардус [33], учебный процесс необходимо строить таким образом, чтобы студенты испытывали потребность в осознании учебного материала, а не просто запоминали теоретические положения. Только при таком условии они смогут понять изучаемые закономерности и необходимость этих знаний для будущей профессиональной деятельности, что, в свою очередь, повысит качество подготовки будущих специалистов.

Одним из решений этой проблемы является реализация межпредметных связей математики и профессиональных дисциплин при подготовке будущего учителя химии. Следует отметить, что математические знания и умения, приобретенные студентами при изучении курса математики, а также освоенные действия по математическому моделированию, находят непосредственное применение в различных дисциплинах профессионального цикла, таких, как неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия, химические основы биологических процессов, высокомолекулярные соединения и др. Кроме того, при обучении математике у будущих учителей химии могут быть сформированы разнообразные методические умения, которые в дальнейшем востребованы при изучении дисциплины «Методика преподавания химии» и других дисциплинах педагогической направленности (рис. 2.9).

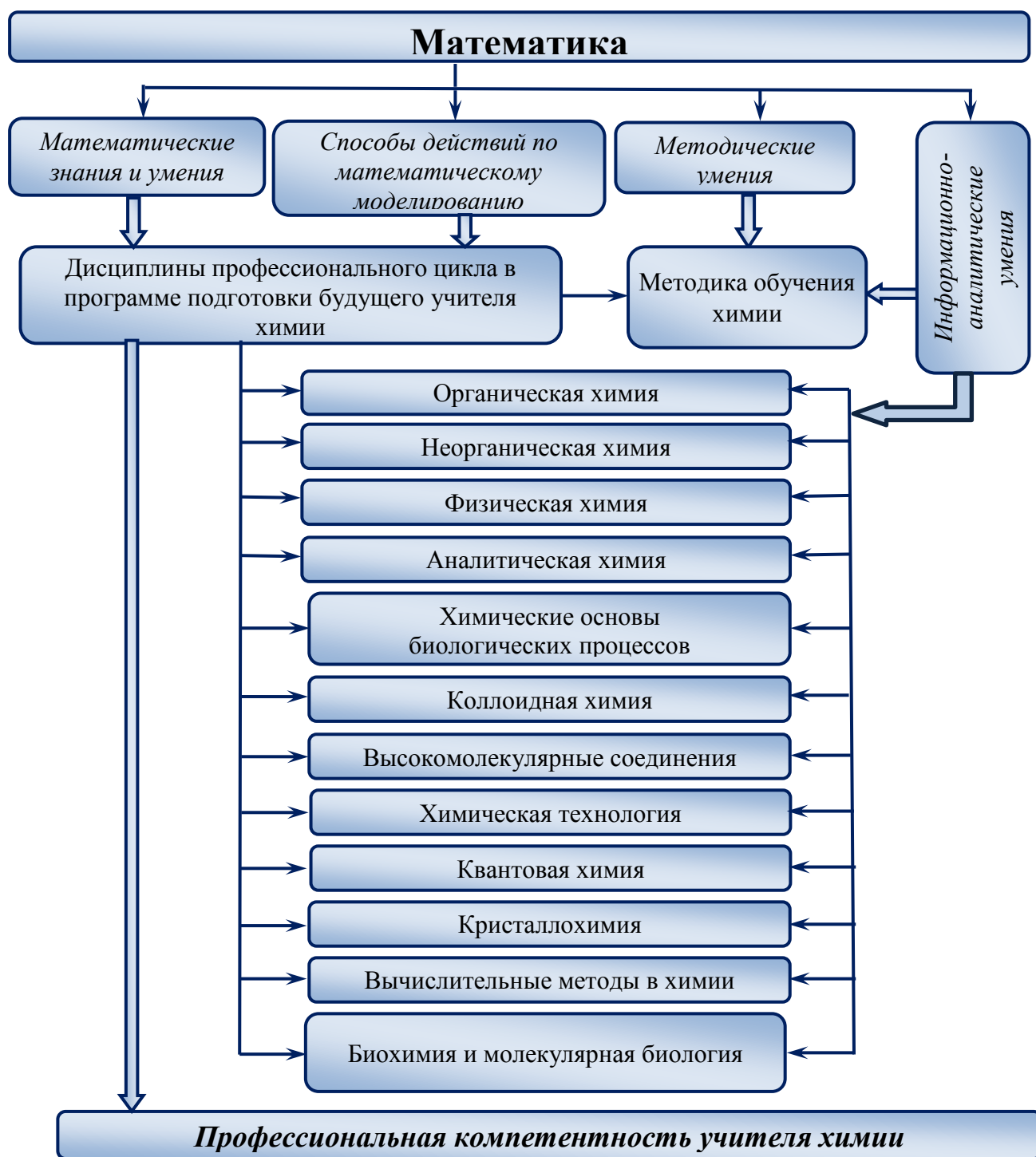


Рисунок 2.9 – Межпредметные связи математики и дисциплин профессионального цикла

Физическая химия играет существенную роль в образовании будущих химиков. Она изучает взаимосвязь химических и физических явлений. В частности, на основе теоретических и экспериментальных методов в физической химии исследуются химические реакции физических процессов. Важным

обстоятельством в получении многих результатов этой науки является создание математической модели в виде уравнения (например, уравнения Клапейрона-Менделеева, Вант-Гоффа, Сеченова, Ван-Димтера и др.), или в виде законов (например, Гей Люсака-Джоуля, Генри, Гесса, Кирхгофа, Джоуля, Рауля-Генри и др.).

Современное состояние физической химии характеризуется тем, что в ней используется весь спектр результатов, полученных в математических дисциплинах: математическом анализе, теории функций, дифференциальной и аналитической геометрии, алгебре и др. Выпускники химических факультетов образовательных организаций высшего профессионального образования должны не только знать основные законы физической химии, но и уметь выводить многочисленные формулы и проводить необходимую трактовку параметров и переменных на языке физической химии [4].

Рассмотрим установление межпредметных связей математики и дисциплин профессионального цикла, в которых используется метод математического моделирования, на примере дисциплины «Физическая химия».

Во многих монографиях и учебных пособиях по физической химии, например [107, 114, 155, 196, 211], дается краткий вывод формул и законов, зачастую без комментариев и ссылок на математические методы и приёмы. Поэтому читателю, особенно студенту, приходится самостоятельно выполнять необходимые преобразования, что приводит к неэффективным затратам времени.

М. В. Коробов отмечает, что физическая химия становится трудным предметом только в том случае, когда математика и химия теряют контакт друг с другом [107]. В этой связи очень важным является обучение студентов химических специальностей в курсе математики исследованию на примерах математических моделей законов и проблем физической химии.

В качестве примера рассмотрим порядок изучения некоторых тем курса математики, читаемого студентам химических специальностей, и их применения в физической химии.

1. *Дифференциальные уравнения.* Теория дифференциальных уравнений является базовой теорией в получении законов физической химии. Приведем ряд примеров, которые можно использовать и в качестве мотивации к изучению данной темы, и при изучении различных типов дифференциальных уравнений.

Для адиабатических процессов в идеальных газах имеет место уравнение [114]:

$$\frac{R}{V}dV + \frac{C_p}{T}dT = 0, \quad (2.26)$$

где  $p$  – давление,  $V$  – объем,  $T$  – температура. Из (2.26) в [114] получено решение уравнения  $R \ln V + C_p \ln T = \text{const}$ , которое можно рассмотреть вместе со студентами на занятии или задать им в качестве домашнего задания для самостоятельного изучения.

В качестве еще одного примера можно рассмотреть уравнение Гибса-Дюгема:

$$d \ln f_2 = \frac{x-1}{x} d \ln f_1.$$

Используя закон Рауля, в [114] найдено уравнение  $\ln f_2 = \ln x + \ln k$  ( $k = \text{const}$ ), из которого следует закон Генри:  $f_2 = kx$  (парциальное давление пара растворимого вещества пропорционально его мольной доле).

Третий пример – уравнение изотермы адсорбции [55, 79]:

$$(\ln p)' = \frac{2a}{kT} \frac{1}{\omega^2} - \frac{\omega d\omega}{(\omega - b)^2},$$

где  $p$  – давление,  $a, k, T$  – постоянные,  $\omega$  – переменная; штрих означает дифференцирование по  $\omega$ . Зависимость  $p(\omega)$  может быть установлена интегрированием правой части по  $\omega$ .

Дальнейший анализ применения теории дифференциальных уравнений показывает, что для ее понимания студентам необходимо дать определение этого уравнения. На первом этапе достаточно дать определение дифференциального уравнения первого порядка: уравнение  $y' = f(x, y)$ , где  $y' = \frac{dy}{dx}$ ,  $f(x, y)$  –

дифференцируемая функция переменных  $x$  и  $y$ , называется дифференциальным уравнением.

При дальнейшем изучении дифференциальных уравнений рассматриваются и другие их типы:

$$1) \quad y' = g(x), \quad y = \int g(x) + const;$$

$$2) \quad y' = f(y)g(x) \quad - \quad \text{уравнение с разделяющимися переменными}$$

$$\int \frac{dy}{f(y)} = \int g(x) dx;$$

$$3) \quad \text{линейное уравнение первого порядка: } y' + q(x)y = \varphi(x);$$

$$4) \quad \text{линейное уравнение с постоянными коэффициентами } x'' + \alpha x' + \beta x = 0$$

$$(\alpha = const, \beta = const);$$

5) классы нелинейных уравнений (однородные уравнения, уравнения Бернулли и другие уравнения).

В связи с тем, что дифференциальные уравнения широко применяются в физической химии, следует более подробно рассмотреть некоторые классы уравнений.

Например, сформулировать две задачи. Первая задача: показать, что общим решением линейного уравнения первого порядка  $y' + q(x)y = \varphi(x)$  является функция  $y = e^{-\int q(x)dx} \left( \varphi(x) e^{\int q(x)dx} + const \right)$ .

Вторая задача: методом подстановки доказать, что уравнение  $y'' + 4y = 0$  имеет решение  $y(x) = C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x$ .

Для закрепления и демонстрации применения теории дифференциальных уравнений в физической химии может служить изучение физического смысла параметров и переменных в основных уравнениях физической химии.

На практических занятиях следует включить рассмотрение задач по физической химии, для решения которых необходимо умение применять и решать различные дифференциальные уравнения. Например, следующие задачи.

**Задача 2.17** [79]. Известно, что реакция разложения  $\text{N}_2\text{O}_5$  протекает как реакция первого порядка. При  $T = 300 \text{ K}$  константа скорости  $K = 0,002 \text{ мин}^{-1}$ . Сколько процентов  $\text{N}_2\text{O}_5$  разложится за 2 часа?

**Задача 2.18** [155]. Вещество  $A$  превращается в вещество  $B$ . Спустя 1 час после начала реакции осталось 44,8 г вещества  $A$ , а после 3 часов – 11,2 г вещества. Определить первоначальное количество а вещества  $A$  и время, когда останется  $1/64$  часть этого вещества.

Частью решения задач 2.7 и 2.8 является составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих зависимость исходных веществ от времени и нахождение констант интегрирования. Подробно решение данных задач рассмотрено в [55].

В качестве исследовательской работы, студентам можно предложить самостоятельно смоделировать некоторые процессы физической химии с помощью дифференциальных уравнений, основываясь на кратких и схематичных решениях, которые рассматриваются в учебниках и пособиях по физической химии. Например, основываясь на описании последовательных реакций первого порядка и кратком выводе их уравнений, рассмотренных в [79, 155] или в другой литературе, найти уравнение для определения состава системы, в которой протекают две последовательные реакции первого порядка (исходящее вещество  $A$  превращается в  $B$  через промежуточное вещество  $D$ ).

2. *Дифференциал функций двух переменных.* Рассмотрим непрерывно-дифференцируемую функцию  $F(x, y)$  и множество точек  $(x, y)$ , для которых

$$F(x, y) = 0 \quad ((x, y) \in R^2). \quad (2.27)$$

Пусть  $x_0, y_0$  удовлетворяют (2.27), то есть  $(x_0, y_0)$  принадлежит области дифференцируемости  $F(x, y)$ . Согласно теореме о неявных функциях, если выполняется условие  $\frac{\partial F}{\partial y}(x_0, y_0) \neq 0$ , то в окрестности  $(x_0, y_0)$  существует непрерывная и дифференцируемая функция  $y = y(x)$ , для которой  $y_0 = y(x_0)$ .

Для активизации деятельности студентов необходимо привести примеры вычисления частных производных  $\frac{\partial F}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial F}{\partial y}$ , например следующие:

$$F_1 = x^3 - y - xy = 0; \quad F_2 = x^2 - y^2 - 1 = 0; \quad F_3 = x^4 - y^4 - xy = 0; \quad F_4 = xy - 1 = 0.$$

Затем поставить задачу вычисления указанных производных в точках  $(x_0, y_0)$  (для  $F_1$  в точке  $x=0, y=0$ ; для  $F_2$  в точке  $x=1, y=0$ ; для  $F_3$  в точке  $x=0, y=0$ ; для  $F_4$  в точке  $x=1, y=1$ ) [10].

Для применения теоремы о неявной функции целесообразно рассмотреть простой пример:  $F(x, y) = x^2 + y^2 - 1 = 0$ . То есть показать, что в силу  $\frac{\partial F}{\partial y}(0, 1) = 2 \neq 0$ ,  $\frac{\partial F}{\partial y}(1, 0) = 0$  в окрестности точки  $(0, 1)$  можно найти функцию  $y = y(x) = \sqrt{R^2 - x^2}$ , а в окрестности точки  $(1, 0)$  нет.

В качестве примера использования однородных функций в физической химии можно рассмотреть функцию  $G(n_1, n_2, \dots)$  [114]. Для этой функции получено уравнение:

$$\sum_i n_i \left( \frac{\partial G}{\partial n_i} \right) = G. \quad (2.28)$$

На основе введения в (2.28) химических потенциалов  $\mu_i = \frac{\partial G}{\partial n_i}$ , в [114] найдена зависимость

$$G = \sum_i n_i \mu_i. \quad (2.29)$$

Следует также отметить, что формула (2.29) может быть обобщена на случай термодинамического потенциала  $F = \sum_i \mu_i n_i - pV$  [114].

В качестве примера использования дифференциала функции двух переменных найдем соотношение между частными производными параметров состояния [114]. Рассмотрим соотношения между частными производными параметров состояния при наличии уравнения состояния

$$f(v, p, T) = 0,$$

где  $\nu$  – объем,  $\rho$  – давление,  $T$  – температура.

Решив это уравнение относительно  $\nu$ , получаем:

$$\nu = f_1(\rho, T),$$

то есть при постоянстве состава и массы объем фазы является функцией давления и температуры.

Найдем полный дифференциал полученной функции двух переменных:

$$d\nu = \left( \frac{\partial \nu}{\partial \rho} \right)_T d\rho + \left( \frac{\partial \nu}{\partial T} \right)_\rho dT.$$

Выведем условие постоянства объема ( $\nu = \text{const}$ ). Тогда

$$\left( \frac{\partial \nu}{\partial \rho} \right)_T d\rho + \left( \frac{\partial \nu}{\partial T} \right)_\rho dT = 0. \quad (2.30)$$

Проведя некоторые преобразования (разделив уравнение (2.30) на  $dT$  и учитывая, что производная  $\frac{\partial \rho}{\partial T}$  является частной производной в связи с условием постоянства объема), получим:

$$\left( \frac{\partial \nu}{\partial \rho} \right)_T \left( \frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_\nu \left( \frac{\partial T}{\partial \nu} \right)_\rho = -1. \quad (2.31)$$

При рассмотрении приведенного примера, для более полного понимания студентами данной теории, следует пояснить, что уравнение (2.31) имеет место при  $\frac{\partial f_1}{\partial \nu} \neq 0$  и доказать, что индексы у производных означают, что они вычисляются при фиксированных значениях  $T, \nu, \rho$ .

Также следует отметить, что полученное уравнение (2.31) имеет общий характер: аналогичные выражения могут быть получены для любых трех переменных, которые связаны функциональной зависимостью [114].

Поскольку дифференциал функции играет важную роль в описании физических процессов (например, при рассмотрении первого закона термодинамики), то следует определить дифференциал функции  $F(x, y)$  рассмотреть отдельно [10]. Покажем способ введения полного дифференциала для

функции из (2.27). Если для уравнения (2.27) выполняется условие  $\frac{\partial F_1}{\partial y} \neq 0$ , то можно определить  $y = y(x)$  (формула имеет смысл в окрестности некоторой точки). Внесем эту функцию в уравнение (2.27):

$$F(x, y(x)) = 0. \quad (2.32)$$

Так как (2.32) представляет собой тождество по  $x$ , то и производная по  $x$  равна нулю:

$$\frac{dF}{dx} = \frac{\partial F(x, y(x))}{\partial x} + \frac{\partial F(x, y(x))}{\partial y} \frac{dy}{dx} = 0.$$

Отсюда получим:

$$dF = \frac{\partial F(x, y(x))}{\partial x} dx + \frac{\partial F(x, y(x))}{\partial y} dy = 0. \quad (2.33)$$

Левая часть (2.33) называется полным дифференциалом функции:

$$dF(x, y) = \frac{\partial F}{\partial x} dx + \frac{\partial F}{\partial y} dy. \quad (2.34)$$

Очевидно, что  $\frac{\partial F}{\partial x}$  вычисляется при  $y = \text{const}$ , а  $\frac{\partial F}{\partial y}$  – при  $x = \text{const}$ . При

таком изложении темы студент более полно будет понимать особенности применения функции двух переменных.

Наличие формулы (2.34) позволяет дать определение особой точки уравнения (2.27). Для нее выполняются условия:

$$\frac{\partial F}{\partial x}(x_0, y_0) = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y}(x_0, y_0) = 0.$$

Примеров использования дифференциалов функции в физической химии достаточно много. Рассмотрим уравнения полных дифференциалов энтропии как функции переменных  $V, T$  или  $\rho, T$  [196]:

$$dS = \frac{1}{T} dV + \frac{C_v}{T} dT, \quad dS = \frac{h}{T} d\rho + \frac{C_\rho}{T} dT, \quad (2.35)$$

где  $S$  – энтропия,  $\rho$  – давление,  $V$  – объем газа,  $C_v, C_\rho$  – параметры теплоемкости. Коэффициенты уравнений (2.35) являются частными производными энтропии по соответствующим переменным.

Из (2.35), используя результаты первого закона термодинамики к идеальным газам, получим:

$$S_2 - S_1 = R \ln \frac{V_2}{V_1} + C_v \ln \frac{T_2}{T_1}, \quad S_2 - S_1 = -R \ln \frac{\rho_2}{\rho_1} + C_p \ln \frac{T_2}{T_1}.$$

Наряду с дифференциалами функций в физической химии применяются вариации функций. На первом этапе для студентов важна постановка проблемы и полученные формулы. В физической химии принято теплоту и работу в циклическом процессе принимать как сумму (интеграл) бесконечно малых (элементарных) теплот  $\delta Q$  и бесконечно малых (элементарных) работ  $\delta A$ . Причём начальный и конечный пределы интегрирования совпадают. Обозначая через  $dV = \delta Q - \delta A$  для элементарного термодинамического процесса:

$$\int_1^2 dV = \int_1^2 \delta Q - \int_1^2 \delta A, \quad (2.36)$$

$$\oint dV = \oint \delta Q - \oint \delta A = 0 \quad (\text{для кругового процесса})$$

Первый закон термодинамики гласит: приращение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое не зависит от пути процесса, а зависит только от начального и конечного состояния системы. Следствием (2.36) является вывод о том, что в изолированной системе  $\delta Q = 0$ ,  $\delta A = 0$  и поэтому  $V = \text{const}$ , то есть внутренняя энергия изолированной системы постоянна. Важным обстоятельством использования символов  $\delta Q$  и  $\delta A$  является свойство:  $\delta Q$  и  $\delta A$  не являются дифференциалами функций  $Q$  и  $A$ .

Таким образом, межпредметные связи между математикой и профессиональными дисциплинами, такими, как физическая химия, осуществляются на уровне целей и содержания обучения (математические знания и умения, способы действий по математическому моделированию), средств обучения (профессионально ориентированные задачи) и методов (метод математического моделирования).

Однако, очень важно при обучении математике будущих учителей химии обеспечить межпредметные связи с дисциплинами педагогической

профессиональной направленности, такими, как «Методика преподавания химии». Эти связи не являются такими явными, как связи с другими дисциплинами профессионального цикла в программах подготовки студентов химических специальностей, в то же время они обеспечивают преемственность в методической подготовке, закладывая фундамент для формирования педагогической составляющей профессиональной компетентности.

Реализуются межпредметные связи математики и методики преподавания химии за счет формирования у студентов методических умений, таких, как структурирование предметных знаний на уровне понятий; составление опорных конспектов; конструирование определений; выделение опорных знаний и умений, необходимых для решения задач; составление задач, имеющих профессиональную направленность и др.

Так, студентам может быть предложено при решении задачи 2.1 (см. п. 2.1.2) по балансированию химической реакции определить опорные знания по математике и по химии, необходимые для решения задачи. Это задание студент может выполнить уже после решения задачи, при рефлексии и анализе решения. Ему необходимо разбить решение задачи на этапы и проанализировать, какие математические методы и химические законы были использованы на каждом этапе решения задачи. Результат анализа может быть оформлен в таблицу (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Опорные знания по математике и по химии, необходимые для решения задачи 2.1

| № п/п | Этап решения задачи                                       | Опорные знания по математике                                  | Опорные знания по химии                     |
|-------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.    | Составление математической модели задачи                  |                                                               | Закон сохранения вещества                   |
| 2.    | Решение полученной математической задачи                  | Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений |                                             |
| 3.    | Исследование на разрешимость математической модели задачи | Теорема Кронеккера-Капелли                                    |                                             |
| 4.    | Интерпретация полученного решения                         |                                                               | Правила записи уравнений химических реакций |

При формировании математического понятия «производная», студентам может быть предложено задание сопоставить химические и математические понятия, необходимые для введения понятия «производная». При этом обязательно должны фиксироваться обозначения рассматриваемых понятий. Результат анализа может быть оформлен в таблицу (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Понятия по математике и по химии, необходимые для формирования понятия «производная»

| Химическое понятие                                                                          | Обозначение                                                              | Математическое понятие                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Закон изменения количества вещества, вступившего в химическую реакцию                       | $c = c(t)$                                                               | Функция                                                                                |
| Время                                                                                       | $t$                                                                      | Аргумент                                                                               |
| Моменты времени                                                                             | $t_2 > t_1, t = t_0$                                                     | Значения аргумента                                                                     |
| Интервал времени                                                                            | $\Delta t = t_2 - t_1$                                                   | Приращение аргумента                                                                   |
| Изменение количества вещества                                                               | $\Delta c = c(t + \Delta t) - c(t)$                                      | Приращение функции                                                                     |
| Средняя скорость химической реакции                                                         | $\frac{\Delta c}{\Delta t}$                                              | Отношение приращения функции к приращению аргумента                                    |
| Скоростью химической реакции: изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. | $v(t) = c'(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta c}{\Delta t}$ | Скоростью химической реакции: производная концентрации реагирующих веществ по времени. |
| Скорость реакции в момент времени $t = t_0$                                                 | $v(t_0) = c'(t_0)$                                                       | Производная концентрации реагирующих веществ по времени в точке $t = t_0$              |

При решении профессионально ориентированных задач по теме «Дифференциальное исчисление функции одной переменной», студенты могут воспользоваться таблицей 2.2 для пошагового выполнения действий. Рассмотрим задачу:

**Задача 2.19.** Найти скорость реакции в момент времени  $t = 10$  сек, если концентрация исходного продукта меняется по закону  $C_{исх} = -50e^{-0,2t}$ .

При решении задачи 2.9 студент должен заполнить второй столбец таблицы 2.2. Результат решения занесен в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Пошаговое решение задачи 2.9

| Химическое понятие                                                                          | Обозначение                                                                                                                                      | Математическое понятие                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Закон изменения количества вещества, вступившего в химическую реакцию                       | $c = -50e^{-0,2t} = c(t)$                                                                                                                        | Функция                                                                                |
| Время                                                                                       | $t$                                                                                                                                              | Аргумент                                                                               |
| Моменты времени                                                                             | $t_2 > t_1, t = 10 \text{ сек}$                                                                                                                  | Значения аргумента                                                                     |
| Интервал времени                                                                            | $\Delta t = t_2 - t_1$                                                                                                                           | Приращение аргумента                                                                   |
| Изменение количества вещества                                                               | $\Delta c = c(t + \Delta t) - c(t)$                                                                                                              | Приращение функции                                                                     |
| Средняя скорость химической реакции                                                         | $\frac{\Delta c}{\Delta t}$                                                                                                                      | Отношение приращения функции к приращению аргумента                                    |
| Скоростью химической реакции: изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. | $v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta c}{\Delta t} = c'(t) =$ $= (-50e^{-0,2t})' =$ $= -50e^{-0,2t} \cdot (-0,2) =$ $= 10e^{-0,2t}$ | Скоростью химической реакции: производная концентрации реагирующих веществ по времени. |
| Скорость реакции в момент времени $t = 10 \text{ сек}$                                      | $v(10) = c'(10) =$ $= 10e^{-0,2 \cdot 10} = 10e^{-2}$                                                                                            | Производная концентрации реагирующих веществ по времени в точке 10 сек                 |

Далее студенту может быть предложено привести примеры функций и их производных, используемых для моделирования в химии (см. таблицу 2.4).

Таблица 2.4 – Примеры функций и их производных, используемых для математического моделирования в химии

|    | Переменная  | Функция                                                                                         | Производная                                                                                                                                                       |
|----|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | $t$ – время | $C(t)$ – количество вещества, возникшего в результате некоторой реакции к моменту времени $t$ . | $v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{dC}{dt} = C'(t)$ – скорость протекания реакции                                            |
| 2. | $t$ – время | $v(t)$ – скорость протекания реакции некоторой реакции в момент времени $t$ .                   | $a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = v'(t)$ – ускорение протекания реакции                                           |
| 3. | $t$ – время | $Q(t)$ – количество электричества, протекающего через сечение проводника в момент времени $t$ . | $Q' = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$ – сила тока, выражающая заряд, который проходит за единицу времени через проводник |
| 4. | $t$ – время | $T(t)$ – температура, нагревающегося тела в момент времени $t$ .                                | $T' = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{dT}{dt}$ – скорость нагревания тела                                                         |

Педагогическая направленность формируемой профессиональной компетентности будущих учителей химии определяет возможность введения новых форм организации учебного процесса по математике, когда методические материалы к занятиям разрабатываются самими студентами. Так, студенты могут разрабатывать опорные конспекты, глоссарии основных понятий, информационный блок к практическим занятиям по определённой теме, содержащий основные формулы и алгоритмы, необходимые для работы на занятии [206].

Таким образом, межпредметные связи математики и профессиональных дисциплин в системе подготовки будущих учителей химии являются необходимым условием профессионально ориентированного обучения математике и должны реализовываться во всех элементах методической системы такого обучения: целях, содержании, методах, средствах и организационных формах обучения.

**2.2.3. Моделирование профессионально ориентированной учебной деятельности в самостоятельной работе будущих учителей химии.** Новая парадигма высшего профессионального образования ориентирует учебный процесс в высшей школе на создание у студентов возможностей занимать не просто активную, но и творческую, инициативную позицию, направленную на приобретение опыта их будущей профессиональной деятельности. В связи с этим, особенную актуальность приобретает организация самостоятельной работы студентов с последующей диагностикой результатов учебной деятельности, что, в свою очередь, требует четкого согласования самостоятельной работы с целями обучения, воспитания и самообразования будущего учителя химии.

В системе профессиональной подготовки будущего учителя химии вопросы проектирования и организации самостоятельной работы студентов, а также управления ею, особенно актуальны для математических дисциплин, потому что именно они являются фундаментом освоения содержания предметов профессионального цикла, необходимых студентам в их будущей профессиональной деятельности. При этом самостоятельная работа должна рассматриваться в качестве одной из форм учебной деятельности, как во время аудиторных занятий, так и вне аудитории, направленной не только на самостоятельное выполнение определённых заданий, но и одновременно являющейся основой моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности, направленной на овладение методологией математического моделирования в процессе решения как учебных, так и профессионально ориентированных задач.

В терминах теории деятельности это означает [76]:

— осознание цели своей деятельности в терминах осваиваемых способов действий, в том числе математического моделирование химических процессов и явлений, так как очень часто самостоятельная работа студентов ограничивается

только запоминанием определенных математических понятий, формул и алгоритмов, применяемых при решении стандартных задач;

- понимание предметного содержания собственной деятельности, что требует усвоения определенной системы знаний, применяемых в процессе решения как математических, так и профессионально ориентированных задач;

- доминирование, наряду с познавательными, профессиональных мотивов учебной деятельности, создающих благоприятные возможности для освоения студентами способов действий их будущей профессиональной деятельности;

- осуществление проектирования самостоятельной работы студентов преподавателем, в то время, как организация может осуществляться, как преподавателем (в аудитории), так и самим студентом (внеаудиторные виды СРС);

- определение рациональной последовательности выполняемых действий и операций, самоорганизация в распределении их во времени;

- самоконтроль результатов самостоятельной работы, самооценивание достигнутого уровня усвоения содержания математических дисциплин.

Важность правильной организации самостоятельной работы студентов определяется еще и тем, что согласно учебным планам специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» из 612 учебных часов предусмотрено 332 часа самостоятельной работы студента, что составляет 54 % от всего объема учебного времени. Исходя из общего бюджета учебного времени студентов, на самостоятельную работу по математике приходится 4,75 часа в неделю или примерно 1 час в день при ежедневной работе во время ученой недели.

Место проведения внеаудиторной самостоятельной работы определяется студентами индивидуально. Однако, при наличии электронных средств обучения, которые направлены на организацию самостоятельной работы студентов, они могут выполнять СРС в привычной для них обстановке в удобное время.

Для организации самостоятельной работы студентов как одного из видов профессионально ориентированной учебной деятельности, необходимо на основе деятельностного подхода создать начальные условия для осуществления этой деятельности, которые должны содействовать процессу усвоения студентами содержания обучения математике, формирования у них способов действий их будущей профессиональной деятельности. Это объясняется тем, что эпицентром самостоятельной работы студентов в профессионально ориентированной учебной деятельности по математике выступает профессионально ориентированная задача, связанная с необходимостью математического моделирования химического процесса или явления, которая предлагается студентам на лекции, практических занятиях, для коллективной работы, во внеаудиторное время, для индивидуального решения. При этом задача, решаемая методом математического моделирования, тесно связана с учебным материалом и представляет собой одну из возможных форм презентации его прикладной направленности, а учебно-информационный материал, заложенный в структуре задачи, выступает не только как предмет собственно познавательной деятельности студентов, но и как средство осуществления профессиональной деятельности будущего учителя химии.

Таким образом, при обучении математике будущих учителей химии задачи, решаемые методом математического моделирования, играют особую роль в организации их самостоятельной работы, выступая как средства конструирования содержания математического образования в форме профессионально ориентированных задач и как средство формирования умений применять математический инструментарий для решения и исследования различных химических задач.

Кроме этого, доминирующим видом самостоятельной работы для студентов химических специальностей должны стать *творческие самостоятельные работы*, такие, как доклады на студенческие научно-методические конференции, студенческие учебные научные статьи, студенческие научные работы на конкурс.

Приведем примеры выполнения студентами таких работ. Так, после изучения тем «Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной», а также «Дифференциальные уравнения», студентам может быть предложено написать доклад на СНТК на тему: «Расчет константы скорости необратимой реакции второго порядка». Для этого преподавателем должно быть составлено техническое задание и предложена литература, в которой студент может найти необходимые для выполнения задания сведения. Техническое задание может иметь вид:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ НАПИСАНИЯ ДОКЛАДА НА  
СТУДЕНЧЕСКУЮ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКУЮ КОНФЕРЕНЦИЮ  
«РАСЧЕТ КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ НЕОБРАТИМОЙ РЕАКЦИИ  
ВТОРОГО ПОРЯДКА»:

*В системе протекает некоторая химическая реакция.*

- 1. Определить зависимость концентрации реагентов и продуктов реакции от времени при условии, что начальные концентрации реагентов не равны друг другу.*
- 2. Показать, как определяется константа скорости реакции методами интегрирования дифференциальных уравнений.*

Также студентам должны быть предоставлены правила написания доклада: Доклад должен содержать логически связанные разделы. Разделы должны начинаться заголовком, выделенным жирным шрифтом.

**I. Введение** (описание проблемы в общем виде. Автор должен выделить из общей проблемы ту часть, которую он исследует).

**II. Постановка задачи** (формулирование цели и методов исследования).

**III. Результаты** (описание основного материала исследования и полученных результатов).

**IV. Выводы** (практическая значимость полученных результатов).

**V. Литература** (список использованных литературных источников).

Обязательно преподаватель должен предложить литературу, на которую должен опираться студент при написании доклада. В данном случае это могут

быть источники [28, 118], в которых содержится информация как по математике [28], так и по разделам химии, используемым для решения поставленной задачи [118].

Работа студента заключается в том, чтобы, на основании изучения предложенной литературы, выполнить техническое задание, написать доклад и оформить его по заданным правилам. Так, на основании изучения книги А. В. Леванова по химической кинетике [118] студентом может быть написано введение, приведенное ниже.

***I. Введение.** Химическая кинетика изучает протекание химических реакций во времени, их механизм (стадии и промежуточные частицы), а также реакционную способность химических соединений. В научном становлении студента-химика она играет важную роль, поскольку знакомит с методами исследования процессов, протекающих во времени, а также развивает и углубляет представления о химических реакциях и свойствах веществ.*

*В химической кинетике можно выделить следующие направления: экспериментальное изучение временных закономерностей протекания химических реакций и связи между скоростью реакции и условиями ее проведения, выявление факторов, влияющих на скорость и направление реакций; изучение механизмов химических процессов (определение элементарных стадий и выявление промежуточных продуктов); построением и анализ математических моделей химических процессов; изучение реакций с участием активных частиц (свободные атомы, радикалы, ионы, возбужденные молекулы и пр.); исследование связи между строением молекул и реакционной способностью; изучение динамики элементарного акта химической реакции.*

*Одной из задач, стоящих перед химической кинетикой, является определение концентраций всех веществ, участвующих в реакции, в любой момент времени, для чего необходимо знать зависимость скорости реакции от концентраций. Решение этой задачи осуществляется методами дифференциального и интегрального исчисления.*

Далее, для формулирования постановки задачи, студентом должно быть использовано техническое задание, предоставленное ему преподавателем, в которое должна быть добавлено конкретное задание химического содержания:

**II. Постановка задачи.** Цель данной работы – показать, как определяется константа скорости реакции первого порядка методами интегрирования дифференциальных уравнений.

В системе протекает химическая реакция  $A \rightarrow Z$  с константой скорости  $k$ , где  $A$ ,  $Z$  – участники реакции. Пусть в начальный момент времени концентрации веществ  $[A]$  и  $[Z]$  равны соответственно

$$[A]_0 = a; [Z]_0 = 0. \quad (2.37)$$

На основании этих данных требуется определить зависимость концентрации участников реакции ( $A$  и  $Z$ ) от времени  $t$ .

Пункт «Результаты» должен содержать решение поставленной задачи с использованием предлагаемых методов. При этом должны приводиться ссылки на литературу, в которой описаны используемые методы, законы и зависимости. Все переменные, используемые в формулах и уравнениях, должны быть описаны. Уравнения и зависимости, используемые в преобразованиях, должны быть пронумерованы.

**III. Результаты.** Скорость рассматриваемой химической реакции

$$w = -\frac{d[A]}{dt} = \frac{d[Z]}{dt}.$$

Согласно основному постулату химической кинетики скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведенных в некоторые степени, поэтому для скорости реакции имеем равенство [118, с.9]:

$$w = k[A].$$

Таким образом, система дифференциальных уравнений химической кинетики, описывающая изменение концентраций участников реакции с течением времени, имеет следующий вид:

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]; \quad \frac{d[Z]}{dt} = k[A]. \quad (2.38)$$

Получим две задачи Коши (2.37-2.38) для нахождения величин  $[A]$  и  $[Z]$ . Уравнения в системе (2.38) – это дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными [28]. Вначале найдем концентрацию вещества  $[A]$ , решив дифференциальное уравнение

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A] \quad (2.39)$$

при начальном условии  $[A]_0 = a$ .

Разделим в уравнении (2.39) переменные:

$$\frac{d[A]}{[A]} = -kdt. \quad (2.40)$$

Уравнение (2.40) является уравнением с разделёнными переменными [28]. Интегрируя уравнение (2.40), получим:

$$\int \frac{d[A]}{[A]} = -k \int dt; \quad \ln[A] = -kt + C, \quad C = \text{const}. \quad (2.41)$$

Полученное равенство (2.41) является общим интегралом дифференциального уравнения (2.39). Для нахождения частного интеграла, удовлетворяющего начальному условию  $[A]_0 = a$ , подставим в (2.41)  $t = 0$ ,  $[A] = a$ , получим:

$$C = \ln a. \quad (2.42)$$

Подставляя выражение (2.42) в (2.41), получим частный интеграл дифференциального уравнения (2.39):

$$\ln[A] = -kt + \ln a. \quad (2.43)$$

Из (2.43) получаем частное решение:

$$[A] = a \cdot e^{-kt}. \quad (2.44)$$

Согласно закону сохранения массы  $[A] + [Z] = a$ , откуда с учетом (2.44) получаем:

$$[Z] = a \cdot (1 - e^{-kt}). \quad (2.45)$$

Из выражения (2.43) находим константу скорости реакции:

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{[A]}.$$

**V. Выводы.** В докладе найден метод расчета константы скорости необратимой реакции первого порядка. Также рассмотрено применение интегралов в химии, показано, как определяется константа скорости реакции методами интегрирования дифференциальных уравнений.

Отметим, что в данном случае имеет место нетипичная по форме внеаудиторная самостоятельная работа студентов, которая выступает как форма учебного и научного познания. Внутренним содержанием этого исследования является самостоятельно подобранная студентом задача, найденный им способ её решения, проведенный им анализ этого решения. Пример подготовленного студентами под нашим руководством доклада на студенческой научно-методической конференции приведен в приложении Д.

Более серьезной методической подготовки требует организация самостоятельной работы, во время которой происходит моделирование профессионально ориентированной учебной деятельности. В этом случае студентам должна быть предложена своеобразная схема работы с учебной информацией, которая, кроме традиционной информации (название темы, ключевые вопросы, рассматриваемые в теме, перечень литературных источников, форма контроля, сроки выполнения работы и т. д.), должна также содержать методическую последовательность учебных действий студентов, и может меняться в зависимости от уровня подготовки студента, его индивидуальной особенности к усвоению содержания математических дисциплин. Подобная схема может иметь вид, приведенный на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10 – Схема моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности по математике во время самостоятельной работы студентов

Реализация подобной методической стратегии в организации самостоятельной работы студентов химических специальностей способствует:

- индивидуализации выбора студентами научного уровня информационного блока темы (источников учебной информации);
- развитие навыков творческого мышления при построении математических моделей химических процессов и явлений;
- формированию профессиональной компетентности студентов.

### **2.3. Применение средств информационно-коммуникационных технологий в профессионально ориентированном обучении математике будущих учителей химии**

**2.3.1. Компьютерная диагностики уровня и структуры учебной мотивации и педагогических способностей студентов-химиков.** Проблема формирования мотивации обучения, как отмечает В. И. Чирков [217], является одной из важнейших проблем в педагогике и педагогической психологии. К учебному процессу в образовательной организации ВПО привлечены молодые люди, у которых идет формирование личности, поэтому проблема состоит в том, чтобы найти методы и средства повышения мотивации обучения, способствующие максимальному развитию личностных качеств студентов, необходимых для их успешной профессиональной деятельности. Преподавателям нередко приходится сталкиваться с проблемой непонимания студентами необходимости изучения тех или иных дисциплин. У студентов-первокурсников химических специальностей часто возникает вопрос: «Зачем изучать математику?»

В результате складывается ситуация недостаточной мотивированности студентов к изучению математики. Причины отсутствия у студентов мотивации к занятиям по математике разные. Способ выбора абитуриентом специальности значительно сказывается на мотивации обучения студента: если будущая профессия выбрана неосознанно, случайно, то у обучаемого, как правило, слабая мотивация к учебе; при осознанном выборе для него характерна сильная мотивация. Наличие профессиональной мотивации, активности студентов способствуют повышению качества усвоения содержания обучения. Созданию профессиональной мотивации к обучению способствует установлению межпредметных связей курса математики с дисциплинами, такими, как: «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Методика преподавания химии» и др.

Было проведено анкетирование студентов первого и второго курсов специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» по составленной нами анкете на основании рекомендаций в работе [76]. Анкета и результаты анкетирования представлены в приложении Е. Как можно видеть из результатов, 60 % студентов указывают, что изучают математику потому, что она пригодится в будущей профессии, 70 % студентов считают, что математика необходима в их будущей профессии. В то же время 40 % опрошенных указывают, что математические задания, которые имеют химическую направленность, интересуют их только в том случае, если они не сложные, а 45 % – на недостаточную математическую подготовку.

Пути повышения мотивации к обучению математике ОО ВПО видим в обеспечении следующих факторов:

- привлечение студента к деятельности на всех этапах обучения;
- профессиональной направленности обучения математике;
- адаптации студентов 1-го курса к обучению в ОО ВПО;
- обеспечение преемственности в обучении математике;
- создание межпредметных связей математики и профессиональных дисциплин;
- использование ИКТ в обучении.

Изучение уровня учебной мотивации студентов мы осуществляли по методике, предложенной Н. Ц. Бадмаевой [32]. Методика содержит утверждения, характеризующие мотивы учения, выделенные А. Н. Леонтьевым [122], а также утверждения, характеризующие мотивы учения, полученные в результате опроса студентов и школьников. Это коммуникативные, профессиональные, учебно-познавательные, широкие социальные мотивы, а также мотивы творческой самореализации, избегания неудачи и престижа.

В тесте предлагается оценить по 5-балльной системе приведенные мотивы учебной деятельности по значимости для респондента. 1 балл соответствует минимальной значимости мотива, 5 баллов – максимальной.

Н. Ц. Бадмаевой [32] предложены мотивы учебной деятельности, которые сформулированы как ответ на вопрос: «Почему я учусь?». Анкета для диагностики мотивации по этой методике, которая содержит 34 вопроса, приведена в Приложении Ж. При интерпретации результатов тестирования подсчитывается средний показатель по каждой шкале опросника.

Было проведено тестирование 60 студентов химических направлений подготовки и специальностей с целью выявления доминирующих мотивов учебной деятельности. Оказалось, что у большинства наблюдается наличие комбинации мотивов по двум или трем шкалам. При этом у большинства студентов доминирующими мотивы творческой самореализации (68 %) и профессиональные мотивы (44 %), а также учебно-познавательные мотивы (40 %), которые комбинируются с другими менее значимыми мотивами.

Еще одной методикой, позволяющей определить уровень и направленность мотивационной сферы студентов является методика диагностики личности на мотивацию к успеху Т. Элерса [215].

Личностный опросник (Приложение И) предназначен для диагностики выделенной Хекхаузенем мотивационной направленности личности на достижение успеха [215]. Стимульный материал представляет собой 41 утверждение, на которые испытуемому необходимо дать один из 2 вариантов ответов «да» или «нет». Тест относится к моношкальным методикам. Степень выраженности мотивации к успеху оценивается количеством баллов, совпадающих с ключом.

Важным фактором профессионального становления будущего учителя химии является развитие у него педагогических способностей, личностная предрасположенность к педагогической профессии.

Е. А. Климов определяет пять схем профессиональной деятельности: "Человек-природа", "Человек-техника", "Человек-знак", "Человек-образ", "Человек-человек" [101]. Педагогическая профессия относится к профессиям типа "Человек-Человек". Согласно Е. А. Климову, этот тип профессий определяется хорошим самочувствием в ходе работы с людьми, способностью мысленно

ставить себя на место другого человека, потребностью в общении, способностью быстро понимать намерения и настроение других людей, способностью быстро разбираться во взаимоотношениях людей и т.д.

Для определения предрасположенности к одному из типов профессий, по Е. А. Климову, нами разработан опросник, приведенный в приложении К. Как показывает опрос, проведенный среди студентов химического факультета – будущих учителей химии, 63 % респондентов имеют предрасположенность к профессиям типа «Человек-человек».

Для изучения уровня развития педагогических способностей студентов, мы использовали подход, предложенный М. В. Фоминых в работе [214] для оценки педагогических способностей преподавателей иностранного языка. Нами было адаптировано 7 методик оценки педагогических способностей учителя химии (приложение Л), а именно:

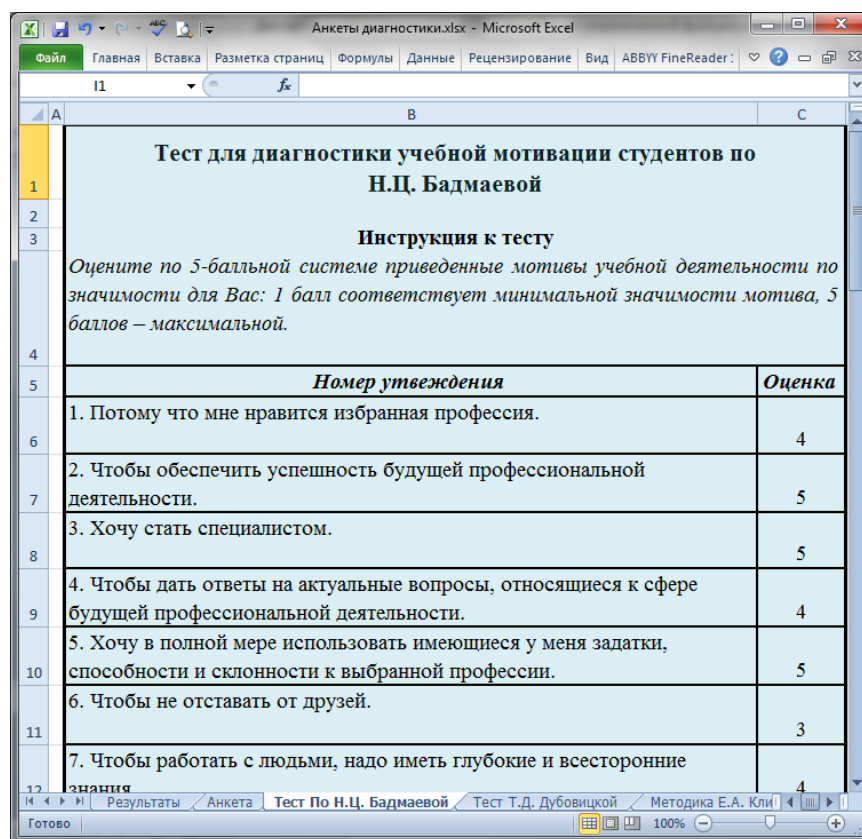
- познавательных способностей;
- организационных способностей;
- организаторских способностей;
- коммуникативных способностей;
- экспрессивно-речевых способностей;
- организаторских педагогических способностей;
- коммуникативных педагогических способностей.

Описанные методики могут быть использованы для диагностики и самодиагностики будущих учителей химии. С этой целью нами разработана программа в пакете Microsoft Excel, получившая название «Электронное портфолио студента» (Приложение М1).

*Назначение программы* – диагностика уровня сформированности и структуры учебной мотивации, сформированности мотивации на успех, отношения студентов к изучению математики и уровня развитости у них педагогических способностей и предрасположенности к педагогической деятельности.

### Структура программы:

1. Тест для диагностики учебной мотивации студентов по методике Н. Ц. Бадмаевой (рисунок 2.11).
2. Тест для диагностики личности на мотивацию к успеху Т. Элерса (рисунок 2.12).
3. Анкета для выявления отношения студентов химических специальностей к необходимости изучения математики (рисунок 2.13).
4. Опросник для определения предрасположенности к одному из типов профессий по Е. А. Климову (рисунок 2.14).
5. Тесты для диагностики педагогических способностей (рисунок 2.15)
6. Результаты диагностики (рисунок 2.16).



| Тест для диагностики учебной мотивации студентов по Н.Ц. Бадмаевой                                                                                                        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Инструкция к тесту                                                                                                                                                        |        |
| Оцените по 5-балльной системе приведенные мотивы учебной деятельности по значимости для Вас: 1 балл соответствует минимальной значимости мотива, 5 баллов – максимальной. |        |
| Номер утверждения                                                                                                                                                         | Оценка |
| 1. Потому что мне нравится избранная профессия.                                                                                                                           | 4      |
| 2. Чтобы обеспечить успешность будущей профессиональной деятельности.                                                                                                     | 5      |
| 3. Хочу стать специалистом.                                                                                                                                               | 5      |
| 4. Чтобы дать ответы на актуальные вопросы, относящиеся к сфере будущей профессиональной деятельности.                                                                    | 4      |
| 5. Хочу в полной мере использовать имеющиеся у меня задатки, способности и склонности к выбранной профессии.                                                              | 5      |
| 6. Чтобы не отставать от друзей.                                                                                                                                          | 3      |
| 7. Чтобы работать с людьми, надо иметь глубокие и всесторонние знания                                                                                                     | 4      |

Рисунок 2.11 – Тест для диагностики учебной мотивации студентов по методике Н.Ц. Бадмаевой

Анкеты диагностики.xlsx - Microsoft Excel

Методика диагностики личности на мотивацию к успеху Т. Элерса

Личностный опросник. Предназначен для диагностики, выделенной Хекхаузенем, мотивационной направленности личности на достижение успеха. Стимульный материал представляет собой 41 утверждение, на которые испытуемому необходимо дать один из 2 вариантов ответов «да» или «нет». Тест относится к моношкальным методикам. Степень выраженности мотивации к успеху оценивается количеством баллов, совпадающих с ключом.

**Инструкция:**  
Вам будет предложен 41 вопрос, поставьте 1 под ответом "да" или "нет"

| Вопросы                                                                                                               | Ответы |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|
|                                                                                                                       | Да     | Нет |
| 1. Когда имеется выбор между двумя вариантами, его лучше сделать быстрее, чем отложить на определенное время.         |        |     |
| 2. Я легко раздражаюсь, когда замечаю, что не могу на все 100 % выполнить задание                                     |        |     |
| 3. Когда я работаю, это выглядит так, будто я все ставлю на карту.                                                    |        |     |
| 4. Когда возникает проблемная ситуация, я чаще всего принимаю решение одним из последних.                             |        |     |
| 5. Когда у меня два дня подряд нет дела, я теряю покой.                                                               |        |     |
| 6. В некоторые дни мои успехи ниже средних.                                                                           |        |     |
| 7. По отношению к себе я более строг, чем по отношению к другим.                                                      |        |     |
| 8. Я более доброжелателен, чем другие.                                                                                |        |     |
| 9. Когда я отказываюсь от трудного задания, я потом сурово осуждаю себя, так как знаю, что в нем я добился бы успеха. |        |     |
| 10. В процессе работы я нуждаюсь в небольших паузах для отдыха.                                                       |        |     |

Тест Т.Д. Дубовицкой / Методика Е.А. Климова / Методика Т. Элерса / Позноват. / Организац. / Организат. / Коммуникат. / 3

Рисунок 2.12 – Тест на основе методики Т. Элерса

Электронное портфолио студента.xlsx - Microsoft Excel

АНКЕТА

для выявления отношения студентов к необходимости изучения математики и применения математических знаний в будущей профессиональной деятельности

**ИНСТРУКЦИЯ**  
Выберите вариант ответа и укажите его номер в колонке справа от вопроса

| Вопросы                                                                                              | Ответы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Выразите Ваше отношение относительно необходимости изучения математики:                           | 2      |
| 1) затрудняюсь ответить;                                                                             |        |
| 2) я не люблю математику, но изучать её необходимо;                                                  |        |
| 3) я не люблю математику и не хочу её изучать, потому что она не пригодится мне в будущей профессии; |        |
| 4) я изучаю математику, потому что она пригодится мне в будущей профессии;                           |        |
| 5) я изучаю математику, потому что она мне нравится, но в будущей профессии она мне не понадобится.  |        |
| 2. Пригодится ли Вам математика в будущей профессии?                                                 | 3      |
| 1) не могу ответить;                                                                                 |        |
| 2) совсем нет;                                                                                       |        |
| 3) маловероятно;                                                                                     |        |
| 4) пригодится.                                                                                       |        |

Результаты / Анкета / Тест По Н.Ц. Бадмаевой / Методика Е.А. Климова / Методика Т. Элерса

Рисунок 2.13 – Анкета для выявления отношения студентов химических специальностей к необходимости изучения математики

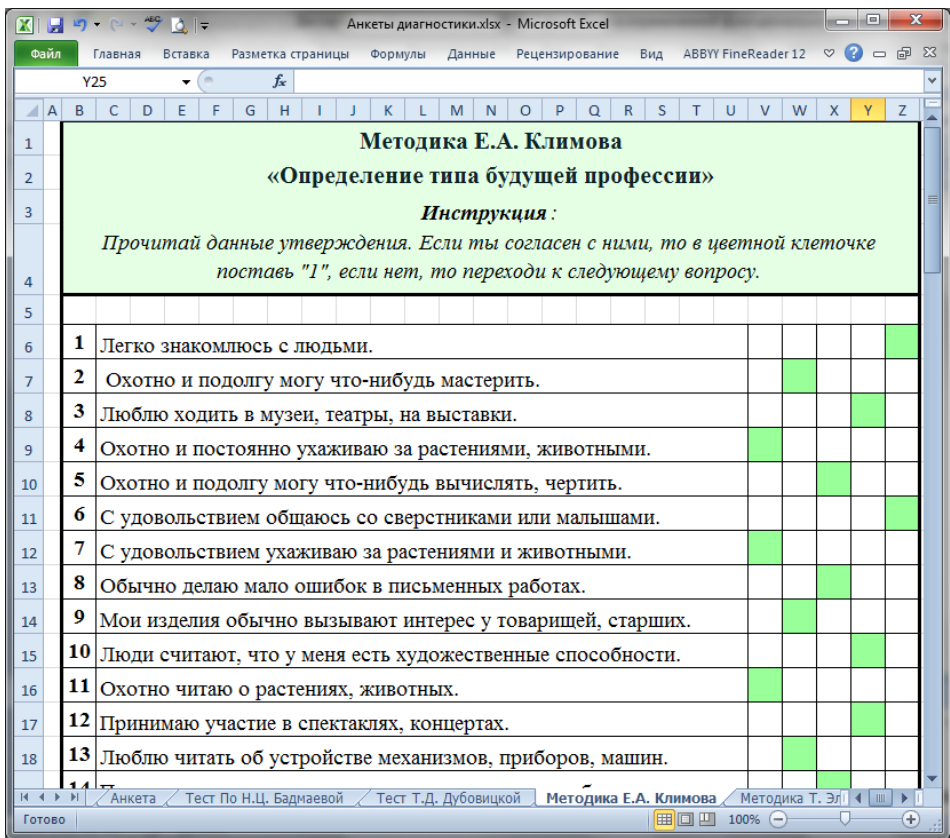


Рисунок 2.14 – Опросник для определения предрасположенности к одному из типов профессий по Е.А.Климову

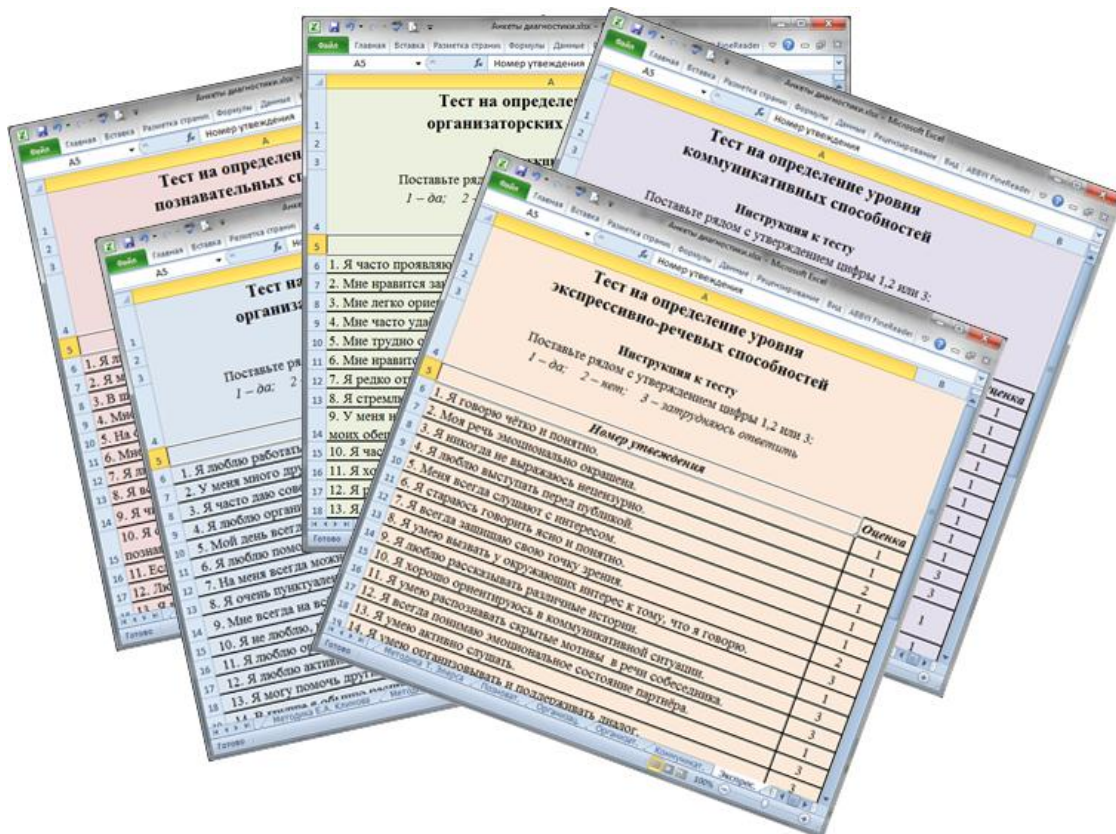


Рисунок 2.15 – Тесты для диагностики педагогических способностей

| Результаты диагностики                   |            |
|------------------------------------------|------------|
| Фамилия:                                 | Кретьова   |
| Имя:                                     | Елена      |
| Пол (М, Ж):                              | Ж          |
| Учебное заведение:                       | ДонНУ      |
| Группа:                                  | б (хим)    |
| Оценка по математике за прошлый семестр: | 92 А       |
| Дата проведения:                         | 17.04.2016 |



| Результаты теста по Н. Ц. Бадмаевой на определение уровня и структуры учебной мотивации |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Уровень мотивации:</b>                                                               | <b>Средний</b>          |
| <i>Название шкалы</i>                                                                   | <i>Среднее значение</i> |
| Коммуникативные мотивы:                                                                 | 4,00                    |
| Мотивы избегания:                                                                       | 2,20                    |
| Мотивы престижа:                                                                        | 3,00                    |
| Профессиональные мотивы:                                                                | 4,50                    |
| Мотивы творческой самореализации:                                                       | 4,00                    |
| Учебно-познавательные мотивы:                                                           | 4,00                    |
| Социальные мотивы:                                                                      | 3,20                    |

|                                                                                                                                                               |                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Результат анкетирования на отношение к необходимости изучения математики и применения математических умений и знаний в будущей профессиональной деятельности: | <b>42</b><br><i>Частично положительное</i> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|

|                                                                        |                                              |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Тест на определение уровня организаторских педагогических способностей | <b>48</b><br><i>Средний уровень развития</i> |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|

|                                                            |                        |
|------------------------------------------------------------|------------------------|
| Методика Е.А. Климовна определение типа будущей профессии: | <b>Человек-техника</b> |
|------------------------------------------------------------|------------------------|

|                                                        |                                                                          |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Тест на определение уровня познавательных способностей | <b>40</b><br><i>Средний уровень развития познавательных способностей</i> |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

|                                                               |                                              |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Методика диагностики личности на мотивацию к успеху Т. Элерса | <b>0</b><br><i>Низкая мотивация к успеху</i> |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|

|                                                         |                                                                          |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Тест на определение уровня организационных способностей | <b>20</b><br><i>Низкий уровень развития организационных способностей</i> |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

|                                                         |                                                                           |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Тест на определение уровня организаторских способностей | <b>41</b><br><i>Средний уровень развития организаторских способностей</i> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

|                                                         |                                                                           |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Тест на определение уровня коммуникативных способностей | <b>55</b><br><i>Высокий уровень развития коммуникативных способностей</i> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

|                                                              |                                                                                |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Тест на определение уровня экспрессивно-речевых способностей | <b>48</b><br><i>Средний уровень развития экспрессивно-речевых способностей</i> |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                        |                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тест на определение уровня коммуникативных педагогических способностей | <b>49</b><br><i>Высокий уровень развития коммуникативных педагогических способностей</i> |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|

Рисунок 2.16 – Результаты диагностики

Таким образом, предложенная программа позволяет студенту самому определить уровень своей мотивации к изучению математики, её структуру, уровень развития педагогических способностей, что необходимо для самоанализа, рефлексии. Преподаватель же по проведенной диагностике может делать выводы о мотивационной сфере, как отдельного студента, так и группы или потока в целом и корректировать свою работу.

**2.3.2. Мультимедийные презентации как средство реализации профессиональной направленности обучения математике будущих учителей химии.** Сегодня, в условиях стремительного развития информационно-коммуникационных технологий, изменения структуры и содержания высшего профессионального образования, особое значение приобретает подготовка будущих специалистов к полноценной жизни в современном информационном обществе [179]. В последнее время наблюдается уменьшение времени, отводимого на изучение дисциплин, а требуемый объем знаний, которым должен овладеть студент для полноценной и плодотворной профессиональной деятельности, наоборот увеличивается. В связи с этим перспективным направлением является использование в процессе обучения математике информационно-коммуникационных технологий.

На наш взгляд, особое внимание заслуживают такие программно-методические средства ИКТ, как демонстрационные программы, в частности, мультимедийные презентации.

Следует отметить, что современное обучение невозможно представить без технологий мультимедиа [5]. Они позволяют использовать информацию, представленную в различных видах: текст, схемы, таблицы, диаграммы, иллюстрации, фотографии, звук, видео, анимацию и т.п. Особенностью мультимедийных презентаций является их особая насыщенность содержанием и интерактивность, то есть способность активно и адекватно реагировать на действия пользователя.

Проблема широкого применения мультимедиа и мультимедийных

технологий, в частности, мультимедийных презентаций в сфере образования, в последнее время вызывает повышенный интерес в педагогической науке. Вопросами создания и использования средств ИКТ и мультимедиа учебного назначения занимались Г. О. Аствацатуров [25], А. Г. Барышкин [34], И. В. Белицин [37], О. Н. Гончарова [53], В. С. Круглик [113], О. А. Мищенко [136], О. Г. Молянинова [137], Е. И. Скафа и О. В. Тутова [183], Р. П. Явич [224] и др.

Г. О. Аствацатуров [25] определяет мультимедиа как собирательное понятие, обозначающее многообразие технологий и форм взаимодействия визуальных и аудиоэффектов под управлением интерактивного программного обеспечения, то есть эффективного информационного взаимодействия.

Под мультимедийными средствами обучения А. А. Кириченко [100] понимает дидактические средства, характеризующиеся комплексной организацией учебной и научной информации, обеспечивающие интерактивное и непрерывное взаимодействие субъектов обучения между собой и позволяющие оперативно и качественно управлять индивидуальной учебно-познавательной и профессионально ориентированной учебной деятельностью при обучении студентов.

Одним из самых распространенных программных продуктов, позволяющих создавать мультимедийные презентации, является программа Microsoft PowerPoint. С одной стороны, она является достаточно простым программным обеспечением, не требующим от преподавателя специальных знаний, с другой – для ее демонстрации необходим минимальный набор технических средств (например, компьютер, проекционный экран и проектор и т.п.).

Как считают А. Г. Барышкин [34], А.Н. Вернигора [45], А. С. Гребёнкина [60], Т. Н. Губина [61], Е. И. Скафа и О. В. Тутова [183] и др., использование мультимедийных презентаций имеет следующие основные преимущества:

- допускает использование цветной графики, анимации, звукового сопровождения, видеоматериалов, гипертекста, что позволяет сделать изложение учебного материала ярким и наглядным;
- дает возможность размещения в них интерактивных web-элементов, например, тестов или рабочей тетради;

- допускает возможность нелинейности прохождения материала, благодаря множеству гиперссылок;
- предоставляет возможность демонстрировать динамические процессы и интерактивные модели;
- объединяет устный теоретический материал с демонстрацией презентации, что позволяет концентрировать внимание студентов на особо важных моментах учебного материала;
- позволяет студентам использовать учебный материал в виде презентационных программ при самостоятельной работе;
- является одной из форм проектной деятельности студентов;
- способствует повышению мотивации, увеличению интереса к обучению, активизирует учебно-познавательную деятельность студентов;
- способствует формированию ИКТ-компетентности и др.

Таким образом, для формирования мотивации к изучению математики студентов-химиков целесообразно использовать мультимедийные презентации, т.к. это самое удобное средство для передачи информации.

Основными преимуществами использования мультимедийных презентаций при обучении математике студентов химических специальностей являются:

- возможность использования мультимедийных презентаций как при аудиторной работе, так и в самостоятельной работе студентов;
- компьютерные презентации могут использоваться как для занятий с непосредственным участием докладчика (преподавателя), так и без его участия (например, для самообразования);
- потенциальная возможность интерактивности позволяет компьютерные презентации адаптировать под особенности восприятия обучающимися учебного материала;
- временная интерактивность позволяет студенту самостоятельно определять начало, продолжительность процесса обучения, а также скорость продвижения по учебному материалу;
- интерактивность при подборе нужной последовательности

отображения учебной информации обеспечивает свободное определение чередования использования фрагментов информации;

- содержательная интерактивность позволяет изменять, дополнять или уменьшать объем информации;

- созданные презентации легко тиражируются, могут демонстрироваться практически на любом компьютере и различных устройствах, способных их воспроизводить, и представляют собой полезное средство аудиовизуальной поддержки любого доклада – выступления на научной конференции.

Деятельность студентов, связанная с планированием, разработкой и созданием примеров компьютерных презентаций, необходима не только для обязательного представления результатов учебного проекта преподавателю для оценки и демонстрации целевой аудитории, но и для содействия развитию у учащихся навыков анализировать, создавать новые продукты деятельности, продуцировать новые идеи, оценивать результаты собственных исследований и работу других [77].

Пользуясь всем вышеперечисленным, нами были разработаны презентации к темам лекционных занятий, содержащие как математический материал, так и примеры его применения при решении профессионально ориентированных задач, исследовании и анализе химических явлений и процессов.

Например, рассмотрим презентацию «Вводная лекция по дисциплине «Математика» для студентов специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

*Назначение программы:* продемонстрировать студентам задачи по химии, для решения которых необходимы различные знания по математике.

*Цель презентации* состоит в том, чтобы повысить мотивацию студентов-химиков к изучению математики.

*Структура программы:*

- заглавный слайд (рис. 2.17);
- мотивирующие слайды (рис. 2.18);
- оглавление (рис. 2.19);

– примеры задач (рис. 2.20, 2.21);

В оглавлении программы задачи разбиты по темам школьного курса математики, что позволяет выбрать интересующую тему в произвольном порядке. Рассмотрены задачи по основным темам: арифметика, комбинаторика, логарифмы, тригонометрия, геометрия, производная, интеграл, векторы и др.



Рисунок 2.17 – Заглавный слайд презентации

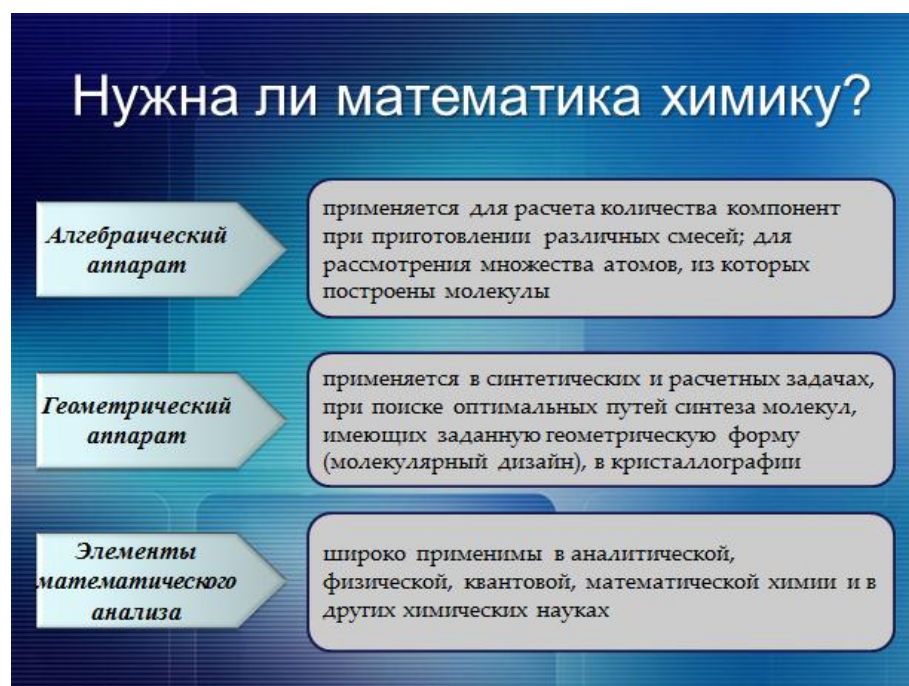


Рисунок 2.18 – Слайд для создания мотивации, демонстрирующий связь математики и химии



Рисунок 2.19 – Слайд с оглавлением

## Комбинаторика

**Задача.** Сколько трипептидов, содержащих три различных аминокислотных остатка, можно составить из 20 аминокислот?

**Решение.**

Пептиды – несимметричные молекулы, для них важен порядок расположения аминокислот.

Поэтому число трипептидов равно числу размещений 20 аминокислот по трем позициям в трипептиде:

$$A_{20}^3 = \frac{20!}{(20-3)!} = 20 \cdot 19 \cdot 18 = 6840$$

Рис. 2.20 – Слайд с задачей по теме «Комбинаторика»

## Производная

**Задача.** Разложение некоторого химического вещества происходит по закону  $m(t) = m_0 e^{-kt}$ , где  $m(t)$  – масса вещества (в г) в момент времени  $t$  (в с),  $m_0$  – начальная масса,  $k$  – некоторая постоянная. Найдите скорость распада в момент  $t = 8$  с.

**Решение.**

$$v = (m(t))' = (m_0 e^{-kt})' = -km_0 e^{-kt}.$$

$$v(8) = -km_0 e^{-8k}.$$

Рис. 2.21 – Слайд с задачей по теме «Производная»

С помощью созданной презентации студентам удастся показать, что математика является важной и неотъемлемой составляющей их будущей профессиональной деятельности, и ее приложения в химии многочисленны и широко распространены. Математика позволяет химику понять ряд важных понятий, моделировать физические процессы и решать разнообразные задачи. Возможность понимать и применять математику важна независимо от отрасли химии, которую изучает студент, будь то традиционные области, например, неорганическая, органическая и физическая химия, или некоторые из новых разделов, таких, как биохимия, квантовая и экологическая химия.

Также нами разработан цикл лекций-визуализаций (в виде мультимедийных презентаций) к различным темам курса «Математика» (см. Приложение М2).

Лекция-визуализация является визуальной формой подачи лекционного материала техническими средствами обучения (компьютер, мультимедийный проектор, интерактивная доска и т.п.). Использование информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе всегда вызывает интерес у студентов, повышает их активность. По мнению Л. И. Найденовой [145], современные студенты предпочитают не читать и слушать, а наблюдать и действовать.

Подготовка такой лекции состоит в том, что преподаватель меняет учебную информацию по теме лекционного занятия в визуальную форму. Лекция-визуализация должна иметь соответствующую наглядную логику и ритм подачи учебного материала. Очень важно использовать комплекс технических средств обучения, рисунок, цвет, графику, объединение словесной и наглядной информации.

Преподаватель должен подбирать такие демонстрационные материалы и формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами выступают носителями информации. При подготовке лекции-визуализации преподаватель может использовать различные средства представления информации: рисунки, схемы, диаграммы, чертежи, геометрические фигуры, таблицы, анимации, интерактивные модели, видео, звук и т.п. Применение такой лекции сводится к комментированию подготовленных визуальных материалов.

Изучение теоретического материала с помощью лекции-визуализации обеспечивает мгновенное представление информации и дает возможность использовать методы проблемного обучения, благодаря чему студенты более активны на занятии, не просто пассивно слушают преподавателя, а принимают участие в обсуждении основных проблем. Заинтересованность материалом дает возможность активизировать внимание [205].

По мнению Е. В. Власенко и И. М. Реутовой [47], с помощью лекционных презентаций представление учебного материала во время лекционных занятий легко можно превратить в динамический, активный процесс. Кроме того, возрастает скорость подачи учебного материала, появляется возможность интерактивного представления нового материала и использования динамических моделей в процессе формирования понятий.

Успешность презентации, по мнению Е. И. Скафы и О. В. Тутовой [183], зависит от того, насколько тщательно перед ее созданием были продуманы и учтены цель (насколько точно определена суть того, о чем необходимо рассказать, подобраны факты, использующиеся для аргументации), аудитория

(насколько учтены особенности конкретной группы студентов) и содержание (насколько продуман сценарий презентации).

При разработке лекций-визуализаций мы придерживались следующих требований, разработанных А. Г. Барышкиным, Т. В. Шубиной и Н. В. Резник [34], к визуализации учебного материала, создавая мультимедийное сопровождение учебного занятия:

- оформление информации на экране должно быть аскетичным и однообразным; количество управляющих кнопок минимальным и расположенным для каждого слайда в одном и том же месте;
- визуальное представление данных должно быть простым и лаконичным;
- при конструировании любого математического образа необходимо, по возможности, использовать все три языка представления знаний (текст – рисунок – формула);
- при представлении на экране геометрической информации и формул необходимо соблюдать точность в воспроизведении ее структур и элементов;
- страница экрана должна полностью включать все содержание фрагмента рассматриваемой теории, акцентируя внимание на главном и более существенном.

Разработанные презентации к лекциям-визуализациям имеют разветвленную структуру и единый набор управляющих кнопок, что позволяет быстро переходить на слайды с нужной информацией и возвращаться на уже рассмотренные. Презентации начинаются с заглавных слайдов и плана лекции, оформленного с помощью гиперссылок, благодаря которым преподаватель может перейти к нужному материалу.

Большая часть лекций-визуализаций помимо изучаемого материала по математике содержит примеры его применения при решении профессионально ориентированных задач. Например, при изучении систем линейных алгебраических уравнений в презентации к лекции-визуализации предлагается задача о расчете смесей сложного состава (см. рис. 2.22) [75].

**Пример 1.**

Пусть требуется приготовить 4250 кг нитрующей смеси следующего состава:

воды ( $b_1$ ) – 22%, азотной кислоты ( $b_2$ ) – 16%, серной кислоты ( $b_3$ ) – 62%  
из меланжа:  $H_2O(a_{11})$  – 5%,  $HNO_3(a_{21})$  – 85% и  $H_2SO_4(a_{31})$  – 10%;  
из олеума:  $H_2O(a_{12})$  – 0%,  $HNO_3(a_{22})$  – 0% и  $H_2SO_4(a_{32})$  – 104%;  
из отработанной кислоты:  $H_2O(a_{13})$  – 30%,  $HNO_3(a_{23})$  – 0%  $H_2SO_4(a_{33})$  – 70%.

Теория

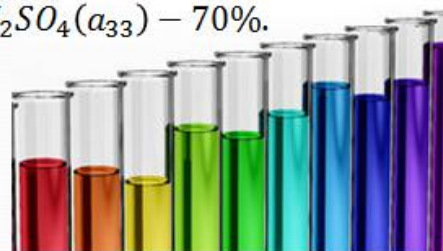


Рис. 2.22 – Слайд с задачей о расчете смесей сложного состава

По гиперссылке внизу слайда можно вернуться на рассмотренный ранее материал по теме, необходимый для решения задачи (см. рис. 2.23).

На основании теоремы Крамера:

$$x_1 = \frac{\Delta_{x_1}}{\Delta}, \quad x_2 = \frac{\Delta_{x_2}}{\Delta}, \quad x_n = \frac{\Delta_{x_n}}{\Delta}$$

где

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

– определитель системы.

Остальные определители получим, заменяя столбец с коэффициентами соответствующей переменной (неизвестного) свободными членами.

Рис. 2.23 – Слайд с теорией для решения задачи

Затем с помощью анимационных эффектов приводится поэтапное решение рассматриваемой задачи (см. рис. 2.24, 2.25).

**Решение**  
Составим систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} 5x_1 + 0x_2 + 30x_3 = 22 \\ 85x_1 + 0x_2 + 0x_3 = 16 \\ 10x_1 + 104x_2 + 70x_3 = 62 \end{cases}$$

Составим определитель системы и вычислим его:

$$\det A = \begin{vmatrix} 5 & 0 & 30 \\ 85 & 0 & 0 \\ 10 & 104 & 70 \end{vmatrix} = 85 \cdot 30 \cdot 104,$$

Определитель основной матрицы отличен от нуля, следовательно, система линейных уравнений имеет единственное решение. Найдем его методом Крамера. Вычислим определители:

$$\det A_1 = 4250 \begin{vmatrix} 22 & 0 & 30 \\ 16 & 0 & 0 \\ 62 & 104 & 70 \end{vmatrix} = 4250 \cdot 16 \cdot 30 \cdot 104,$$

Отсюда расход меланжа (находим неизвестные переменные по формулам)

$$x_1 = \frac{4250 \cdot 16 \cdot 104 \cdot 30}{85 \cdot 104 \cdot 30} = 800,0(\text{кг})$$


Рисунок 2.24 – Первый этап решения примера 1

**Вычислив**

$$\det A_2 = 4250 \begin{vmatrix} 5 & 22 & 30 \\ 85 & 16 & 0 \\ 10 & 62 & 70 \end{vmatrix} = 4250 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 2 \begin{vmatrix} 1 & 11 & 3 \\ 17 & 8 & 0 \\ 2 & 31 & 7 \end{vmatrix} = 4250 \cdot 100 \cdot 280,$$

Получим расход олеума:

$$x_2 = \frac{4250 \cdot 100 \cdot 280}{85 \cdot 104 \cdot 30} = 467(\text{кг})$$

Найдем теперь

$$\det A_3 = 4250 \begin{vmatrix} 5 & 0 & 22 \\ 85 & 0 & 16 \\ 10 & 104 & 62 \end{vmatrix} = 4250 \cdot 104 \cdot (85 \cdot 22 - 16 \cdot 5) = 4250 \cdot 104 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 179$$

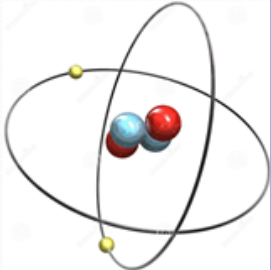
И вычислим расход отработанной кислоты:

$$x_3 = \frac{4250 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 179}{85 \cdot 104 \cdot 30} = 2983(\text{кг})$$


Рисунок 2.25 – Второй этап решения примера 1

При изучении векторной алгебры в лекции-визуализации по соответствующей теме также присутствует рассмотрение профессионально ориентированных задач (например, рис. 2.26).

**Пример 3.**  
Атом гелия движется со скоростью  
 $V = 20\bar{i} - 15\bar{j}$  м/с. Какая его скорость?



**Решение.**  
Так как величина скорости – это модуль вектора скорости, то

$$|\vec{v}| = |20\bar{i} - 15\bar{j}| = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25$$

**Ответ:** Скорость частицы составляет 25 м/с.

Теория

Рисунок 2.26 – Фрагмент презентации с задачей по векторной алгебре

Опыт использования разработанных презентаций свидетельствует об эффективности их применения при обучении математике студентов химических специальностей: использование данных разработок способствует лучшему усвоению абстрактных математических понятий, умению применять изученный материал при рассмотрении профессионально ориентированных задач. Также возрастает мотивированность к изучению темы, повышается активность студентов, активизация их учебно-познавательной деятельности, а также обеспечивается обратная связь во время лекции.

**2.3.3. Компьютерный тренажер в системе профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей.** Применение математического моделирования совместно с компьютерным экспериментом позволяют расширить и углубить знания по различным предметам, усилить прикладную и практическую направленность

обучения как в области математики и информатики, так и в профессиональных дисциплин, выработать навыки систематического использования ИКТ, активизировать творческую деятельность преподавателя и студентов.

Рассмотрим методику использования в обучении математике будущих учителей химии компьютерного тренажера, разработанного по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной» [3] (Приложение МЗ).

Одной из важных тем курса математики является тема «Интегральное исчисление функции одной переменной», позволяющая исследовать математические модели многих химических, физических, биологических и других процессов. В химии интегралы используются для нахождения количества вещества, вступившего в реакцию, расчета изменения термодинамических функций, например, теплового эффекта при нагревании, расчета средних значений физических величин в квантовой химии, для решения дифференциальных уравнений кинетики и термодинамики и т.д. В связи с этим студенты должны не просто овладеть математическим аппаратом по данной теме, но и уметь его применять при решении профессионально ориентированных задач.

На изучение темы «Интегральное исчисление функции одной переменной» предлагается только 32 аудиторных часа, что является недостаточным для изучения данного материала. Поэтому очевидной стала необходимость пересмотра подходов к изучению курса математики для химических факультетов, организации самостоятельной работы студентов, изменения учебно-методического обеспечения. Исходя из этого, предлагаем при обучении математике студентов-химиков использование компьютерного тренажера, разработанного в виде комплекса мультимедийных презентаций. Рассмотрим его более подробно.

Разработанный тренажер содержит:

- *мотивацию*: знакомство студентов с первообразной, интегралом;
- *историческую страничку*: некоторые факты из истории зарождения и развития интегрального исчисления;

– *теоретический материал*: понятие первообразной; таблица и свойства первообразных; физический, геометрический и химический смысл первообразной; понятия и свойства определенного, неопределенного и несобственного интегралов; основные методы интегрирования;

– *систему задач на усвоение темы*: задачи с подробным решением, иллюстрирующие применение изучаемого теоретического материала; решение некоторых профессионально ориентированных задач по изучаемой теме;

– *систему профессионально ориентированных задач по теме*: задачи с пошаговым составлением математических моделей и их подробным решением; тестовые задания для освоения действий по математическому моделированию и по составлению математических моделей рассматриваемых задач;

– *контроль по теме*: самопроверка студентов с помощью тестовых заданий [6].

Содержание тренажера представлено в виде списка презентаций, по которому пользователь может осуществлять навигацию (рис. 2.27). Каждый пункт содержания представлен в виде управляющих кнопок, с помощью которых происходит переход на интересующий материал.

Важную роль в обучении математике играет систематическое использование исторического материала, который повышает интерес к изучению математики, пробуждает критическое отношение к фактам, дает студентам представление о математике как неотъемлемой составляющей общечеловеческой культуры. Именно поэтому была включена в разработанный комплекс презентация исторического содержания.

Кликнув кнопку «*Историческая страничка*», студент переходит на соответствующую презентацию (рис. 2.28), содержащую краткую информацию об истории зарождения и развития интегрального исчисления, происхождении некоторых терминов и обозначений, и об известных математиках, внесших большой вклад в развитие данного направления.

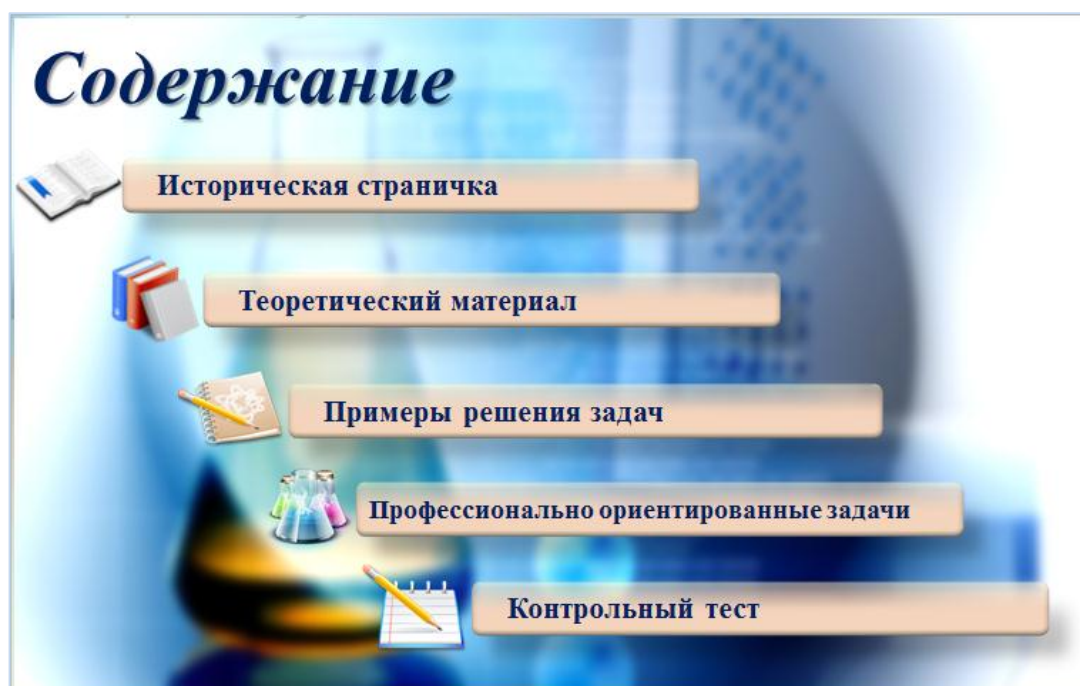


Рисунок 2.27 – Фрагмент страницы содержания программы

К 80-м годам XVII в. Решение задач интегрального исчисления (вычисление площадей, объемов и др.) достигло достаточно высокого уровня развития.

Наконец, была установлена взаимосвязь двух важнейших операций: определенного интегрирования и дифференцирования.

$$\int f(x) dx = F(x),$$

где  $F'(x) = f(x)$ .

Назад      Главная      Далее

Рисунок 2.28 – Пример слайда презентации «Историческая страничка»

Основой изучения любой темы является теоретический материал. Следует отметить, что он по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной», с целью легкого и быстро доступа к необходимой информации, разбит на темы «Первообразная», «Неопределенный интеграл», «Определенный

интеграл», «Несобственный интеграл», которые в свою очередь также делятся на подтемы.

Например, на рисунке 2.29 приведен фрагмент содержания темы «Первообразная». Каждая такая подтема содержит как теоретическую информацию, так и примеры решения задач по соответствующему направлению.



Рисунок 2.29 – Содержание презентации по теоретическому материалу темы «Первообразная»

Рассмотрим, например, первую подтему мультимедийной презентации «Первообразная». Цель данного пункта заключается в подведении под понятие первообразной, объяснении необходимости нахождения первообразной функции на примере задачи, а также в первичном закреплении навыка нахождения первообразной функции.

Введение понятия первообразной основывается на ее физическом смысле: по известной скорости прямолинейного движения материальной точки восстановить закон ее движения. Аналогично рассматривается и задача химического содержания (рис. 2.30): если известна скорость  $v = v(t)$  протекания химической реакции, показывающая количество вещества, реагирующего в

единицу времени, то законом реакции будет функция  $m = m(t)$ , такая, что  $m'(t) = v(t)$ .

**Пример 2.** Скорость химического превращения некоторого вещества, участвующего в химической реакции, есть функция времени  $v = \frac{1}{3}t^2 - t$ . Найти закон химической реакции.

**Решение.**

Пусть  $m = m(t)$  – искомый закон химической реакции.



Назад      Содержание      Далее

Рисунок 2.30 – Фрагмент подтемы «Введение в первообразную»

Следует также отметить, что помимо подведения под понятие данная подтема носит и мотивационный характер.

В разделе «Примеры решения задач» представлены основные (типовые) задачи по изучаемой теме с подробным решением и пояснением.

В данном разделе рассмотрены задачи, демонстрирующие:

- непосредственное нахождение первообразной (с помощью таблицы и свойств первообразной);
- физический и геометрический смысл первообразной;
- нахождение неопределенного интеграла (рассмотрены примеры решения задач с помощью метода непосредственного интегрирования, метода замены переменной, метода интегрирования по частям);
- вычисление определенного интеграла (с помощью формулы Ньютона-Лейбница, метода интегрирования заменой переменной, метода интегрирования по частям; несобственные интегралы);
- геометрические и физические приложения определенного интеграла (вычисление площадей плоских фигур, длины дуги плоской кривой, объема тела,

площади поверхности вращения; механические приложения определенного интеграла);

– химическое приложение интегрального исчисления (рис. 2.31).

**Пример 2.**

**Решение.**

Определите значение средней молярной теплоемкости аммиака в интервале температур от 250 до 350 К, если истинная теплоемкость выражается уравнением:

$$C_p = 24,78 + 37,52 \cdot 10^{-3} T - 7,38 \cdot 10^{-6} T^2 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

Воспользуемся уравнением  $\bar{C}_p = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$ , показывающем связь средней и истинной теплоемкости. Для данной задачи получим:

$$\bar{C}_p = \frac{1}{350 - 250} \int_{250}^{350} (24,78 + 37,52 \cdot 10^{-3} T - 7,38 \cdot 10^{-6} T^2) dT =$$

$$\frac{1}{350 - 250} \left[ 4,78(350 - 250) + \frac{37,52 \cdot 10^{-3}}{2} (350^2 - 250^2) - 2 \frac{7,38 \cdot 10^{-6}}{3} (350^3 - 250^3) \right] =$$

$$= 24,78 + 18,76 \cdot 10^{-3} (350 - 250) - 2,46 \cdot 10^{-6} (350^3 + 350 \cdot 250 + 250^3) = 35,37 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$



⏪ Назад
📖 Содержание
⏩ Далее

Рисунок 2.31 – Пример профессионально ориентированной задачи

Важное значение при изучении темы «Интегральное исчисление функции одной переменной» студентами химических специальностей имеет раздел тренажера «Профессионально ориентированные задачи». Целью этого раздела является предоставление помощи студентам в усвоении действий по математическому моделированию по изучаемой теме.

Раздел тренажера «Профессионально ориентированные задачи» состоит из следующих подразделов (рис. 2.32):

- учимся выполнять действия по математическому моделированию (рассматриваются профессионально ориентированные задачи с подробным и пошаговым составлением и решением их математических моделей и выделением основных действий по математическому моделированию);
- тестовые задания для освоения действий по математическому моделированию рассматриваемой профессионально ориентированной задачи;
- тестовые задания по составлению математических моделей;

– задачи для самостоятельного решения (набор задач подобных рассматриваемой профессионально ориентированной задаче).



Рисунок 2.32 – Содержание раздела «Профессионально ориентированные задачи»

Для организации самоконтроля и самокоррекции студентов по изучаемой теме тренажер содержит раздел «Тесты для самопроверки». Разработаны они в программах MS Power Point и MyTest (рис. 2.33).

Предложенный комплекс тестов также классифицирован по циклам:

- вопросы теоретического характера (знание основных определений, свойств, формул и правил по теме; знание таблицы первообразных);
- непосредственное нахождение первообразных и интегралов;
- интегрирование с помощью замены переменной;
- интегрирование по частям;
- геометрический, физический, химический смысл интеграла.

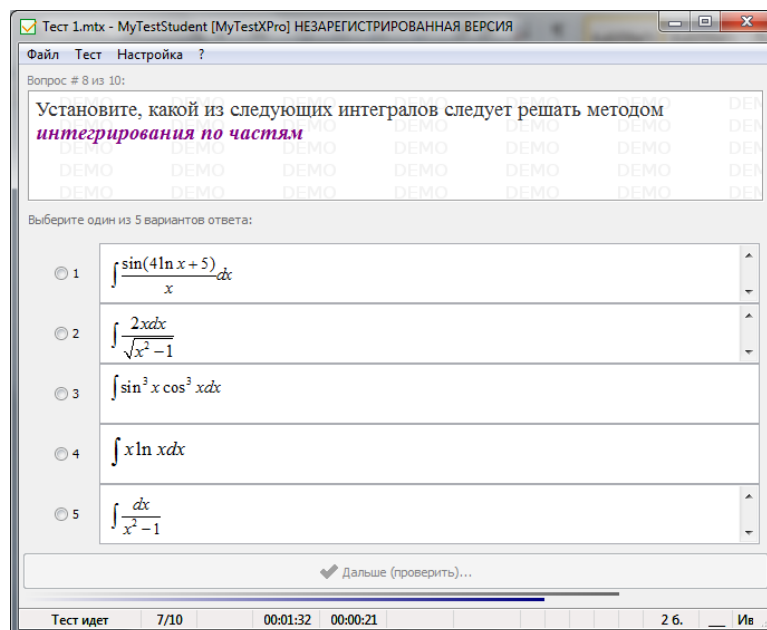


Рисунок 2.33 – Фрагмент теста по теме «Интегрирование по частям»

Итак, разработанный компьютерный тренажер максимально охватывает материал по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной»: от занимательной информации для мотивации к изучению темы, структурированного и обобщенного теоретического материала до закрепления изученного материала (на примерах математических и профессионально ориентированных задач с подробным решением, тестовых заданий для освоения действия по математическому моделированию и контроля знаний студентов по теме).

Рассмотрим методику применения компьютерного тренажера по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной» для студентов химических специальностей при обучении математике.

Методическое значение данных разработок достаточно велико. Тренажер, большей частью, создан для проведения аудиторных занятий по изучаемой теме. Причём материал подобран различный, полностью охватывающий тему, и может быть использован на всех этапах занятий: от введения нового материала до закрепления знаний, умений и навыков по теме.

На первом этапе работы с тренажером преподаватель должен *мотивировать* необходимость работы студентов с ними, и самое главное, с

изучением темы «Интегральное исчисление функции одной переменной». Для этого преподаватель на первом лекционном занятии может продемонстрировать студентам или *«Историческую страничку»*, или подтему теоретического материала *«Введение в первообразную»*. В данном пункте рассматривается решение физической и химической задач, обратных к тем, которые привели к понятию производной.

Далее на лекционных занятиях для изучения нового материала преподаватель может воспользоваться разделом *«Теоретический материал»*, который содержит помимо всей необходимой теоретической информации по теме и примеры решения задач. Если представленных задач будет недостаточно, то можно воспользоваться предложенными в разделе *«Примеры решения задач»*.

В основном цикл мультимедийных презентаций *«Примеры решения задач»* предназначен для обучения студентов решению основных типовых задач по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной». Данные презентации можно использовать как на практических занятиях по курсу, так и самостоятельно каждым студентом дома.

Раздел «Профессионально ориентированные задачи» направлен на формирование у студентов приёмов и способов действий в их будущей профессиональной деятельности. Рассмотрение предложенных в разделе профессионально ориентированных задач можно осуществлять на практических занятиях. Однако, данный раздел, большей частью, ориентирован на самостоятельную работу студентов по изучаемой теме. Задания, предложенные в нем, могут быть использованы в качестве домашнего задания, творческих и исследовательских самостоятельных работ и т.п.

Раздел *«Тесты для самопроверки»* разработан, в первую очередь, для самостоятельной и индивидуальной работы студентов, но может быть использован преподавателем и на практических занятиях, при закреплении изучаемого материала.

Также тренажер можно использовать для самостоятельной работы студентов по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной»,

например:

- для самостоятельного изучения некоторых разделов темы (в связи с недостаточным количеством аудиторных часов на изучение темы);
- для систематизации и обобщения изучаемого материала;
- для подготовки к промежуточному и итоговому контролю и т.д.

Опыт использования данного тренажера свидетельствует об эффективности его применения при обучении математике студентов химических специальностей: использование данных разработок способствует лучшему усвоению абстрактных математических понятий, умению применять изученный материал при рассмотрении профессионально ориентированных задач.

#### **2.4. Оценка эффективности методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии и рекомендации по ее реализации**

Проверка эффективности разработанной методической системы осуществлялась с целью обоснования теоретических выводов об эффективности разработанной методики формирования у будущего учителя химии приёмов и способов действий его будущей профессиональной деятельности. В течение семи лет (2010-2016 гг.) систематически анализировались полученные результаты, вносились коррективы, совершенствовалась методика.

Эксперимент проводился среди студентов химических направлений подготовки и специальностей ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» и ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет». Всего в эксперименте принимали участие около 400 студентов и 18 преподавателей. Экспериментальное внедрение методической системы по формированию у будущего учителя химии приёмов и способов действий в его будущей профессиональной деятельности в процессе обучения математике было организовано по принципу постепенного расширения контингента студентов.

Цель педагогического эксперимента заключалась в подтверждении концепции исследования и в определении уровня эффективности разработанной методики формирования у будущего учителя химии приёмов и способов действий его будущей профессиональной деятельности в процессе изучения математики.

*На первом (констатирующем) этапе (2010-2011 гг.)* проанализированы основные первоисточники по исследуемой теме, научные труды отечественных и зарубежных исследователей, обоснована разрабатываемая проблема.

Целью данного этапа было изучение:

1) интереса студентов первых и вторых курсов химических направлений подготовки и специальностей к изучению математики и ее применению в их будущей профессиональной деятельности;

2) развития в обучаемых профессионально ориентированной учебной деятельности, привлечения их к процессу решения профессионально ориентированных задач.

С целью получения исходных данных использовались следующие методы исследования: анализ нормативных документов Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, учебников и пособий по математике для студентов химических факультетов образовательных учреждений ВПО, изучение методического обеспечения курса математики с целью определения уровня его насыщения профессионально ориентированными задачами, наблюдение за деятельностью преподавателей и студентов на лекционных и практических занятиях, беседы, анкетирование студентов, изучение рабочих планов и учебных программ дисциплин, монографий, диссертаций, статей и материалов научно-методических конференций по проблеме исследования. Проводились беседы со студентами и преподавателями, изучался передовой педагогический опыт, неоднократно посещались лекционные и практические занятия, которые проводили преподаватели по математике и химическим дисциплинам, начиная с молодых преподавателей, и заканчивая профессорами с многолетним опытом работы.

Использовались также опросы и анкетирование студентов, акцентируя внимание на сформированности знаний и умений, составляющих их профессиональную готовность как будущих учителей химии к применению математических знаний и умений в будущей профессиональной деятельности. Например, умеют ли студенты строить и исследовать простейшие математические модели химических процессов и явлений, знают ли студенты, какие математические знания будут им нужны в будущей профессиональной деятельности. Пример анкеты предлагается в Приложении Е.

Одновременно использовался метод педагогического наблюдения, основанный на непосредственном и опосредованном восприятии педагогических явлений, завершающемся фиксацией результатов.

С целью изучения отношения преподавателей математики, которые работают в образовательных организациях ВПО со студентами химических направлений подготовки и специальностей, к проблеме усиления профессиональной направленности математической подготовки студентов в курсе математики и внедрения в учебный процесс системы профессионально ориентированных задач было проведено в 2010-2011 гг. *анкетирование преподавателей* по следующим вопросам.

1. Считаете ли Вы необходимым формировать у студентов-химиков приёмы и способы действий их будущей профессиональной деятельности в процессе обучения математике в высшей профессиональной школе?

2. Как Вы считаете, можно ли при традиционной системе обучения математике сформировать специалиста-химика, в частности, преподавателя химии, подготовленного к использованию математического аппарата в будущей профессиональной деятельности?

3. Владеете ли Вы информацией о связи математики с химическими процессами и явлениями к каждой теме курса математики?

4. Считаете ли Вы необходимым наполнение курса математики профессионально ориентированными задачами химического содержания?

5. Заинтересованы ли Вы в системе профессионально ориентированных задач к каждой теме курса математики?

6. Подготовлены ли Вы к преподаванию математики студентам химических направлений подготовки и специальностей на принципах профессионально ориентированного обучения?

7. Нужная ли Вам методика профессионально ориентированного обучения математике, направленная на формирование у студентов-химиков приёмов и способов действий их будущей профессиональной деятельности?

Результаты анкетирования, представленные в таблице 2.5, показали, что почти все опрошенные преподаватели считают, что формирование у студентов приёмов и способов действий их будущей профессиональной деятельности, умений решать профессионально сориентированные задачи является важным и необходимым.

Таблица 2.5 – Результаты анкетирования преподавателей математики

| Количество<br>опрашиваемых | № вопрос | Ответы |     |
|----------------------------|----------|--------|-----|
|                            |          | Да     | Нет |
| 18                         | 1        | 97%    | 3%  |
|                            | 2        | 34%    | 66% |
|                            | 3        | 38%    | 62% |
|                            | 4        | 78%    | 22% |
|                            | 5        | 80%    | 20% |
|                            | 6        | 32%    | 68% |
|                            | 7        | 74%    | 26% |

Что касается применения системы профессионально ориентированных задач по математике, то почти все преподаватели отмечают, что это было бы очень уместно, но при традиционной системе организации обучения и без соответствующего методического обеспечения это громоздко и забирает много времени и сил. Вместе с тем, при наличии интереса и сознательного отношения

студентов к обучению, этого можно достичь с помощью внедрения в процесс обучения математике соответствующего методического обеспечения (что побудило нас к разработке системы профессионально ориентированных задач, учебно-методических пособий, компьютерного тренажера). Кроме того, многие преподаватели признают, что почти все усилия идут на формирование базовых математических учебных умений, не говоря уже о профессионально ориентированных. Формирования последних осуществляется большей частью несистематически. Целесообразное использование системы профессионально ориентированных задач в процессе обучения математике поможет формировать у студентов-химиков приёмы и способов действий их будущей профессиональной деятельности. Но, как показывают результаты анкетирования, довольно большой процент преподавателей считает, что без надлежащего методического обеспечения они практически не подготовлены к профессионально ориентированному обучению математике (68%).

Из бесед, проведенных с опрошенными преподавателями, нами были сделаны выводы, что причины, замедляющие процесс формирования и развития у студентов-химиков приёмы и способов действий в их будущей профессиональной деятельности следующие: низкий уровень базовой школьной подготовки студентов; недостаточность соответствующего методического обеспечения; недостаточный интерес и слабая мотивация студентов к обучению; почти все усилия идут на формирование базовых математических учебных умений; нехватка времени и др.

В ходе констатирующего этапа эксперимента было определено содержание первого диагностического среза (нулевой контрольной работы) для выявления уровня развития базовых математических учебных умений (задания 1-7), начального уровня освоения способов действий по математическому моделированию и начального уровня готовности студентов-химиков к использованию математического аппарата в будущей профессиональной деятельности (задания 8-12) (приложение Н). Результаты приведены в таблице 2.6 (количество студентов, писавших нулевую контрольную работу – 112).

Таблица 2.6 – Результаты нулевой контрольной работы студентов 1 курса

|                                                                     | Низкий |       | Средний |       | Высокий |      |
|---------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------|-------|---------|------|
| Уровень развития базовых математических учебных умений              | 39     | 34,8% | 54      | 48,2% | 19      | 17%  |
| Уровень освоения способов действий по математическому моделированию | 72     | 64,3% | 32      | 28,6% | 8       | 7,1% |

Следует отметить, что уровень развития базовых математических учебных умений у студентов 1 курса не очень высокий. Одной из главных причин является то, что «Математика» и «Химия» при поступлении на химические факультеты является дисциплинами по выбору. Согласно опросам студентов, лишь немногие из них для поступления выбирают предмет «Математика» и, соответственно, не уделяют ему в школе должного внимания. Высокий уровень освоения способов действий по математическому моделированию показали лишь отдельные студенты. Преимущественно, это способные к математике студенты, которые в очередной раз подтвердили свои результаты. Поэтому, в процессе изучения математики продолжалось формирование у студентов способов действий по математическому моделированию благодаря дополнению содержания дисциплины системой профессионально ориентированных задач и использования в учебном процессе компьютерного тренажера.

Результаты констатирующего этапа эксперимента подтвердили необходимость разработки и внедрения методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии. Учитывая это, выделены теоретические положения, сформулированы цели и задачи исследования.

*В ходе второго (поискового) этапа (2012-2014 гг.)* проходил отбор тем курса математики, поиск методов, форм и средств обучения, выбор среди них тех, которые способствуют формированию профессиональной компетентности

будущего учителя химии. Были определены теоретические основы построения методической системы профессионально ориентированного обучения математике.

Начиная поисковый этап педагогического эксперимента, мы сосредоточились на следующих задачах:

1) выявить и проанализировать особенности методической подготовки студентов химических направлений подготовки и специальностей;

2) выделить структурные компоненты профессионально ориентированной учебной деятельности. На этой основе определить приёмы формирования у студентов приёмов и способов действий в будущей профессиональной деятельности в процессе изучения математики;

3) определить роль и место каждого раздела курса математики в формировании профессиональной компетентности будущего учителя химии;

4) обосновать необходимость введения в процесс обучения математике системы профессионально ориентированных задач;

5) разработать методическую систему профессионально ориентированного обучения будущего учителя химии, способствующую формированию у него приёмов и способов действий его будущей профессиональной деятельности, в том числе, разработать систему профессионально ориентированных задач, ориентированную на моделирование будущей профессиональной деятельности;

6) теоретически обосновать методику проведения занятий.

На основании анализа научной литературы, понимания специфики профессиональной деятельности современного учителя химии и требований к его математической подготовке, поисковый эксперимент позволил выделить для оценки эффективности профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии три вида критериев: *мотивационный* (показатель: уровень сформированности учебной мотивации), *когнитивно-деятельностный* (показатель: уровень усвоения содержания дисциплины), *профессионально-деятельностный* (показатель: уровень освоения способов действий по математическому моделированию). В отношении всех показателей, указанных

критериев использовалась одинаковая шкала оценивания уровня сформированности: высокий, достаточный, средний, низкий.

Введение в процесс обучения математике системы профессионально ориентированных задач, творческих самостоятельных работ студентов, профессионально ориентированных лекций-визуализаций направлено на формирование у будущих учителей химии профессиональной готовности к использованию математического аппарата в будущей профессиональной деятельности. Вопросы внедрения этих разработок в обучение математике нами освещались на страницах сборников научных работ, выступлениях на конференциях. Учет высказанных замечаний, результатов исследований процесса обучения студентов позволили определиться и конкретизироваться в планах научных исследований по этой проблеме.

В течение поискового этапа подготавливались материалы для учебно-методических пособий «К организации практических занятий по математике: интеграция математики и физической химии» и «Математическое моделирование в химии», материалы дидактического обеспечения компьютерного тренажера по математике. Они содержат методические советы для преподавателей и студентов относительно организации профессионально ориентированной учебной деятельности.

Итак, на этом этапе проходила отработка и уточнение разработанной методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии.

**Третий (формирующий) этап (2014-2016 гг.)** был направлен на апробацию, уточнение и внедрение разработанной методики профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии в процессе обучения математике. На данном этапе были уточнены методы, формы и средства профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии; собраны и проанализированы экспериментальные данные, сформулированы выводы. Цель этого этапа состояла в определении эффективности предложенной методики обучения.

Полученные результаты обрабатывались статистически, на их основе проводилась корректировка основных положений исследования. После получения положительных результатов в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» проводился массовый эксперимент с привлечением студентов ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет».

Полученные результаты обрабатывались статистически на основе изучения научных исследований по вопросам проведения статистической обработки результатов педагогического эксперимента [58, 150].

С целью исследования эффективности разработанной системы профессионально ориентированного обучения математике методом случайного отбора, из студентов первого курса были сформированы две группы: экспериментальная группа (Э), которая обучалась по разработанной методике, и контрольная группа (К), которая обучалась по традиционной методике. Всего в эксперименте взяли участие 356 студентов. До начала эксперимента отличие между группами Э и К не было статистически значимым.

Уровень сформированности учебной мотивации оценивался с помощью разработанной компьютерной системы для самодиагностики уровня и структуры учебной мотивации и педагогических способностей студентов «Электронное портфолио студентов» (см. Приложение М1). Предложенная программа позволяет студенту самостоятельно определять уровень своей мотивации к изучению математики, ее структуру, что необходимо для самоанализа и рефлексии. Преподаватель же по проведенной диагностике может делать выводы о мотивационной сфере, как отдельного студента, так и группы или потока в целом и корректировать свою работу.

Уровень усвоения содержания дисциплины оценивался с помощью контрольных работ, проводимых в конце каждого семестра. Во все контрольные работы помимо теоретических и практических заданий по математике включена профессионально ориентированная задача (см. Приложение П). Результаты проведенных контрольных работ, представленные на рисунке 2.34,

свидетельствуют о том, что качество усвоения содержания дисциплины в экспериментальной группе выше, чем в контрольной.

Уровень освоения способов действий по математическому моделированию оценивался с помощью комплексного теста по математическому моделированию химических процессов и явлений, проводимого в конце первого и второго курсов. Разработанные комплексные тесты состоят из заданий на выбор готовой модели, заданий на создание модели, и заданий на полное решение профессионально ориентированной задачи (см. Приложение Р).

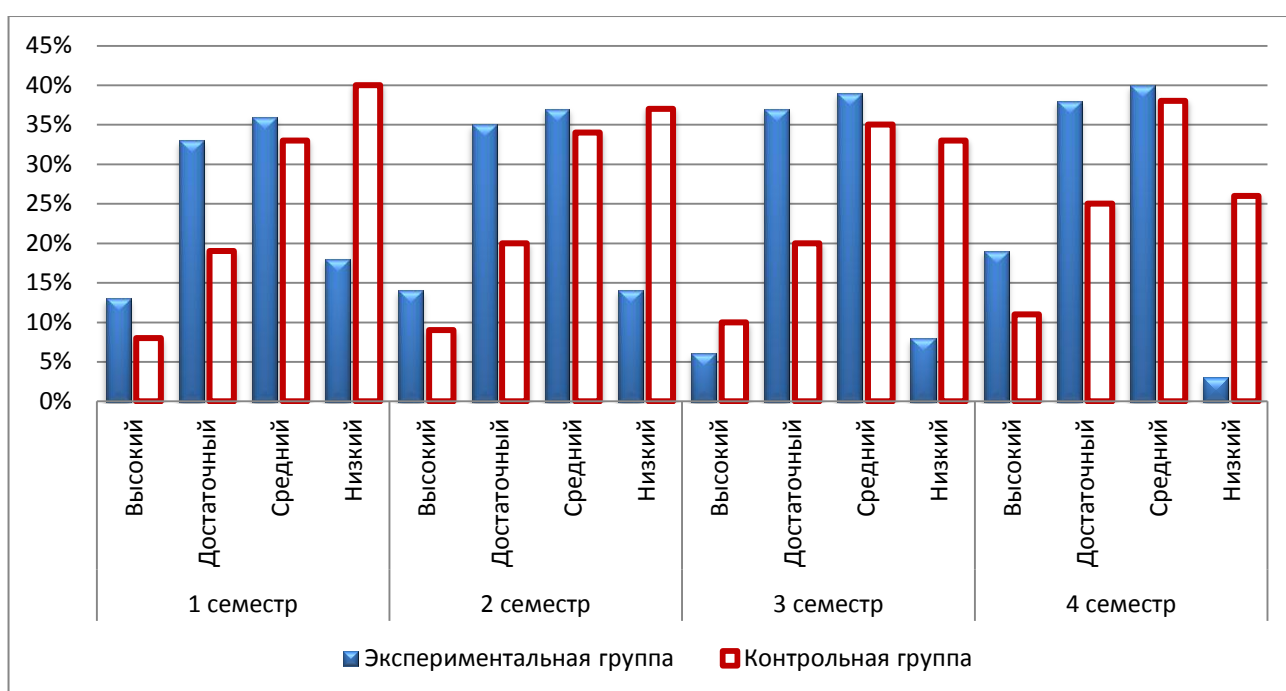


Рисунок 2.34 – Показатели уровней усвоения содержания дисциплины

Результаты выполнения комплексных тестов, приведенные в таблице 2.7, используем для проверки нулевой гипотезы об отсутствии влияния предложенной методической системы на уровень освоения способов действий по математическому моделированию студентов. Отличность наблюдаемых результатов при этом считаются случайными. Поскольку выборки студентов в нашем исследовании являются случайными и независимыми, измеряемое свойство (освоения способов действий по математическому моделированию) имеет непрерывное распределение и измеряется по шкале порядка с четырьмя

категориями (низкий, средний, достаточный, высокий), то является возможным применение непараметрического критерия  $\chi^2$ .

Значения статистики критерия  $T$  вычисляем по формуле:

$$T = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{(n_2 \cdot O_{2i} - n_1 \cdot O_{1i})^2}{O_{2i} + O_{1i}},$$

где  $n_1, n_2$  – количество студентов в контрольной и экспериментальной группах соответственно,  $O_{1i}, O_{2i}$  – количество студентов в контрольной и экспериментальной группах, попавших в категорию  $i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ) по изучаемому свойству.

Таблица 2.7 – Сравнение уровней освоения способов действий по математическому моделированию студентов групп Э и К по результатам двух комплексных тестов

| Курсы    | Уровни   | Низкий        | Средний       | Достаточный   | Высокий       |
|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|          | Выборка  |               |               |               |               |
| 1-й курс | Группа Э | $O_{11} = 15$ | $O_{12} = 69$ | $O_{13} = 65$ | $O_{14} = 29$ |
|          | Группа К | $O_{21} = 79$ | $O_{22} = 58$ | $O_{23} = 31$ | $O_{24} = 10$ |
| 2-й курс | Группа Э | $O_{31} = 5$  | $O_{32} = 66$ | $O_{33} = 71$ | $O_{34} = 36$ |
|          | Группа К | $O_{41} = 49$ | $O_{42} = 71$ | $O_{43} = 44$ | $O_{44} = 14$ |

Для первого среза:

$$T = \frac{1}{178^2} \left( \frac{(178 \cdot 79 - 178 \cdot 15)^2}{79 + 15} + \frac{(178 \cdot 58 - 178 \cdot 69)^2}{58 + 69} + \frac{(178 \cdot 31 - 178 \cdot 65)^2}{31 + 65} + \frac{(178 \cdot 10 - 178 \cdot 29)^2}{10 + 29} \right) = 65,83.$$

Для второго среза:

$$T = \frac{1}{178^2} \left( \frac{(178 \cdot 49 - 178 \cdot 5)^2}{49 + 5} + \frac{(178 \cdot 71 - 178 \cdot 66)^2}{71 + 66} + \frac{(178 \cdot 44 - 178 \cdot 71)^2}{44 + 71} + \right)$$

$$+ \frac{(178 \cdot 14 - 178 \cdot 36)^2}{14 + 36} \Bigg) = 52,05.$$

По статистической таблице для критических значений статистик, имеющих  $\chi^2$ -распределение, определяем значение (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , числе степеней свободы  $\nu = 4 - 1 = 3$ ), равное  $T_{кр.} = 7,815$ .

По результатам первого комплексного теста  $T > T_{кр.}$  ( $65,83 > 7,815$ ), что является основой для отклонения нулевой гипотезы в пользу альтернативной, о влиянии методической системы на формирование у студентов способов действий по математическому моделированию.

Обработка результатов второго комплексного теста, который был проведен в конце второго года, дала основание для утверждения аналогичного вывода о влиянии методической системы на формирование у студентов способов действий по математическому моделированию, поскольку для этой письменной работы  $T > T_{кр.}$  ( $52,05 > 7,815$ ).

Эффективность предложенной методики также подтверждается изменениями количественных показателей (рис. 2.35): во-первых, в экспериментальных группах значительно повысился высокий уровень сформированности способов действий по математическому моделированию у будущих учителей химии, по сравнению с другими этапами формирующего эксперимента, во-вторых, в отличие от контрольных групп (27,53 %), в экспериментальных группах практически нет низкого уровня сформированности способов действий по математическому моделированию (2,81 %).

Таким образом, в экспериментальных группах показатели уровня сформированности способов действия по математическому моделированию существенно повысились после изучения студентами курса математики как профессионально ориентированной дисциплины, в отличие от контрольных групп, где обучение проводилось по традиционной методике.

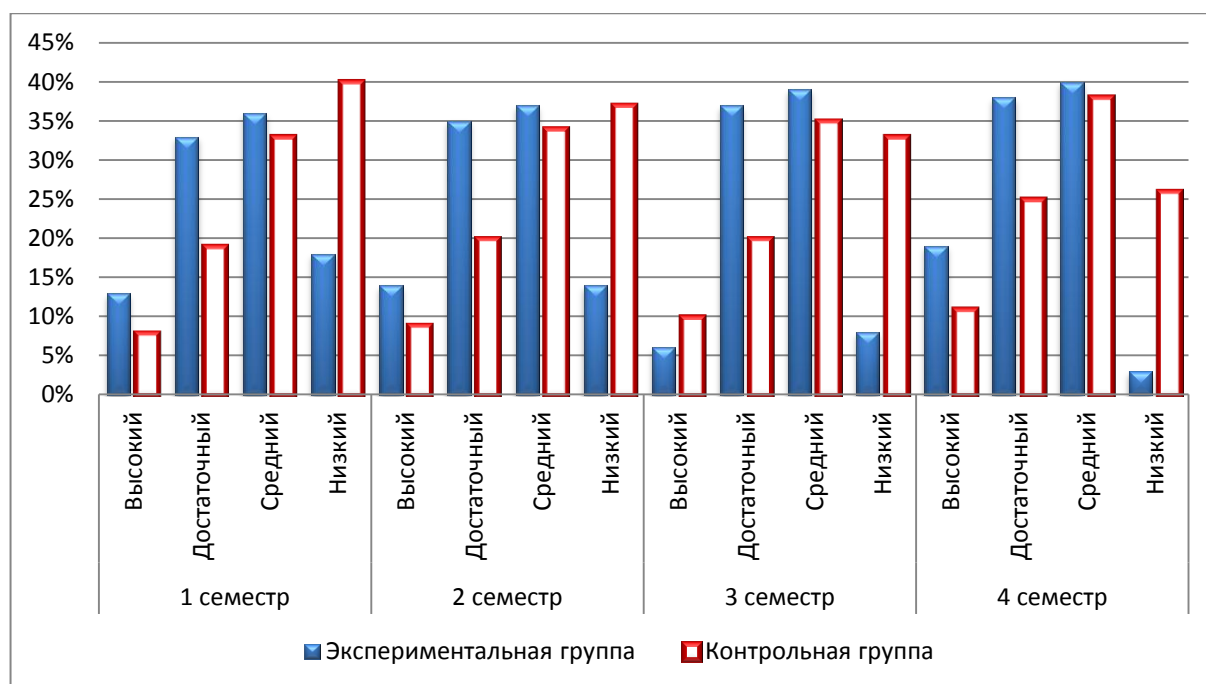


Рисунок 2.35 – Показатели сформированности способов действий по математическому моделированию

В ходе реализации предложенной методической системы у студентов экспериментальной группы сформировалась готовность к применению математики в будущей профессиональной деятельности.

Повышение уровня сформированности способов действий по математическому моделированию и уровня математической подготовки у студентов экспериментальной группы в сравнении со студентами контрольной, свидетельствуют об эффективности предложенной методики.

## Выводы к разделу 2

Построение методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии является одним из путей решения проблемы усиления прикладной направленности обучения математике студентов химических специальностей.

Важнейшим условием разработки и реализации методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей

химии является внедрение в учебный процесс технологии формирования у студентов способов действий по математическому моделированию химических процессов и явлений. Такая технология предполагает:

- применение метода математического моделирования, являющегося способом реализации профессиональной направленности обучения математике;
- целенаправленное формирование у студентов химических специальностей действий по математическому моделированию посредством пошагового решения профессионально-ориентированных задач и специальной системы тестовых заданий, предназначенной для освоения действий по оставлению и исследованию математических моделей химических явлений и процессов.

Особое значение имеют в реализации методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии методические приёмы организации учебного процесса по математике, которые предполагают введение профессионально ориентированных элементов во все компоненты методической системы, такие, как цели, содержание, методы, организационные формы и средства обучения. К таким приёмам относятся:

- применение системы профессионально ориентированных задач как средства формирования профессиональной мотивации, позволяющих сформировать у студентов стойкий интерес к обучению математики, продемонстрировать им роль математики в их будущей профессиональной деятельности;
- приёмы реализации межпредметных связей математики и профессиональных дисциплин в подготовке будущего учителя химии, реализуемые на уровне математических методов, применяемых для моделирования химических процессов и явлений, специально разработанных средств обучения в виде учебно-методических пособий [55, 74];
- приёмы моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности в самостоятельной работе студентов – будущих учителей химии, дающие возможность раскрыть их творческий потенциал.

Необходимым условием обеспечения эффективности профессионально ориентированного обучения математике студентов химических специальностей является применение средств информационно-коммуникационных технологий, важнейшими из которых являются:

- система компьютерной диагностики уровня и структуры учебной мотивации и педагогических способностей студентов-химиков с помощью специального программного средства «Электронное портфолио студента»;
- использование мультимедийных презентаций как средства реализации профессиональной направленности обучения математике;
- применение компьютерного тренажера в системе профессионально ориентированного обучения математике.

Оценивание разработанной методической системы обучения математике будущих учителей химии в процессе целенаправленного педагогического эксперимента показало, что она является более эффективной по сравнению с традиционной системой обучения математике студентов химических специальностей.

Основные результаты второго раздела опубликованы в работах [3, 4, 5, 6, 8, 10, 17, 55, 56, 74, 75, 182].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты исследования эффективности разработанной методики профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии подтвердили выполнение задач исследования, достижение цели и позволили сформулировать следующие выводы.

1. Проведенный анализ научно-педагогических аспектов проблемы усиления профессиональной направленности обучения математике в педагогической высшей профессиональной школе позволил констатировать, что приобретают актуальность такие её аспекты, как формирование приёмов и способов будущей профессиональной деятельности специалистов в процессе изучения математики.

Профессиональная деятельность будущего учителя химии требует высокого уровня и качества его подготовки в университете, основой которого является, в том числе, и профессионально ориентированное обучение математике. Оно направлено на формирование у студентов математических и методических умений, способов действий по математическому моделированию, на усвоение математических знаний, необходимых будущему учителю химии в профессиональной деятельности, путем проектирования и организации профессионально ориентированной учебной деятельности.

2. Психолого-педагогические предпосылки профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии включают: учет психологических особенностей студенческого возраста; психологическую и дидактическую адаптацию к обучению; формирование учебной мотивации, в структуре которой доминируют профессиональные мотивы, мотивы творческой самореализации и достижения успеха; проектирование и организацию обучения на основе компетентностного и деятельностного подходов. Указанное является важной теоретической основой, на которой строится авторская методическая система обучения математике студентов-химиков.

Основными направлениями реализации профессионально ориентированного обучения математике будущих учителей химии являются: использование математического моделирования как метода обучения с целью применения в будущей профессиональной деятельности; реализация межпредметных связей, использование примеров практических ситуаций и задач химического содержания, связанных с будущей педагогической деятельностью; пропедевтика основных изучаемых химических понятий, законов, теорий, являющихся основой для математического моделирования; использование ИКТ в учебном процессе как средства обучения математике, а также для применения в будущей педагогической деятельности.

3. Одним из эффективных способов формирования у будущего учителя химии профессиональной компетентности является внедрение в учебный процесс методической системы профессионально ориентированного обучения математике.

Методическая система, обеспечивающая у обучаемых формирование приёмов и способов действий в их будущей профессиональной деятельности, требует: формулирования целей обучения математике в виде интеграции компетентностного и деятельностного компонентов; представления содержания обучения в виде интеграции математического и профессионального компонентов; дополнения организационных форм обучения творческими самостоятельными работами и профессионально ориентированными лекциями-визуализациями; использования метода моделирования профессионально ориентированной учебной деятельности; дополнения средств обучения системой профессионально ориентированных задач, компьютерным тренажером, учебно-методическими пособиями по математическому моделированию в химии с использованием информационно-коммуникационных технологий.

Методическая система профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии позволяет развить творческую личность каждого студента, побуждает его к самообразовательной деятельности, к построению собственной образовательной траектории при овладении навыков профессионально ориентированной учебной деятельности на занятиях по

математике, способствует повышению качества математической и профессиональной подготовки будущего учителя химии.

4. Экспериментальная проверка полученных в исследовании результатов показала, что применение методической системы профессионально ориентированного обучения математике будущего учителя химии способствует повышению не только уровня математической подготовки студентов, но и уровня учебной мотивации, сформированности как математических умений и способов действий по математическому моделированию, так и методических умений будущего учителя химии.

Задачи, поставленные в исследовании, полностью выполнены, что подтверждено теоретико-методическим обоснованием, проведенным педагогическим экспериментом и внедрением разработанной методики профессионально ориентированного обучения математике в практику работы в высшей профессиональной школе.

Дальнейшего решения требуют вопросы, тесно связанные с проведенным исследованием: разработка методической системы профессионально ориентированного обучения будущих учителей химии в условиях дистанционного обучения математике; экстраполяция полученных результатов на другие направления подготовки специалистов в высшей профессиональной школе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абраменкова, Ю. В. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов-химиков при обучении математике / Ю. В. Абраменкова // История и методология науки : материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. И. Бородина, 31 марта 2016 г. – Донецк, 2016. – С. 92-94.

2. Абраменкова, Ю. В. Деякі прийоми активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів економічних спеціальностей у курсі вищої та прикладної математики [Електронний ресурс] / Ю. В. Абраменкова // Інноваційні педагогічні технології в підготовці майбутніх фахівців з вищою освітою : досвід, проблеми, перспективи : матеріали Міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції, 8-10 жовтня 2013 року. – Вінниця, 2013. – Режим доступу : <http://conf.vntu.edu.ua/inpedtex2013/materialy.html>. – Назва з екрану. – (Дата звернення: 24.12.2014).

3. Абраменкова, Ю. В. Интегральное исчисление функции одной переменной [Электронный ресурс] : компьютерный тренажер для студ. хим. факульт. унив. / Ю. В. Абраменкова. – 700 Мб. – Донецк : ДонНУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. требования: MSWinXP, MSOffice 2007, MyTest 3.0.4.

4. Абраменкова, Ю. В. Интеграция математики и физической химии как средство активизации учебно-познавательной деятельности студентов химических специальностей / Ю. В. Абраменкова // Эвристика и дидактика математики : материалы VI Международной научно-методической дистанционной конференции-конкурса молодых ученых, аспирантов и студентов. – Донецк, 2017. – С. 4-5.

5. Абраменкова, Ю. В. Использование мультимедийных презентаций в процессе изучения темы «Первообразная» / Ю. В. Абраменкова // Современные тенденции развития математики и ее прикладные аспекты – 2015 : материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции, 25 мая 2015 г. –

Донецк, 2015. – С. 122-124.

6. Абраменкова, Ю. В. Методика использования мультимедийных презентаций по математике для студентов химического факультета / Ю. В. Абраменкова // Вестник Елецкого государственного университета им. И. А. Бунина. Серия : Педагогика (История и теория математического образования). – Елец, 2016. – Вып. 37. – С. 154-163.

7. Абраменкова, Ю. В. Навчальні комп'ютерні моделі у навчанні математики / Ю. В. Абраменкова // Матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу, наукових співробітників і аспірантів Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 2009-2010 рр. – Донецьк, 2011. – Т.1. – С. 37-38.

8. Абраменкова, Ю. В. Освоение действий по математическому моделированию будущими преподавателями химии при обучении математике на основе деятельностного подхода / Ю. В. Абраменкова, Е. Г. Евсеева // Деятельностная педагогика и педагогическое образование : сборник тезисов IV Международной конференции «ДППО-2016», Воронеж, 9-13 сентября 2016 г. / под ред. А. В. Боровских. – Воронеж, 2016. – С. 3-5.

9. Абраменкова, Ю. В. Приемы формирования профессиональной компетентности будущего преподавателя химии в обучении математике / Ю. В. Абраменкова // Дидактика математики : проблемы и исследования. – Донецк, 2015. – Вып. 42. – С. 13-18.

10. Абраменкова, Ю. В. Применение дифференциала функций двух переменных при решении задач физической химии / Ю. В. Абраменкова // Современные проблемы физико-математических наук : материалы II Международной научно-практической конференции, 24-27 ноября 2016 г. / под общ. ред. Т. Н. Можаровой. – Орел, 2016. – С 245-249.

11. Абраменкова, Ю. В. Профессионально ориентированная деятельность будущего учителя химии в системе математической подготовки / Ю. В. Абраменкова // Вестник Донецкого национального университета. Серия Б : Гуманитарные науки. – Донецк, 2016. – № 4. – С. 59-64.

12. Абраменкова, Ю. В. Реалізація професійної спрямованості в курсі вищої та прикладної математики для студентів економічних спеціальностей / Ю. В. Абраменкова, Ю. О. Клещ // Сучасні тенденції розвитку математики та її прикладні аспекти – 2014 : III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 20 травня 2014 р. – Донецьк, 2014. – С. 177-179.

13. Абраменкова, Ю. В. Розробка навчальних комп'ютерних моделей / Ю. В. Абраменкова // Евристика і дидактика математики : матеріали II Міжнародної науково-методичної дистанційної конференції-конкурсу молодих учених, аспірантів і студентів. – Донецьк, 2011. – С. 3-4.

14. Абраменкова, Ю. В. Роль курса математики в формировании будущего преподавателя химии / Ю. В. Абраменкова // Роль женщины в развитии современной науки и образования : сборник материалов Международной научно-практической конференции, 17–18 мая 2016 г. – Минск, 2016. – С. 108-110.

15. Абраменкова, Ю. В. Роль курса математики в формировании профессиональной компетентности будущего преподавателя химии / Ю. В. Абраменкова // Сборник научно-методических работ. – Донецк, 2015. – Вып. 9. – С. 3-10.

16. Абраменкова, Ю. В. Самостійна робота студентів як засіб активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні вищої математики / Ю. В. Абраменкова // Інновації і якість вищої освіти : збірник тез доповідей учасників науково-методичної конференції науково-педагогічних працівників університету. – Донецьк, 2014. – С. 395-396.

17. Абраменкова, Ю. В. Система профессионально ориентированного обучения математике / Ю. В. Абраменкова // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : материалы I Международной научной конференции, 16-18 мая 2016 г. / под общ. ред. проф. С. В. Беспаловой. – Ростов-на-Дону, 2016. – Том 6. Психологические и педагогические науки. – С. 104-105.

18. Абраменкова, Ю. В. Система управління навчальною діяльністю майбутнього економіста у курсі вищої та прикладної математики / Ю. В. Абраменкова // Інновації і якість вищої освіти : збірник тез доповідей

учасників науково-методичної конференції науково-педагогічних працівників університету. – Донецьк, 2014. – С. 396-398.

19. Абраменкова, Ю. В. Типологія і сутність навчальних комп'ютерних моделей в математиці / Ю. В. Абраменкова // Вісник Черкаського університету. Серія : Педагогічні науки. – Черкаси, 2010. – Вип. 191, ч. 5. – С. 3-8.

20. Абраменкова, Ю. В. Формирование профессиональной компетентности будущего учителя химии в рамках профессионально ориентированного обучения математике / Ю. В. Абраменкова // Научная сокровищница образования Донетчины.– Донецк, 2017. – № 1. – С. 32-37.

21. Абульханова-Славская, К. А. Деятельность и психология личности / К. А. Абульханова-Славская. – Москва : Изд-во «Наука», 1980. – 335 с.

22. Ананьев, Б. Г. Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. – Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1968. – 339 с.

23. Андреев, В. И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности / В. И. Андреев. – Казань : Изд-во Казанского университета, 1988. – 238 с.

24. Анисова, Т. Л. Методика формирования математических компетенций бакалавров технического вуза на основе адаптивной системы обучения : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Т. Л. Анисова. – Москва, 2013. – 24 с.

25. Аствацатуров, Г. О. Дизайн мультимедийного урока : методика, технологические приёмы, фрагменты уроков / Г. О. Аствацатуров. – Волгоград : Учитель, 2009. – 133 с.

26. Атанов, Г. О. Теорія діяльнісного навчання : навч. посібник / Г. О. Атанов. – Київ : Кондор, 2007. – 186 с.

27. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер, О. Б. Наймарк, В. Ю. Столбов, П. В. Трусков, П. Г. Фрик / под редакцией П. В. Трускова. – Москва : Университетская книга, Логос, 2007. – 440 с.

28. Баврин, И. И. Высшая математика : учебник для студентов высших пед.

учеб. заведений, обучающихся по направлению "Естественно-научное образование" и специальностям "Физика", "Химия", "Биология", "География" / И. И. Баврин. – 7-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – 611 с.

29. Баврин, И. И. Высшая математика для химиков, биологов и медиков : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И. И. Баврин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2016. – 330 с.

30. Баврин, И. И. Краткий курс высшей математики для химико-биологических и медицинских специальностей / И. И. Баврин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 328 с.

31. Баврин, И. И. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / И. И. Баврин. – Москва : Высш. шк., 2005. – 160 с.

32. Бадмаева, Н. Ц. Влияние мотивационного фактора на развитие умственных способностей : монография / Н. Ц. Бадмаева. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004. – 280 с.

33. Бардус, І. О. Реалізація міжпредметних зв'язків за видами та функціями діяльності при професійно-орієнтованому навчанні фундаментальних дисциплін майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю / І. О. Бардус // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – Умань, 2014. – Ч. 1. – С. 15-22.

34. Барышкин, А. Г. Компьютерные презентации на уроке математики / А. Г. Барышкин, Т. В. Шубина, Н. А. Резник // Компьютерные инструменты в образовании. – 2005. – №1. – С. 62-70.

35. Батунер, Л. М. Математические методы в химической технике / Л. М. Батунер, М. Е. Позин. – Ленинград : Изд-во «Химия». – 1971. – 824 с.

36. Батурина, Р. В. Формирование общенаучной компетенции у будущих экономистов в процессе математической подготовки : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.08 / Р. В. Батурина. – Казань, 2012. – 24 с.

37. Белицин, И. В. Лекционный мультимедийный комплекс как средство активизации учебно-познавательной деятельности обучающихся : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / И. В. Белицин. – Барнаул, 2003. – 159 с.

38. Блинов, В. Я. Эффективность обучения / В. Я. Блинов. – Москва : Педагогика, 1976. – 192 с.
39. Бондаревская, Е. В. Смыслы и стратегии личностно-ориентированного воспитания / Е. В. Бондаревская // Педагогика. – 2001. – № 1. – С. 17–23.
40. Буйновская, Л. О. Методика и результаты изучения мотивационной сферы студентов технического университета / Л. О. Буйновская // Высшее образование Украины. – 2002. – №1. – 250 с.
41. Бурмистрова, Н. А. Обучение студентов моделированию экономических процессов при реализации интегрированной функции курса математики в финансовом колледже. : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. А. Бурмистрова. – Омск, 2001. – 196 с.
42. Василевская, Е. А. Профессиональная направленность обучения высшей математике студентов технических вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Е. А. Василевская. – Москва, 2000. – 229 с.
43. Васяк, Л. В. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров в условиях интеграции математики и спецдисциплин средствами профессионально ориентированных задач: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Л. В. Васяк. – Омск, 2007. – 23 с.
44. Вербицкий, А. А. Активное обучение в высшей школе : контекстный подход / А. А. Вербицкий. – Москва : Высшая школа, 1991. – 204 с.
45. Вернигора, А. Н. Мультимедийные презентации как средство обучения / А. Н. Вернигора // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 706-709.
46. Виленкин, И. В. Высшая математика : для студентов экон., техн., естеств.-науч. специальностей вузов / И. В. Виленкин, В. М. Гробер. – Изд. 5-е. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. – 415 с.
47. Власенко, К. В. Методика створення мультимедійного супроводу лекцій з вищої математики для студентів технічних ВНЗ / К. В. Власенко, І. М. Реутова // Дидактика математики : проблеми і дослідження. – Донецьк, 2012. – Вип. 37. – С. 30-36.

48. Габриелян, О. С. Государственные образовательные стандарты по химии : вчера, сегодня, завтра / О. С. Габриелян // Химия. – 2011. – № 7. – С. 3-6.

49. Галайко, Ю. А. Психолого-педагогічні передумови навчання математичним дисциплінам студентів менеджерських спеціальностей ВНЗ / Ю. А. Галайко // Дидактика математики: проблеми і дослідження. – Донецьк, 2005. – Вип. 23. – С. 35-39.

50. Галибина, Н. А. Методика обучения математике студентов строительных направлений подготовки на основе деятельностного подхода : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. А. Галибина. – Донецк, 2016. – 331 с.

51. Гильманшина, С. И. Методологические и методические основы преподавания химии в контексте ФГОС ОО : учебное пособие / С. И. Гильманшина, С. С. Космодемьянская. – Казань : Отечество, 2012. – 104 с.

52. Гончаренко, С. У. Фундаментальність професійної освіти – потреба часу / С. У. Гончаренко // Професійно-технічна освіта. – 2005. – № 1. – С. 5-6.

53. Гончарова, О. М. Методика використання навчально-методичних матеріалів, заснованих на технології мультимедіа / О. М. Гончарова // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі. – Кривий Ріг, 2006. – С.196-199.

54. Горда, І. М. Шляхи формування у студентів мотивації до проведення моніторинг у навчальних досягнень з математики / І. М. Горда // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – Умань, 2015. – Ч. 2. – С. 96-104.

55. Горр, Г. В. К организации практических занятий по математике: интеграция математики и физической химии : учебно-метод. пособие для студентов химических специальностей. – Издание второе / Г. В. Горр, Ю. В. Абраменкова. – Донецк : ДонНУ, 2016. – 92 с.

56. Горр, Г. В. Приемы формирования мотивации к обучению математике у студентов химических специальностей / Г. В. Горр, Ю. В. Абраменкова // Дидактика математики : проблемы и исследования. – Донецк, 2016. – Вып. 43. – С. 33-42.

57. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (квалификация : Химик. Преподаватель химии) : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://old.dnr-online.ru/wp-content/uploads/2016/06/PrikazMinobraz\\_N460\\_20042016-1.pdf](http://old.dnr-online.ru/wp-content/uploads/2016/06/PrikazMinobraz_N460_20042016-1.pdf). – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 20.01.2016 г.).

58. Граничина, О. А. Математико-статистические методы психолого-педагогических исследований : учебно-методическое пособие / О. А. Граничина. – Санкт-Петербург : Изд-во ВВМ, 2012. – 115 с.

59. Гребёнкина, А. С. К вопросу профессиональной направленности курса «Высшая математика» в технических университетах / А. С. Гребёнкина // Педагогический опыт : теория, методика, практика : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., 19 февр. 2016 г. – Чебоксары, 2016. – № 1 (6). – С. 84-87.

60. Гребьонкіна, О. С. Досвід створення демонстраційного курсу лекцій з вищої математики для студентів факультету екології і хімічної технології / О. С. Гребьонкіна // Збірник науково-методичних робіт. – Донецьк, 2013. – Вип. 8. – С. 68-74.

61. Губина, Т. Н. Мультимедиа презентации как метод обучения / Т. Н. Губина // Молодой ученый. – 2012. – №3. – С. 345-347.

62. Гузеев, В. В. О системе задач и задачном подходе к обучению / В. В. Гузеев // Химия в школе. – 2001. – №8. – С. 12-18.

63. Гусак, Л. П. Професійна спрямованість навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04 / Л. П. Гусак. – Вінниця, 2007. – 20 с.

64. Давыдов, В. В. О понятии развивающего обучения / В. В. Давыдов // Педагогика. – 1995. – №1. – С.29-40.

65. Далингер, В. А. Совершенствование процесса обучения математике на основе целенаправленной реализации внутрипредметных связей / В. А. Далингер. – Омск : ОмИПКРО, 1993. – 323 с.

66. Дальневосточный федеральный университет [Электронный ресурс]. –

Режим доступа : <http://www.msu.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 14.10.2016 г.).

67. Дибирова, З. Г. Профессиональная направленность обучения математике и информатике с использованием инфокоммуникационных технологий : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.08 / З. Г. Дибирова. – Махачкала, 2009. – 23 с.

68. Дрибан, В. М. Активизация обучения в высшей школе : аспект проблемного обучения : учебное пособие / В. М. Дрибан. – Донецк : ДонГУЭТ, 2002. – 145 с.

69. Дрибан, В. М. Формирование научного мировоззрения студентов в процессе преподавания высшей математики : монография / В. М. Дрибан, Г. Г. Пенина. – Донецк : ДонГУЭТ, 2007. – 360 с.

70. Дубовицкая, Т. Д. Развитие самоактуализирующейся личности учителя : контекстный подход : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. псих. наук : 19.00.07 / Т. Д. Дубовицкая. – Москва, 2004. – 46 с.

71. Дубовицкая, Т. Д. Диагностика уровня профессиональной направленности студентов / Т. Д. Дубовицкая // Психологическая наука и образование. – 2004. – №2. – С. 82-86.

72. Дьячук, П. П. Индивидуализация математической подготовки студентов на основе интерактивного управления учебной деятельностью : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. пед. наук : 13.00.02 / П. П. Дьячук. – Красноярск, 2012. – 45 с.

73. Евсеева, Е. Г. Деятельностное обучение математике в высшей школе / Е. Г. Евсеева // Дидактика математики : проблеми і дослідження. – Донецьк, 2006. – Вип. 25. – С. 197-205.

74. Евсеева, Е. Г. Математическое моделирование в химии : учебно-метод. пособие для студентов химических специальностей / Е. Г. Евсеева, Ю. В. Абраменкова, С. С. Попова. – Донецк : ДонНУ, 2016. – 194 с.

75. Евсеева, Е. Г. Профессионально направленное обучение будущих преподавателей химии на основе компетентностного и деятельностного подходов

/ Е. Г. Евсеева, Ю. В. Абраменкова, С. С. Попова // Вестник Елецкого государственного университета им. И. А. Бунина. Серия : Педагогика (История и теория математического образования). – Елец, 2017. – Вып. 38. – С. 83-95.

76. Євсєєва, О. Г. Теоретико-методичні основи діяльнісного підходу до навчання математики студентів вищих технічних закладів освіти : монографія / О. Г. Євсєєва. – Донецьк : ДонНТУ, 2012. – 455 с.

77. Егорова, Ю. Н. Мультимедиа как средство повышения эффективности обучения в общеобразовательной школе : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Ю. Н. Егорова. – Чебоксары, 2000. – 196 с.

78. Енциклопедія педагогічних технологій та інновацій / укл. Н. П. Наволокова. – Харків : Вид. група «Основа», 2009. – 176 с.

79. Еремин, В. В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к математическим олимпиадам / В. В. Еремин. – Москва : МЦНМО, 2007. – 392 с.

80. Ерхов, Г. П. Проблема подготовки педагогических кадров в университете / Г. П. Ерхов // Перестройка школы. – Донецк, 1990. – С.5-7.

81. Епишева, О. Б. Деятельностный подход как теоретическая основа проектирования методической системы обучения математике : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. пед. наук : 13.00.02 / О. Б. Епишева. – Москва, 1999. – 46 с.

82. Жалдак, М. І. Комп'ютер на уроках геометрії / М. І. Жалдак, О. В. Вітюк. – Київ : РННЦ «ДІНІТ», 2004. – 154 с.

83. Жукова, И. А. Контекстное обучение как средство формирования профессиональной компетентности будущих юристов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / И. А. Жукова. – Москва, 2011. – 252 с.

84. Задкова, О. А. Обучение геометрии студентов первого курса педвуза в контексте деятельностного подхода : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / О. А. Задкова. – Саранск, 2005. – 20 с.

85. Зайниев, Р. М. Преемственность профессионально ориентированного содержания математического образования в системе «школа-колледж-вуз» :

автореф. дис. на соискание уч. степени докт. пед. наук : 13.00.08 / Р. М. Зайниев. – Ярославль, 2012. – 42 с.

86. Закон ДНР об образовании [Электронный ресурс] // Официальный сайт Донецкого Народного Совета Донецкой Народной Республики. – Режим доступа : <http://dnrsovet.su/zakon-dnr-ob-obrazovanii>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 20.01.2016 г.).

87. Занюк, С. С. Психологія мотивації : навчальний посібник / С. С. Занюк. – Київ : Либідь, 2002. – 304 с.

88. Захаров, В. М. Формирование профессиональной компетентности химиков-технологов на основании принципов современной методологии науки / В. М. Захаров, А. М. Кочнев // Вестник Казанского технологического университета. – Казань, 2011. – №24. – С. 243-249.

89. Збаравська, Л. Ю. Реалізація принципів фундаментальної та професійної спрямованості як методологічна основа концепції навчання фізики в аграрно-технічному навчальному закладі / Л. Ю. Збаравська // Наукові записки Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Серія : Психолого-педагогічні науки. – Ніжин, 2011. – Вип. 10. – С. 36-40.

90. Зверева, Н. М. Развивается творческая самостоятельность : Опыт и предложения / Н. М. Зверева // Вестник высшей школы. – 1983. – №5. – С.70-72.

91. Зеер, Э. Ф. Личностно ориентированное профессиональное образование / Э. Ф. Зеер, Г. М. Романцев // Педагогика. – 2002. – № 3. – С. 16-21.

92. Иванова, О. В. Развитие познавательного интереса к математике у учащихся химико-биологических классов : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / О. В. Иванова. – Омск, 2006 – 22 с.

93. Исаева, Р. П. Система лабораторных работ как средство усиления математической и профессиональной подготовки студентов технических специальностей вуза : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Р. П. Исаева. – Саранск, 1994. – 37 с.

94. Иванцев, Н. І. Динаміка ціннісних орієнтацій студентської молоді протягом професійної підготовки : дис. ... канд. псих. наук : 19.00.07 /

Н. І. Іванцев. – Київ, 2001. – 179 с.

95. Карпова, Л. Г. Интерактивные методы обучения в контексте развития творческих способностей / под ред. А. Э. Еремеева // Наука и общество : проблемы современных исследований. – Омск, 2014. – С. 135-139.

96. Катержина, С. Ф. Развитие познавательной самостоятельности студентов технического ВУЗа при обучении математике с использованием Web-технологий : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / С. Ф. Катержина. – Ярославль, 2010. – 24 с.

97. Картёжников, Д. А. Визуальная учебная среда как условие развития математической компетентности студентов экономических специальностей : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Д. А. Картёжников. – Омск, 2007. – 26 с.

98. Кийко, П. В. Математическое моделирование как системообразующий фактор в реализации межпредметных связей математики и спецдисциплин в обучении будущих экономистов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / П. В. Кийко. – Омск, 2006. – 193 с.

99. Килимник, С. М. Організаційно-педагогічні умови професійно-орієнтованої діяльності студентів з фізики в технологічних коледжах / С. М. Килимник // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія : Педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2014. – Вип. 20. – С. 23-26.

100. Киченко, А. А. Teaching Effectively with Multimedia Presentations : учеб. пособие для преподавателей английского языка неязыковых вузов / А. А. Киченко. – Москва : Изд-во МГГУ им. М. А. Шолохова, 2010. – 34 с.

101. Климов, Е. А. Индивидуальный стиль деятельности в зависимости от типологических особенностей нервной системы / Е. А. Климов. – Казань : Из-во Казанского университета, 1969. – 199 с.

102. Коджаспирова, Г. М. Словарь по педагогике / Г. М. Коджаспирова, А. Ю. Коджаспиров. – Москва : ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д : Издательский центр «МарТ», 2005. – 448 с.

103. Кон, И. С. Психология ранней юности : книга для учителя / И. С. Кон. – Москва : Просвещение, 1989. – 255 с.
104. Коляда, М. Г. Формування інформаційної культури майбутніх економістів у процесі професійної підготовки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04 / М. Г. Коляда. – Луганськ, 2004. – 24 с.
105. Копетчук, В. А. Професійна спрямованість навчання предметів природничо-математичного циклу в медичному коледжі : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.04 / В. А. Копетчук. – Київ, 2009. – 20 с.
106. Копосова, Е. Г. Реализация междисциплинарного подхода при конструировании курса «Математика» для студентов бакалавриата естественнонаучных направлений (на примере факультета химии) / Е. Г. Копосова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена : Аспирантские тетради. – Санкт-Петербург, 2008. – №37 (80). – С. 427-430.
107. Коробов, М. В. Лекции по физической химии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://korobov.chem.msu.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 12.01.2016 г.).
108. Королев, М. Ю. Методическая система обучения методу моделирования студентов естественнонаучных и математических направлений подготовки в педвузах : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / М. Ю. Королев. – Москва, 2012. – 501 с.
109. Костина, Е. А. Дифференцированное обучение математике в техническом вузе с учётом уровня развития компонентов математических способностей студента : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Е. А. Костина. – Омск, 2009. – 22 с.
110. Крилова, Т.В. Проблеми навчання математики в технічному вузі : монографія / Т. В. Крилова. – Київ : Вища шк., 1998. – 438 с.
111. Кудрявцев, Л.Д. Современная математика и ее преподавание : учеб. пособ. для вузов / Л. Д. Кудрявцев. – Москва : Наука, 1985. – 176 с.

112. Кудряшов, И. В. Сборник примеров и задач по физической химии / И. В. Кудряшов, Г. С. Каретников. – Москва : Высшая школа, 1991. – 527 с.

113. Круглик, В. С. Методична система навчання лінійної алгебри у вищих навчальних закладах з використанням інформаційних технологій: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / В. С. Круглик. – Херсон, 2009. – 20 с.

114. Курс физической химии / Я. И. Герасимов и др.; под ред. Я. И. Герасимова. – Москва : Изд-во «Химия», 1970. – Т.1. – 592 с.

115. Лаврентьев, Г. В. Гуманитаризация высшего математического образования на основе блочно-модульного подхода : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.08 / Г. В. Лаврентьев. – Барнаул, 2001. – 349 с.

116. Лаврентьева, Н. Б. Профессионально-ориентированная методическая система обучения актуарной математике студентов экономических специальностей вуза : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. Б. Лаврентьева. – Нижний Новгород, 2004. – 192 с.

117. Ларионова, О. Г. Интеграция личностно-центрированного и компетентностного подходов в контекстном обучении : на материале подготовки учителя математики : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.01 / О. Г. Ларионова. – Москва, 2007. – 412 с.

118. Леванов, А. В. Введение в химическую кинетику / А. В. Леванов, Э. В. Антипенко. – Москва : Высшая школа, 2006. – 288 с.

119. Левченко, М. В. К вопросу об адаптации студентов младших курсов к условиям обучения в педвузе / М. В. Левченко // Психологические и социально-психологические особенности адаптации студентов. – Москва, 1977. – С. 82.

120. Легенчук, Д. В. Теория и практика развития системы профессионального образования на основе преемственности : монография / Д. В. Легенчук. – Курган : Курганский гос. ун-т, 2008. – 116 с.

121. Лемешко, Н. Н. Особенности профессиональной направленности математической подготовки в средних специальных учебных заведениях : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. Н. Лемешко.

– Москва, 1994. – 17 с.

122. Леонтьев, А. Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. – Москва : Педагогика, 1975. – 304 с.

123. Лернер, И. Я. Дидактические основы методов обучения / И. Я. Лернер. – Москва : Педагогика, 1981. – 186 с.

124. Лернер, И. Я. Качество знаний учащихся. Какими они должны быть? / И. Я. Лернер. – Москва : Знание, 1978. – 48с.

125. Лисовский, В. Т. Личность студента / В. Т. Лисовский, А. В. Дмитриев. – Ленинград : ЛГУ, 1974. – 183 с.

126. Лосева, Н. Н. Разнообразие моделей организации и проведения практических занятий по математическим курсам / Н. Н. Лосева, Е. И. Скафа. – Донецк : ДонНУ, 2005. – 120 с.

127. Львова, В. Д. Профессиональная направленность обучения математике студентов химико-технологических специальностей технических вузов : на примере раздела "Дифференциальные уравнения" : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / В. Д. Львова. – Астрахань, 2009. – 22 с.

128. Макаrenchенко, М. Г. Модель контекстного обучения будущих учителей математики в процессе их методической подготовки: дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / М. Г. Макаrenchенко. – Санкт-Петербург, 2009. – 402 с.

129. Максимова, Т. С. Психолого-педагогічні передумови формування евристичних умінь майбутніх спеціалістів / Т. С. Максимова // Гуманізація навчально-виховного процесу. – Слов'янськ, 2004. – Вип. 12. – С.138-145.

130. Малыгина, О. А. Обучение высшей математике на основе системно-деятельностного подхода : учеб. пособие / О. А. Малыгина. – Москва : Издательство ЛКИ, 2008. – 256 с.

131. Марков, Ю. Г. Математические модели химических реакций : учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 192 с.

132. Математический энциклопедический словарь / гл. ред. Ю. В. Прохоров. – Москва : Сов. энцикл., 1988. – 845 с.

133. Мацур, Ф. К. Методика преподавания курса "Высшая математика" на

химических факультетах классических университетов : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Ф. К. Мацур. – Орел, 2006. – 18 с.

134. Милорадова, Н. Г. Студент в зеркале психологии / Н. Г. Милорадова // Архитектура и строительство России. – 1995. – № 9. – С. 7-11.

135. Михайлова, И. Г. Математическая подготовка инженера в условиях профессиональной направленности межпредметных связей : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / И. Г. Михайлова. – Тобольск, 1998. – 22 с.

136. Міщенко, О. А. Сутність мультимедійних технологій навчання / О. А. Міщенко // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. – 2006. – №3. – С. 69-71.

137. Молянинова, О. Г. Мультимедиа в образовании (теоретические основы и методика использования) : монография / О. Г. Молянинова. – Красноярск : Изд-во КрасГУ, 2002. – 300 с.

138. Мордкович, А. Г. Профессионально-педагогическая направленность специальной подготовки учителя математики в педагогическом институте : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. пед. наук : 13.00.02 / А. Г. Мордкович. – Москва, 1986. – 36 с.

139. Мороз, А. Г. К вопросу о дидактической адаптации первокурсников / А. Г. Мороз // Психологические и социально-психологические особенности адаптации студента. – Ереван, 1973. – С. 104-106.

140. Мороз, О. Г. Педагогіка і психологія вищої школи : навч. посібник для молодих викладачів, аспірантів і майбутніх магістрів / О. Г. Мороз, О. С. Падалка, В. І. Юрченко ; за заг. ред. О. Г. Мороза. – Київ : НПУ, 2003. – 267 с.

141. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.msu.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 14.10.2016 г.).

142. Мухин, А. Е. Профессионально-педагогическая направленность курса математического анализа в педагогическом институте и ее реализация путем формирования системы упражнений : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 /

А. Е. Мухин. – Москва, 1986. – 220с.

143. Мышкис, А. Д. О преподавании математики прикладникам / А. Д. Мышкис // Математика в высшем образовании. – 2003. – №1. – С. 37-52.

144. Назарова, Т. С. Средства обучения / Т. С. Назарова // Российская педагогическая энциклопедия : в 2 т. Т. 2 / гл. ред. В. В. Давыдов. – Москва : БРЭ, 1993. – 387 с.

145. Найденова, Л. И. Опыт разработки цифровых образовательных ресурсов на основе новых государственных образовательных стандартов / Л. И. Найденова и др. // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Педагогика. – 2011. – Т. 12. – № 2. – С. 52-58.

146. Неділько, С. А. Математичні методи в хімії : підручник / С. А. Неділько. – Київ : Либідь, 2005. – 256 с.

147. Некрылов, С. С. Математика на службе у химии или использование математических законов в химических процессах / С. С. Некрылов, С. Ю. Кузьмин // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 5, ч. 2. – С. 227-228.

148. Непомняща, Т. В. Підвищення рівня мотивації майбутніх інженерів до вивчення математичних дисциплін / Т. В. Непомняща // Дидактика математики : проблеми і дослідження. – Донецьк, 2012. – №37. – С. 21-25.

149. Нічуговська, Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти : монографія / Л. І. Нічуговська. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2003. – 289 с.

150. Новиков, Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – Москва : МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

151. Ноздрин, И. Н. Прикладные задачи по высшей математике : учебное пособие для студентов вузов / И. Н. Ноздрин, И. М. Степаненко, Л. К. Костюк. – Киев : Вища школа, 1976. – 176 с.

152. Овчаренко, Е. Н. Преимущество обучения в системе среднего общего и высшего профессионального образования на основе инновационных дидактических технологий : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Е. Н. Овчаренко. – Краснодар, 2011. – 252 с.

153. Опейда, Й. О. Математичне та комп'ютерне моделювання в хімії : підручник / Й. О. Опейда. – Донецьк : ДонНУ, 2013. – 420 с.
154. Осинцева, М. А. Организация исследовательской деятельности будущих инженеров при обучении математике с использованием информационно-коммуникационных технологий : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / М. А. Осинцева. – Ярославль, 2009. – 24 с.
155. Основы физической химии. Теория и задачи : учеб. пособие для вузов / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская, Н. Е. Кузьменко, В. В. Лунин. – Москва : Изд-во «Экзамен», 2005. – 480 с.
156. Павлова, В. В. Сравнительный анализ инновационных технологий обучения с позиций деятельностного подхода : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. псих. наук : 19.00.07 / В. В. Павлова. – Москва, 2008. – 24 с.
157. Павлова, Л. В. Профессионально-методическая компетентность будущего учителя математики / Л. В. Павлова // Вестник Псковского государственного университета. Серия : Естественные и физико-математические науки. – 2008. – №4. – С. 121-125.
158. Партингтон, Д. Р. Высшая математика для химиков / Д. Р. Партингтон. – Ленинград : ГНТИ Ленхимсектор, 1931. – 310 с.
159. Педагогика профессионального образования : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Е. П. Белозерцев, А. Д. Гонеев, А. Г. Пашков и др.; под ред. В. А. Сластенина. – 4-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 368 с.
160. Плотникова, С. В. Профессиональная направленность обучения математическим дисциплинам студентов технических вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / С. В. Плотникова. – Самара, 2000. – 160 с.
161. Подоляк, Л. Г. Психологія вищої школи : навчальний посібник для магістрантів і аспірантів / Л. Г. Подоляк, В. І. Юрченко. – Київ : ТОВ «Філ-студія», 2006. – 320 с.
162. Полякова, Н. М. Методика навчання математики молодших спеціалістів харчової промисловості з використанням інформаційно-

комунікаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. М. Полякова. – Черкаси, 2012. – 210 с.

163. Попков, В. А. Дидактика высшей школы : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Попков, А. В. Коржуев. – Москва : Издательский центр «Академия», 2001. – 136 с.

164. Попова, С. В. Профессионально ориентированная подготовка специалистов металлургического профиля при изучении математики / С. В. Попова // Вестник Самарского государственного университета. – Самара, 2011. – № 1/2 (82). – С. 206-211.

165. Пушкарева, Т. П. Математическое моделирование химических процессов : учебное пособие / Т. П. Пушкарева, А. В. Перегудов. – Изд. 2-е стереотип. – Красноярск, 2013. – 116 с.

166. Радинова, Н. Ф. Перспективы развития педагогического образования: компетентностный подход / Н. Ф. Радинова, А. П. Тряпицына // Человек и образование. – 2006. – №4-5. – С. 7-14.

167. Раков, С. А. Математична освіта : компетентністий підхід з використанням ІКТ : монографія / С. А. Раков. – Харків : Факт, 2005. – 360 с.

168. Раков, С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук : 13.00.02 / С. А. Раков. – Харків, 2005. – 44 с.

169. Рашевська, Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.10 / Н. В. Рашевська. – Київ, 2011. – 21 с.

170. Рихтер, Т. В. Структурные элементы дидактической модели формирования профессиональных компетенций студентов педагогических вузов в интерактивной образовательной среде / Т. В. Рихтер // Актуальні питання природничо-математичної освіти. – 2014. – № 4. – С. 89-94.

171. Розанова, С. А. Математическая культура студентов технических

университетов / С. А. Розанова. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 176 с.

172. Роменець, В. А. Психологія творчості : навч. посібник / В. А. Роменець. – Київ : Либідь, 2001. – 288 с.

173. Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.muctr.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 14.10.2016).

174. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – Москва : Учпедгиз, 1946. – 416 с.

175. Саватеева, Е. С. Повышение мотивации в изучении математики студентами гуманитарных направлений обучения / Е. С. Саватеева // Научная дискуссия : вопросы педагогики и психологии : сборник статей по материалам XLV Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия : вопросы педагогики и психологии». – Москва, 2015. – № 12 (45). Часть 2. – С. 97-103.

176. Савина, А. Г. Профессионально-прикладная направленность математического образования студентов вузов экономико-управленческого профиля : на примере изучения дифференциальных уравнений : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / А. Г. Савина. – Москва, 2005. – 206 с.

177. Савчин, М. В. Вікова психологія : навчальний посібник / М. В. Савчин, Л.П. Василенко. – Київ : Академвидав, 2005. – 360 с.

178. Симаева, И. Н. Психология адаптации субъекта к изменениям жизнедеятельности / И. Н. Симаева. – Калининград : Изд-во РГУ им. И. Канта, 2005. – 314 с.

179. Сінько, Ю. І. Методична система навчання студентів математичної логіки у вищих навчальних закладах з використанням інформаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02 / Ю. І. Сінько. – Херсон, 2009. – 20 с.

180. Скатецкий, В. Г. Математические методы в химии : учеб. пособие для студентов вузов / В. Г. Скатецкий, Д. В. Свиридов, В. И. Яшкин. – Минск : ТетраСистемс, 2006. – 368 с.

181. Скатецкий, В. Г. Научные основы профессиональной направленности преподавания математики студентам нематематических специальностей: (на базе химического факультета университета) : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. пед. наук : 13.00.02 / В. Г. Скатецкий. – Минск, 1995. – 35 с.

182. Скафа О. І. Інформаційно-аналітична діяльність у системі професійно орієнтованого навчання математики молодших спеціалістів харчової промисловості / О. І. Скафа, Н. М. Полякова, Ю. В. Абраменкова // Дидактика математики : проблеми і дослідження. – Донецьк, 2010. – Вип. 34. – С. 58-61.

183. Скафа, О. І. Евристичне навчання математики: комп'ютерно-орієнтовані уроки : навч.-метод. посібник. – Друге видання / О. І. Скафа, О. В. Тутова. – Донецьк : ДонНУ, 2013. – 399 с.

184. Скафа, О. І. Наукові засади методичного забезпечення кредитно-модульної системи навчання у вищій школі : монографія / О. І. Скафа, Н. М. Лосєва, О. В. Мазнєв. – Донецьк : Вид-во ДонНУ, 2009. – 380 с.

185. Скафа, О. І. Професійно орієнтоване навчання математики у вищій школі : методичний аспект / О. І. Скафа // Современные тенденции развития математики и ее прикладные аспекты : материалы Международной научно-практической интернет-конференции, 17 мая 2012г. – Донецк, 2012. – С. 287-289.

186. Скафа, О. І. Формування досвіду професійно орієнтованої евристичної діяльності у майбутнього вчителя математики в системі вищої педагогічної освіти / О. І. Скафа // Дидактика математики : проблеми і дослідження. – Донецьк, 2013. – Вип. 40. – С. 191-199.

187. Скафа, Е. И. Эвристическое обучение математике : теория, методика, технология : монография / Е. И. Скафа. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2004. – 439 с.

188. Скоробогатова, Н. В. Наглядное моделирование профессионально-ориентированных задач в обучении математике студентов инженерных направлений технических вузов. : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. В. Скоробогатова. – Ярославль, 2006. – 183 с.

189. Сластенин, В. А. Педагогика : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; под ред.

В. А. Сластенина. – Москва : Издательский центр "Академия", 2002. – 576 с.

190. Слєпкань, З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі : навч. посіб. / З. І. Слєпкань. – Київ : Вища шк., 2005. – 239 с.

191. Слєпкань, З. І. Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики / З. І. Слєпкань. – Тернопіль : Навчальна книга–Богдан, 2005. – 290 с.

192. Соколенко, Л. О. Прикладні задачі природничого характеру в курсі алгебри і початкового аналізу : практикум : навч. посібник / Л. О. Соколенко, Л. Г. Філон, В. О. Швець. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – 128 с.

193. Співаковський, О. В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій : дис. ... докт. пед.наук : 13.00.02 / О. В. Співаковський. – Київ, 2003. – 535 с.

194. Стрижак, С. В. Формирование профессионально-педагогической компетентности будущих учителей химии / С. В. Стрижак // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 4. – С. 236-238.

195. Суворова, М. А. Формирование познавательного интереса студентов в процессе обучения теории вероятностей с использованием компьютерных технологий : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / М. А. Суворова. – Ярославль, 2006. – 24 с.

196. Стромберг, А. Г. Физическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающ. по хим. специальностям / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; под ред. А. Г. Стромберга. – Изд. 6-е, стер. – Москва : Высш. шк., 2006. – 527 с.

197. Тагаева, Г. М. Педагогические условия модульного обучения в процессе межпредметных связей химии и математики : на примере школ Республики Таджикистан : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.01 / Г. М. Тагаева. – Курган-Тюбе, 2010. – 22 с.

198. Талызина, Н. Ф. Педагогическая психология / Н. Ф. Талызина. – Москва : Издат. центр «Академия», 1999. – 288 с.

199. Татур, Ю. Г. Компетентностный подход в описании результатов и

проектировании стандартов высшего профессионального образования : материалы ко второму заседанию методологического семинара [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – Режим доступа : <http://fgosvo.ru/support/49/49/17>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 20.01.2016 г.).

200. Терещук, Г. В. Педагогічна діагностика ціннісних орієнтацій молоді в процесі її соціального і професійного становлення / Г. В. Терещук // Педагогіка і психологія. – 1996. – № 3. – С.119-125.

201. Тестов, В. А. О формировании профессиональной компетентности учителя математики / В. А. Тестов // Сибирский учитель. – 2007. – № 6. – С. 35-37.

202. Тимошенко, О. В. Формування дослідницьких умінь у процесі навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / О. В. Тимошенко. – Київ, 2011. – 254 с.

203. Тихомирова, Ф. А. Интеграция научного знания в современной химии / Ф. А. Тихомирова // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского : Научный журнал. Серия «Философия. Социология». – 2008. – Том 21 (60), № 3. – С.152-161.

204. Токар, Н. Ф. Динаміка мотивації в процесі професійної підготовки / Н. Ф. Токар // Педагогіка і психологія. – 1997. – № 4. – С.151-154.

205. Трайнев, В. А. Новые информационные коммуникационные технологии в образовании / В. А. Трайнев, В. Ю. Теплишев, И. В. Трайнев. – Москва : Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2008. – 320 с.

206. Тумашева, О. В. Методическая подготовка будущих учителей математики в педагогическом вузе на основе компетентностного подхода к образованию : монография / О. В. Тумашева. – Изд-е 2-е, перераб. и доп.– Красноярск : Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева, 2013. – 219 с.

207. Тутова, О. В. Методична система формування професійної готовності майбутнього вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в евристичному навчанні математики : дис. ... канд. наук : 13.00.02 / О. В. Тутова. – Київ, 2010. – 220 с.

208. Ушаков, Д. Н. Толковый словарь современного русского языка / Д. Н. Ушаков. – Москва : «Аделант», 2013. – 800 с.

209. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 020201 Фундаментальная и прикладная химия (квалификация (степень) "Специалист") : [Электронный ресурс]. Режим доступа : [http://www.edu.ru/db/cgi-bin/portal/spe/spe\\_new\\_list.plx?substr=&st=all&qual=3](http://www.edu.ru/db/cgi-bin/portal/spe/spe_new_list.plx?substr=&st=all&qual=3). – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 20.01.2016 г.).

210. Фёдорова, О. Н. Методическая система профессионально ориентированного обучения математике в колледжах технического профиля : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / О. Н. Фёдорова. – Ярославль, 2015. – 265 с.

211. Физическая химия : в 2 кн. : учеб. для вузов / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годневидр. ; под. ред. К. С. Краснова. – 3-е изд., испр. – Москва : Высш. шк., 2001. – Кн.1 : Строение вещества ; Термодинамика. – 2001. – 512 с.

212. Филиппова, М. П. Формирование самоконтроля у будущих инженеров в процессе изучения математики : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.01 / М. П. Филиппова. – Якутск, 2010. – 23 с.

213. Фоменко, Л. Б. Обучение студентов технического вуза стратегиям самостоятельной работы с использованием новых информационных технологий : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.08 / Л. Б. Фоменко. – Ижевск, 2006. – 18 с.

214. Фоминых, М. В. Технология применения игрового моделирования в процессе развития педагогических способностей студентов профессионально-педагогического университета : практико-ориентированная монография / М. В. Фоминых. – Москва : Изд-во «Спутник+», 2010. – 79 с.

215. Хекхаузен, Х. Психология мотивации достижения. / Х. Хекхаузен. – Санкт Петербург : Речь, 2001. – 256 с.

216. Чайченко, Н. Н. Формування професійної компетенції майбутнього вчителя хімії / Н. Н. Чайченко // Актуальні питання підготовки майбутнього

вчителя хімії : теорія і практика : збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції / за заг. ред. О. А. Блажка. – Вінниця, 2015. – С. 82-84.

217. Чирков, В. И. Мотивация учебной деятельности / В. И. Чирков. – Ярославль : ЯрГУ, 1991. – 52 с.

218. Чошанов, М. А. Дидактическое конструирование гибкой технологии обучения / М. А. Чошанов // Педагогика. – 1997. – № 2. – С. 21-29.

219. Чуркин, И. Ю. Компетентностный подход в образовании / И. Ю. Чуркин, Н. А. Чуркина // Философия образования. – 2010. – № 3 (32). – С. 121-127.

220. Шипачев, В. С. Высшая математика : учебник и практикум для бакалавров / В. С. Шипачев ; под ред. А. Н. Тихонова. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2016. – 447 с.

221. Шкерина, Л. В. Измерение и оценивание уровня сформированности профессиональных компетенций студентов – будущих учителей математики : учебное пособие / Л. В. Шкерина. – Красноярск : Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева, 2014. – 136 с.

222. Щукина, Г. И. Проблема познавательного интереса в педагогике / Г. И. Щукина. – Москва : Педагогика, 1971. – 178 с.

223. Эльконин, Д. Б. Концепция формирования умственных действий и ее критика Ю. А. Самариним / Д. Б. Эльконин // Вопросы психологии. – 1959. – № 6. – С. 25-34.

224. Явич, Р. П. Управление математической подготовкой студентов технического ВУЗа на основе телекоммуникационных технологий : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.02 / Р. П. Явич. – Екатеринбург, 2008. – 23 с.

225. Якиманская, И. С. Развивающее обучение / И. С. Якиманская. – Москва : Педагогика, 1979. – 144с.

226. Якиманская, И. С. Технология личностно-ориентированного образования / И. С. Якиманская. – Москва : Сентябрь, 2000. – 176 с.

227. Яковлева М. В. Педагогические основы адаптации первокурсников к обучению в вузе : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01/ М. В. Яковлева. – Улан-Удэ, 2000. – 147 с.

228. Якунин, В. А. Педагогическая психология : учеб. пособие / В. А. Якунин. – Санкт-Петербург : Изд-во В. А. Михайлова : Изд-во «Полиус», 1998. – 639 с.

229. Bluman, G. Problem Book for First Year Calculus / G. Bluman. – New York : Springer-Verlag, 1984. – 384 p.

230. Cunningham, A. Maths for Chemists / A. Cunningham, R. Whelan // University of Birmingham, University of Leeds, 2014. – 119 p.

231. Cockett, M. C. R. Maths for Chemists / M. C. R. Cockett, G. Doggett // Royal Society of Chemistry, 2003. – Vol. 1: Numbers, Functions and Calculus. – 192 p.

232. Cockett, M.C.R. Maths for Chemists / M. C. R. Cockett, G. Doggett // Royal Society of Chemistry, 2003. – Vol. 2: Power Series, Complex Numbers and Linear Algebra. – 200 p.

233. Driver, R. Student's thinking and the learning of science : a constructivist view / R. Driver, B. Bell // Science in science education, 1993. – Vol.13. – P. 443-455 p.

234. Turrell, G. Mathematics for Chemistry & Physics / G. Turrell. – San Diego : Academic Press, 2002. – 408 p.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### ПРИМЕРЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ ПО ТЕМЕ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

Таблица А1 – Математические модели химических процессов, описываемые дифференциальными уравнениями

| №  | Название модели                                                       | Описание модели                                                                | Формализация модели                                                                                                                                                                                                              | Вид связи, описывающей модель                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Модель распада радиоактивного вещества                                | Зависимость числа нераспавшихся ядер атомов радиоактивного вещества от времени | $\frac{dN}{dt} = -\lambda N,$ где $N$ – число нераспавшихся в данный момент ядер атомов; $t$ – время; $\lambda$ – постоянная распада                                                                                             | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 2. | Модель продолжительности существования атомов радиоактивного вещества | Зависимость количества атомов от времени                                       | $\frac{dN}{dt} = N_0 \lambda e^{-\lambda t},$ где $N_0$ – число атомов радиоактивного вещества в момент времени $t = 0$ ; $\lambda$ – константа радиоактивности; $N$ – количество атомов, не распавшихся к моменту времени $t$ . | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 3. | Модель среднего                                                       | Зависимость изменения                                                          | $\frac{dN}{dt} = -kN,$                                                                                                                                                                                                           | Обыкновенное дифференциальное                                                        |

|    |                                                |                                                                                   |                                                                                                                                                                                             |                                                                                      |
|----|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    | времени жизни возбужденного состояния молекулы | концентрации возбужденных молекул от времени                                      | где $N$ – возбужденные молекулы в момент времени $t$ ; $k$ – константа скорости.                                                                                                            | уравнение первого порядка с разделяющимися переменными                               |
| 4. | Модель охлаждения тела                         | Зависимость скорости изменения температуры тела от температуры окружающей среды   | $\frac{dT}{dt} = -k(T - T_c),$ где $k$ – коэффициент, зависящий как от физических и геометрических свойств тела, $t$ – время, $T$ – температура тела, $T_c$ – температура окружающей среды. | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 5. | Модель реакции первого порядка                 | Зависимость скорости реакции второго порядка от концентрации реагирующих веществ  | $v = \frac{dc}{dt} = -kc,$ где $v$ – скорость реакции, $t$ – время, $c$ – концентрация вещества,                                                                                            | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 6. | Модель реакции второго порядка                 | Зависимость скорости реакции второго порядка от концентрации реагирующих веществ  | $\frac{dc}{dt} = -kc^2.$ $\frac{dc}{dt} = -kc_1c_2,$ где $v$ – скорость реакции, $t$ – время, $c$ – концентрация вещества, $c_i$ – концентрация $i$ -го реагента.                           | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 7. | Модель реакции третьего порядка                | Зависимость скорости реакции третьего порядка от концентрации реагирующих веществ | $\frac{dc}{dt} = -kc^3.$ $v = \frac{dc}{dt} = -kc_1c_2c_3,$ где $v$ – скорость реакции, $c$ – концентрация вещества, $t$ – время, $c_i$ – концентрация $i$ -го реагента.                    | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |

|     |                                                                     |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                      |
|-----|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.  | Модель необратимой реакции первого порядка                          | Зависимость концентрации вещества от времени                                               | $\frac{dx}{dt} = k([A]_0 - x),$ <p>где <math>[A]_0</math> – начальная концентрация вещества <math>A</math>; <math>k</math> – константа скорости реакции, <math>x</math> – концентрация вещества в момент времени <math>t</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                   | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 9.  | Модель обратимой реакции первого порядка, протекающей в одну стадию | Зависимость скорости обратимой реакции первого порядка от концентрации реагирующих веществ | $\frac{dx}{dt} = k_1[A]_0 - k_2[B]_0 - kx,$ <p>где <math>[A]_0</math> – начальная концентрация вещества <math>A</math>; <math>[B]_0</math> – начальная концентрация вещества <math>B</math>; <math>k_1 &gt; 0</math>, <math>k_2 &gt; 0</math> – константы соответственно прямой и обратной реакций, <math>k = k_1 + k_2</math>, <math>t</math> – время.</p>                                                                                                                            | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 10. | Модель последовательных реакций                                     | Зависимость скоростей последовательных реакций от концентраций реагирующих веществ         | $\frac{dx_1}{dt} = -k_1 x_1^{p_1};$ $\frac{dx_2}{dt} = k_1 x_1^{p_1} - k_2 x_2^{p_2};$ <p>.....</p> $\frac{dx_n}{dt} = k_{n-1} x_{n-1}^{p_{n-1}} - k_n x_n^{p_n};$ $\frac{dx_{n+1}}{dt} = -k_n x_n^{p_{n1}},$ <p>где <math>p_i</math> – порядки реакций, <math>k_i &gt; 0</math> – константы скоростей реакций, <math>t</math> – время, <math>\frac{dx_i}{dt}</math> – скорость накопления вещества <math>A_i</math>, <math>x_i = [A]_i</math>, <math>i = \overline{1, n}</math> –</p> | Система линейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка             |

|     |                                                                              |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                              |                                                                                                                       | концентрация вещества $A_i$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                        |
| 11. | Модель изменения скорости концентрации соединения в последовательной реакции | Зависимость скорости изменения концентрации вещества с течением времени                                               | $\frac{d[B]}{dt} = k_1[A_0]e^{-k_1t} - k_2[B],$ <p>где <math>k_1</math> – константа скорости первой реакции, <math>[A_0]</math> – исходная концентрация вещества <math>A</math>, <math>k_2</math> – константа скорости второй последовательной реакции, <math>[B]</math> – концентрация вещества <math>B</math> в момент времени <math>t</math> от начала реакции.</p> | Линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка                       |
| 12. | Модель растворения лекарственных форм вещества из таблеток                   | Зависимость изменения количества лекарственных форм вещества в таблетке с течением времени                            | $\frac{dm}{dt} = -km,$ <p>где <math>m</math> – количество вещества в таблетке, оставшееся ко времени растворения <math>t</math>, <math>k</math> – постоянная скорости растворения.</p>                                                                                                                                                                                 | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными   |
| 13. | Модель седиментации твердых частиц в жидкости                                | Зависимость скорости и ускорения частиц от их перемещения в процессе отстаивания суспензий вследствие оседания частиц | $m \frac{d^2x}{dt^2} + k \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 - mg = 0,$ <p><math>m</math> – масса частиц, <math>g</math> – ускорение свободного падения, <math>v</math> – скорость седиментации, <math>k &gt; 0</math> – коэффициент трения. <math>t</math> – время, <math>x</math> – перемещение частиц.</p>                                                               | Обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка, допускающее понижение порядка |
| 14. | Модель размножения бактерий с течением времени                               | Зависимость изменения количества бактерий от времени                                                                  | $\frac{dx}{dt} = kx;$ <p>где <math>k</math> – коэффициент пропорциональности, <math>x</math> – количество бактерий, имеющих в данный момент.</p>                                                                                                                                                                                                                       | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными   |

|     |                                                                   |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                      |
|-----|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. | Модель ионизации газа                                             | Зависимость скорости изменения количества ионов, содержащихся в данном объеме газа, от времени.     | $\frac{dn}{dt} = q - kn^2,$ <p><math>n</math> – количество ионов, <math>t</math> – время, <math>q</math> – количество положительных и <math>q</math> отрицательных ионов в данном объеме газа, образующееся за 1 секунду.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 16. | Модель изменения уровня жидкости в резервуаре с двумя отверстиями | Зависимость скорости изменения уровня воды от площади отверстий и скорости истечения жидкости       | $\frac{dH}{d\tau} = - \frac{\omega_1 S_1 + \omega_2 S_2}{\frac{\pi}{4} \cdot 1.8^2},$ <p><math>H</math> – уровень воды в резервуаре в момент <math>\tau</math>, <math>S_1</math> и <math>S_2</math> – площади отверстий, <math>\omega_1</math> – скорость истечения жидкости из верхнего отверстия, <math>\omega_2</math> – скорость истечения жидкости из верхнего отверстия из нижнего отверстия, <math>\omega = \varphi \sqrt{2gh}</math>, где <math>\omega</math> – скорость истечения воды через отверстие, м/с; <math>g</math> – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>; <math>h</math> – высота столба воды над отверстием, м; <math>\varphi</math> – коэффициент истечения.</p> | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 17. | Модель изменения газовой смеси                                    | Зависимость изменения процентного содержания кислорода в газовой смеси от изменения количества газа | $da = (100 - a)dx,$ <p><math>x</math> – количество литров газа, прошедшего через сосуд, <math>a</math> – процентное содержание кислорода в хлитах газа.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 18. | Модель выхода вещества в химической                               | Зависимость скорости расходования                                                                   | $S'(t) = r - cS(t),$ <p>где <math>r</math> молей – выход вещества <math>S</math> за минуту, <math>c</math> молей за минуту – скорость расходования</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого                             |

|     | реакции                                                            | вещества от времени                             | вещества $S$ , $t$ – время.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | порядка с постоянными коэффициентами                                                 |
|-----|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 19. | Модель конвективной диффузии, сопровождающейся химической реакцией | Зависимость диффундирующего вещества от времени | $m = -D \frac{dc}{dx} S \Delta t,$ <p>где <math>m</math> – масса диффундирующего вещества, <math>D &gt; 0</math> – коэффициент диффузии, <math>c</math> – концентрация диффундирующего вещества, <math>S</math> – площадь поперечного сечения потока, <math>t</math> – время, <math>\Delta t</math> – продолжительность процесса.</p> | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |
| 20. | Модель быстрой коагуляции электролитами                            | Зависимость концентрации золя от времени        | $\frac{dC}{dt} = kC^2,$ <p>где <math>C</math> – концентрация золя; <math>k &gt; 0</math> – константа, характеризующая вероятность столкновения частиц, <math>t</math> – время.</p>                                                                                                                                                    | Обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными |

## Приложение Б

### ПРИМЕРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**1. Зависимость числа нераспавшихся ядер атомов радиоактивного вещества от времени.** Ядра атомов радиоактивных элементов с течением времени распадаются. Опытным путем установлено, что скорость распада пропорциональна числу нераспавшихся в данный момент ядер атомов. В аналитической форме это можно записать так:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad (\text{Б.1})$$

где,  $N$  – число нераспавшихся в данный момент ядер атомов;  $t$  – время;  $\lambda$  – постоянная распада. Минус означает, что с течением времени число нераспавшихся ядер атомов уменьшается и производная убывающей функции отрицательна. Скорость же по смыслу – положительная величина.

Установим зависимость числа нераспавшихся ядер атомов радиоактивного вещества от времени, если при  $t = 0$  число нераспавшихся ядер атомов  $N = N_0$ . Разделим переменные в уравнении (Б.1) и проинтегрируем левую часть по  $N$ , а правую по  $t$ :

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt; \int \frac{dN}{N} = - \int \lambda dt; \ln|N| = -\lambda t + \ln|C|;$$

$$\ln|N| = \ln e^{-\lambda t} + \ln|C|; N = C e^{-\lambda t}.$$

Полагая в последнем уравнении  $t=0$  и  $N = N_0$ , находим  $C = N_0$ . Тогда

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (\text{Б.2})$$

Формула (Б.2) отражает зависимость числа нераспавшихся ядер атомов радиоактивного вещества от времени, выраженную экспоненциальной функцией в интегральной форме.

Из формулы (Б.2) можно определить период полураспада  $T$ , т.е. время, в течение которого число ядер атомов уменьшается вдвое. Положив в формуле (Б.2)  $t = T$  и  $N = \frac{N_0}{2}$ , получим

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}; \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}.$$

Прологарифмируем последнее выражение:  $\ln \frac{1}{2} = -\lambda T$ , откуда

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \approx \frac{0,693}{\lambda}. \quad (\text{Б.3})$$

Из формулы (Б.3) видно, что период полураспада связан с постоянной распада и является характеристикой данного радиоактивного вещества. Например, для радона  $\lambda = 2,084 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ . Подставив это значение в формулу (Б.3), получим период полураспада радона  $T = 3,15$  суток.

**2. Закон охлаждения тела.** Согласно закону Ньютона, скорость охлаждения тела пропорциональна разности между температурами тела и

окружающей среды. Пусть тело нагрето до температуры  $T_0$ , температуру окружающей среды будем считать постоянной и равной  $T_c$ ,  $T_0 > T_c$ . В момент времени  $t$  температура тела равна  $T$ .

Скорость изменения температуры  $\frac{dT}{dt}$  – пропорциональна разности  $T - T_c$ :

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_c), \quad (\text{Б.4})$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий как от физических свойств тела, так и от его геометрической формы.

Минус означает, что с возрастанием времени температура  $T$  тела уменьшается. Производная убывающей функции отрицательна, а скорость по смыслу – положительная величина. Разделим переменные в уравнении (Б.4) и проинтегрируем его:

$$\frac{dT}{T - T_c} = -k dt; \quad \int \frac{dT}{T - T_c} = \int -k dt;$$

$$\ln|T - T_c| = -kt + \ln C; \quad T - T_c = Ce^{-kt}.$$

Полагая в последнем уравнении  $t = 0$  и  $T = T_0$ , находим  $C = T_0 - T_c$ ; тогда

$$T = T_c + (T_0 - T_c)e^{-kt}; \quad (\text{Б.5})$$

Формула (Б.5) отражает зависимость температуры тела от времени.

**3. Закон свободных затухающих колебаний.** Пусть на движущееся тело массой  $m$  действует сила упругости  $F = -ks$ , где  $k$  – коэффициент пропорциональности,  $s$  – величина смещения тела от положения равновесия. Кроме того, движение тела происходит при наличии силы трения (сопротивления среды), которая при небольших скоростях пропорциональна скорости движения тела, т.е.  $F_{\text{упр}} = -rv = -r \frac{ds}{dt}$ , где  $r$  – коэффициент трения.

Согласно второму закону Ньютона, уравнение движения тела будет иметь вид:

$$ma = F_{\text{упр}} + F_{\text{тр}} \text{ или } m = \frac{d^2s}{dt^2} = -ks - r \frac{ds}{dt};$$

откуда

$$\frac{d^2s}{dt^2} + \frac{r}{m} \frac{ds}{dt} + \frac{k}{m} s = 0.$$

Обозначив  $\frac{r}{m} = 2\beta$ ,  $\sqrt{\frac{k}{m}} = \omega_0$ , получим

$$\frac{d^2s}{dt^2} + 2\beta \frac{ds}{dt} + \omega_0^2 s = 0. \quad (\text{Б.6})$$

Уравнение (Б.6) является однородным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами. Его характеристическое уравнение  $k^2 + 2ka + \omega_0^2 = 0$ , корни которого  $k_{1,2} = -\beta \pm \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2}$ . Обозначим  $\beta^2 - \omega_0^2 = \omega^2$ . Для случая, когда,  $\beta < \omega_0$ , корни характеристического уравнения будут комплексными числами:

$$k_{1,2} = -\beta \pm i\omega;$$

Общее решение уравнения (Б.6) имеет вид:

$$s = e^{-\beta t} (C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t).$$

**Кинетика химических процессов.** В общем случае скорость химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ. Уравнение, выражающее зависимость скорости реакции от концентрации каждого вещества, влияющего на скорость, называется **кинетическим дифференциальным уравнением химического процесса**. Рассмотрим химические процессы второго и третьего порядка.

**4. Закон реакции второго порядка.** Скорость реакции второго порядка пропорциональна концентрации каждого из двух реагирующих веществ или квадрату концентрации одного из реагентов:  $v = \frac{dc}{dt} = -kc_1c_2$ .

Минус в уравнении означает, что концентрации реагирующих веществ с течением времени убывают.

Если  $c_1 = c_2 = c$ , то

$$\frac{dc}{dt} = -kc^2. \quad (\text{Б.7})$$

Уравнение (Б.7) — дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными. Разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\frac{dc}{c^2} = -kdt; \int \frac{dc}{c^2} = - \int kdt; -\frac{1}{c} = -kt + C_1.$$

Определим постоянную  $C_1$ , из начальных условий (при  $t = 0, c = c_0$ ):  $-\frac{1}{c_0} = C_1$ .

Подставив это значение в последнее уравнение, получим

$$-\frac{1}{c} = -kt - \frac{1}{c_0} \text{ или } \frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} = kt,$$

откуда  $k = \frac{1}{t} \cdot \frac{c_0 - c}{c_0 c};$

Подставив в последнее выражение  $t = \tau, c = \frac{c_0}{2}$ , найдем период полупревращения для реакций второго порядка:  $\tau = \frac{1}{kc_0}$ .

**5. Закон реакции третьего порядка.** Скорость реакции третьего порядка пропорциональна концентрациям каждого из трех реагирующих веществ или кубу концентрации одного из реагентов:

$$\frac{dc}{dt} = -kc^3; \quad (\text{Б.8})$$

Уравнение (Б.8) — дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными. Разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\frac{dc}{c^3} = -kdt; \int \frac{dc}{c^3} = - \int kdt; -\frac{1}{2c^2} = -kt + C_1$$

Определим постоянную  $C_1$  из начальных условий (при  $t=0$ ,  $c=c_0$ ):

$$-\frac{1}{2c_0^2} = C_1$$

Подставив это значение  $C_1$ , в последнее уравнение получим

$$-\frac{1}{2c^2} = -kt - \frac{1}{2c_0^2} \text{ или } \frac{1}{2c^2} - \frac{1}{2c_0^2} = kt,$$

откуда

$$k = \frac{1}{2t} \cdot \frac{c_0^2 - c^2}{c_0^2 c^2}.$$

Для реакций третьего порядка период полупревращения при  $t = \tau$ ,  $c = \frac{c_0}{2}$  равен  $\tau = \frac{3}{2kc_0^2}$ .

**6. Седиментация твердых частиц в жидкости.** Рассматривается процесс отстаивания суспензий вследствие оседания частиц достаточно большой массы  $m$  под действием собственного веса  $mg$  и силы сопротивления среды  $F_c = kv^2$ , где  $v$  — скорость седиментации,  $k > 0$  — коэффициент трения. Сила сопротивления среды направлена в сторону, противоположную движению  $x = f(t)$  частиц. Установим закон скорости оседания частиц с учетом начальных условий:  $t = 0, x = 0, v = 0$ .

Согласно второму закону Ньютона,  $ma = mg - kv^2$  или

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + k \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 - mg = 0. \quad (\text{Б.9})$$

Уравнение (Б.9) является уравнением второго порядка, не содержащим искомой функции  $x$ . Его можно решить методом понижения порядка, введя новую функцию  $v = \frac{dx}{dt}$ :

$$m \frac{dv}{dt} + kv^2 - mg = 0.$$

Мы получили уравнение с разделяющимися переменными. Разделив переменные будем иметь:

$$\frac{dv}{mg/k - v^2} = \frac{k}{m} dt.$$

Проинтегрировав последнее уравнение и введя обозначение  $a = \sqrt{\frac{mg}{k}}$ , получим  $\ln \left| \frac{a+v}{a-v} \right| = \frac{2ak}{m} t + \ln C$ .

Из начальных условий  $t = 0, v = 0$  следует  $C = 1$ . Тогда

$$\ln \left| \frac{a+v}{a-v} \right| = \frac{2ak}{m} t.$$

После потенцирования имеем  $\frac{a+v}{a-v} = e^{\frac{2ak}{m} t}$ .

Обозначив  $\frac{2ak}{m} = b$ , найдем:  $\frac{a+v}{a-v} = e^{\frac{bt}{2}}$ , откуда  $v = \frac{a(e^{bt/2} - 1)}{1 + e^{bt/2}}$ .

Подставив в это уравнение значения  $a$  и  $b$ , получим формулу, выражающую закон скорости оседания частиц:

$$v = \frac{\sqrt{mg/k} (e^{2t\sqrt{gk/m}} - 1)}{1 + e^{2t\sqrt{gk/m}}};$$

При  $t \rightarrow +\infty$  предельная скорость оседания частиц  $\lim_{t \rightarrow +\infty} v = \sqrt{mg/k}$ .

**7. Закон растворения лекарственных форм вещества из таблеток.** Скорость растворения лекарственных форм вещества из таблеток пропорциональна количеству лекарственных форм вещества в таблетке. Установим зависимость изменения количества лекарственных форм вещества в таблетке с течением времени.

Обозначим через  $m$  количество вещества в таблетке, оставшееся ко времени растворения  $t$ . Тогда

$$\frac{dm}{dt} = -km; \quad (\text{Б.10})$$

где  $k$  – постоянная скорость растворения. Минус в уравнении (Б.10) означает, что количество лекарственных форм вещества с течением времени убывает.

В дифференциальном уравнении (Б.10) разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\begin{aligned} \frac{dm}{m} &= -kdt; \int \frac{dm}{m} = - \int kdt; \ln|m| = -kt + \ln|C|; \\ \ln|m| &= \ln e^{-kt} + \ln|C|; m = Ce^{-kt}. \end{aligned}$$

Полагая, что при  $t = 0, m = m_0$ , следовательно

$$m = m_0 e^{-kt}. \quad (\text{Б.11})$$

Формула (Б.11) выражает закон растворения лекарственных форм вещества из таблеток в интегральной форме.

Из уравнения (Б.11) находят постоянную скорости растворения  $k$ :

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{m_0}{m}.$$

Период полурасстворения таблеток  $t_{1/2}$  рассчитывают из формулы (Б.11) при  $t = t_{1/2}, m = \frac{m_0}{2}$ :

$$\frac{m_0}{2} = m = m_0 e^{-kt_{1/2}}, \frac{1}{2} = e^{-kt_{1/2}}; \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -kt_{1/2};$$

откуда:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k}.$$

**8. Закон размножения бактерий с течением времени.** Скорость размножения некоторых бактерий пропорциональна количеству бактерий в данный момент. Установим зависимость изменения количества бактерий от времени.

Обозначим количество бактерий, имеющих в данный момент, через  $x$ . Тогда

$$\frac{dx}{dt} = kx; \quad (\text{Б.12})$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности. В уравнении (Б.12) разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\frac{dx}{x} = kdt; \int \frac{dx}{x} = k \int dt; \ln|x| = kt + \ln|C|; \ln|x| = \ln e^{kt} + \ln|C|.$$

Потенцируем последнее выражение:  $x = Ce^{kt}$ . Полагая, что при  $t = 0, x = x_0$ , получаем  $C = x_0$ , следовательно

$$x = x_0 e^{kt}. \quad (\text{Б.13})$$

Из уравнения (Б.13) следует, что при благоприятных условиях увеличение количества бактерий с течением времени происходит по экспоненциальному закону.

**9. Закон роста клеток с течением времени.** Для палочковидных клеток, у которых отношение поверхности клетки к ее объему сохраняется постоянным, скорость роста клетки  $\frac{dl}{dt}$  пропорциональна длине клетки  $l$  в данный момент:

$$\frac{dl}{dt} = (\alpha - \beta)l; \quad (\text{Б.14})$$

где  $\alpha, \beta$  – постоянные, характеризующие процессы синтеза и распада.

В уравнении (Б.14) разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\frac{dl}{l} = (\alpha - \beta)dt; \int \frac{dl}{l} = \int (\alpha - \beta)dt; \ln|l| = (\alpha - \beta)t + \ln|C|;$$

$$\ln|l| = \ln e^{(\alpha - \beta)t} + \ln|C|; l = Ce^{(\alpha - \beta)t}.$$

При  $t = 0, l = l_0$  постоянная  $C = l_0$ , поэтому  $l = l_0 e^{(\alpha - \beta)t}$ , т.е. рост палочковидных клеток происходит по экспоненциальному закону.

**10. Закон разрушения клеток в звуковом поле.** Кавитация ультразвуковых волн проявляется в виде разрывов суспензионной среды и образования мельчайших пузырьков и пустот, плотность которых незначительна по сравнению с плотностью воды. Простейшие (бактерии, водоросли, дрожжи, лейкоциты, эритроциты) могут быть разрушены при кавитации, возникающей в интенсивном звуковом поле. Относительные скорости разрушения биологических клеток различных видов остаются постоянными в очень широком диапазоне частот. Эти скорости могут характеризовать относительную хрупкость клеток различных видов. Чтобы выразить это количественно, нужно определить скорость разрушения клетки в постоянном звуковом поле. Изучение этого вопроса показывает, что пока, по крайней мере 1% популяции остается неразрушенным, можно записать:

$$\frac{dN}{dt} = -RN; \quad (\text{Б.15})$$

где  $N$  – концентрация клеток;  $t$  – время;  $R$  – постоянная.

В уравнении (Б.15) разделим переменные и проинтегрируем его:

$$\frac{dN}{N} = -Rdt; \int \frac{dN}{N} = \int -Rdt;$$

$$\ln|N| = -Rt + \ln|C|; \ln|N| = \ln e^{-Rt} + \ln|C|; N = Ce^{-Rt}.$$

Постоянную  $C$  найдем из условия, что при  $t = 0, N = N_0$  и  $C = N_0$ . Тогда  $N = N_0 e^{-Rt}$ , т.е. разрушение клеток в постоянном звуковом поле происходит по экспоненциальному закону.

**11. Составление и решение дифференциальных уравнений в теории эпидемий.** Рассмотрим, как составляются и решаются дифференциальные уравнения в теории эпидемии при условии, что изучаемое заболевание носит длительный характер. При этом процесс передачи инфекции значительно более быстрый, чем течение самой болезни, и зараженные особи не удаляются из колонии, а передают при встречах инфекцию незараженным особям.

Пусть в начальный момент  $t = 0$ ,  $a$  – число зараженных,  $b$  – число незараженных особей,  $x(t), y(t)$  – соответственно число зараженных и незараженных особей к моменту времени  $t$ . В любой момент времени  $t$  для промежутка, меньшего времени жизни одного поколения имеет место равенство:

$$x + y = a + b. \quad (\text{Б.16})$$

При этих условиях нужно установить закон изменения числа незараженных особей с течением времени, т.е. найти  $y = f(t)$ .

Так как инфекция передается при встречах зараженных особей с незараженными, то число незараженных особей будет убывать с течением времени пропорционально количеству встреч между зараженными и незараженными особями. Для промежутка времени  $\frac{dt}{dy} = -\beta xy dt$ , откуда  $\frac{dy}{dt} = -\beta xy$ , где:  $\beta$  – коэффициент пропорциональности. Подставив в это уравнение значение  $x$  из равенства (Б.16), получим дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными

$$\frac{dy}{dt} = -\beta y(a + b - y).$$

После разделения дифференциалов и переменных в последнем уравнении, получим

$$\frac{dy}{y(a+b-y)} = -\beta dt.$$

Преобразуем левую часть этого уравнения и проинтегрируем его:

$$\begin{aligned} \frac{1}{y(a+b-y)} &= \frac{1}{(a+b)} \left( \frac{1}{y} + \frac{1}{a+b-y} \right) \\ \int \frac{1}{(a+b)} \left( \frac{1}{y} + \frac{1}{a+b-y} \right) dy &= - \int \beta dt; \\ \frac{1}{(a+b)} \int \frac{dy}{y} + \frac{1}{a+b} \int \frac{dy}{a+b-y} &= -\beta t + C; \\ \ln|y| - \ln|(a+b-y)| &= -(a+b)\beta t + \ln|C|; \end{aligned}$$

или

$$\ln \left| \frac{y}{a+b-y} \right| = \ln e^{-\beta(a+b)t} + \ln|C|;$$

Выполним в последнем уравнении потенцирование:

$$\frac{y}{a+b-y} = Ce^{-\beta(a+b)t}.$$

По начальным условиям (при  $t = 0, y = b$ ) найдем значение постоянной  $C$  и подставим его в последнее равенство:

$$\frac{b}{a+b-b} = Ce^0; C = \frac{b}{a};$$

$$\frac{y}{a+b-y} = \frac{b}{a} e^{-\beta(a+b)t}.$$

Разрешая это уравнение относительно  $y$ , окончательно получаем:

$$y(t) = \frac{b(a+b)}{b+ae^{-\beta(a+b)t}}. \quad (\text{Б.17})$$

Формула (Б.17) выражает закон убывания числа незараженных особей с течением времени.

## Приложение В

### ФРАГМЕНТ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ХИМИИ»

#### *Обыкновенные дифференциальные уравнения*

Многие процессы в природе можно описать с помощью дифференциальных уравнений, то есть уравнений, которые связывают независимую переменную, искомую функцию от этой переменной и ее производные. В частности, теория обыкновенных дифференциальных уравнений является базовой теорией в получении законов физической химии.



*Учимся выполнять математические действия,  
решая профессионально ориентированные задачи*

#### Концентрация растворов

**Задача.** В резервуаре имеется 100 литров водного раствора, содержащего 10 кг растворенной соли. Каждую минуту 2 литра раствора вытекает из резервуара, а 3 литра пресной воды притекает в него. Перемешивание сохраняет одинаковую концентрацию соли по всему резервуару. Сколько соли останется в резервуаре через час?



#### Опорные знания по химии

**Закон действия масс:** скорость взаимодействия двух химических реагентов прямо пропорциональна их концентрациям в реакционной системе, а достижимое состояние химического равновесия зависит от скоростей прямой и обратной реакции.

**Массовая доля растворенного вещества** — это отношение массы растворённого вещества к общей массе раствора:

$$w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})}.$$

**Концентрация** - это содержание растворенного вещества в определенном количестве или объеме раствора.



#### Действия по математическому моделированию, которые необходимо выполнить

##### 1) Ввести переменные.

Обозначим через

$t$  – время (мин.);

$x(t)$  – количество соли в резервуаре в момент времени  $t$  (кг);

$-\Delta x$  – количество соли, выходящее из резервуара за время  $\Delta t$  (знак минус обусловлен тем, что  $x$  – убывающая функция времени).

**2) Определить в терминах введенных переменных, что нужно сделать в задаче.**

Найти количество соли  $x(t)$  при  $t=60$  мин.

**3) Составить соотношения, связывающие введенные переменные.**

В момент  $t$  в резервуаре находится  $(100+t)$  литров жидкости (притекло  $3t$  литров и утекло  $2t$ ), в ней растворено  $x$  кг соли. Значит, в одном литре раствора содержится  $\frac{x}{100+t}$  кг соли. За время  $\Delta t$  из резервуара вытекает  $2\Delta t$  литра

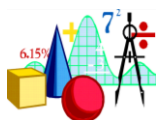
раствора, значит, количество соли уменьшится на  $\frac{x}{100+t} 2\Delta t$  кг.

$$\text{Отсюда } -\Delta x = \frac{x}{100+t} \cdot 2\Delta t.$$

Выполнив необходимые преобразования и перейдя к пределу при  $\Delta t \rightarrow 0$ , получим дифференциальное уравнение  $x' = -\frac{2}{100+t} \cdot x(t)$ .

**4) Сформулировать математическую задачу, к которой сводится исходная химическая задача.**

Решить обыкновенное дифференциальное уравнение  $x' = -\frac{2}{100+t} \cdot x(t)$  (с разделяющимися переменными).



### Опорные знания по математике

1. Алгоритм решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Свойства логарифмов.



### Выполняем математические действия

1. Поделив обе части уравнение  $x' = -\frac{2}{100+t} \cdot x(t)$  на  $x(t)$ , получим

$$\frac{x'}{x(t)} = -\frac{2}{100+t}.$$

2. Выяснив, от каких функций взята производная, чтобы получить левую и правую части уравнения, получим равенство  $\ln(x(t))' = (-2\ln(100+t))'$ . Поскольку производные этих двух функций равны, то функции отличаются на постоянное слагаемое:  $\ln x(t) = -2\ln(100+t) + \ln C$ . На основании свойств логарифмов получим

$$\ln \frac{x(t)}{C} = \ln \frac{1}{(100+t)^2}. \text{ Отсюда } x(t) = \frac{C}{(100+t)^2}.$$

3. Используя начальное условие  $x(0)=10$ , находим  $C=100000$ . Итак, через  $t$  минут в резервуаре останется  $x(t) = \frac{100000}{(100+t)^2}$  кг соли.

4. Подставляя  $t=60$  минут в последнее равенство, найдем искомое количество соли  $x(t) = \frac{1000}{(100+60)^2} = 3,90625$  кг.

**5) Интерпретация полученных результатов в терминах исходной задачи.**

Примерно 3,91 кг соли останется в резервуаре через час.



### Тестовые задания для освоения действий по математическому моделированию

1. Характерной особенностью обыкновенных дифференциальных уравнений является то, что функции в этих уравнениях:

  - А: зависят только от двух переменных;
  - Б: зависят только от одной переменной;
  - В: не зависят от переменных;
  - Г: зависят от двух и более переменных.

Ответ: Б
2. При решении линейного дифференциального уравнения первого порядка не применяется:

  - А: метод неопределённых коэффициентов;
  - Б: замена переменной;
  - В: замена переменной;
  - Г: интегрирование по частям.

Ответ: А
3. Из тождества, возможного при равенстве коэффициентов при одинаковых степенях  $x$ , получают

  - А: корни характеристического уравнения;
  - Б: решение однородного уравнения;
  - В: дифференциальное уравнение более низкого порядка;
  - Г: систему уравнений.

Ответ: Г
4. Отношение двух однородных функций одинаковых степеней есть однородная функция

  - А: нулевой степени;
  - Б: первой степени;
  - В: второй степени;
  - Г: степени на одну ниже степеней исходных функций.

Ответ: А

5. Решением какого уравнения будет функция, выраженная через значение интеграла от правой части уравнения?

А:  $9ydy = \frac{dx}{\cos^2 x}$ ;

Б:  $y' = x + \sin x$ ;

В:  $2ydy = \ln x dx$ ;

Г:  $(1 + x)dy = 2ydx$ .

Ответ: Б

6. Общим решением дифференциального уравнения  $n$ -го порядка называется:

А: решение, в котором произвольным постоянным придаются конкретные числовые значения;

Б: решение, содержащее  $n$  независимых произвольных постоянных;

В: решение, выраженное относительно независимой переменной;

Г: решение, полученное без интегрирования.

Ответ: Б

7. Дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными – это уравнение вида :

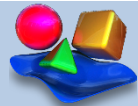
А:  $s(t)y' + p(x)y + q(x)y^n = 0$ ;

Б:  $s(t)y' + p(x)y^2 + q(x)y + r(x) = 0$ ;

В:  $p(x)q(y)y' + r(x)s(y) = 0$ ;

Г:  $s(t)f(y)y' + p(x)f(y) + q(x) = 0$ .

Ответ: В



### Тестовые задания по составлению математических моделей

1. Изменение концентрации раствора в каждый момент времени выражается:

А: действительным числом

Б: натуральным логарифмом

В: функцией

Г: арифметической прогрессией

Д: вектором

Ответ: В

2. Время изменения концентрации раствора принимает значения из множества:

А: натуральных чисел

Б: целых чисел

В: рациональных чисел

Г: иррациональных чисел

Д: действительных чисел

Ответ: Д

3. Математическая модель изменения концентрации раствора представляет собой:

- А:** линейное алгебраическое уравнение
- Б:** дробно-рациональное уравнение
- В:** дифференциальное уравнение
- Г:** логарифмическое уравнение
- Д:** функциональное уравнение

Ответ: Д

4. Чтобы из множества функций решения дифференциального уравнения, выделить ту, которая описывает данный процесс, необходимо воспользоваться:

- А:** начальными условиями задачи
- Б:** таблицей производных
- В:** таблицей интегралов
- Г:** свойствами показательных функций
- Д:** свойствами логарифмических функций

Ответ: А

5. Процесс опреснения раствора в резервуаре происходит по:

- А:** экспоненциальному закону
- Б:** гиперболическому закону
- В:** степенному закону
- Г:** квадратичному закону
- Д:** линейному закону

Ответ: Г

6. Определите правильную последовательность действий по математическому моделированию, которые нужно выполнить для получения математической модели при составлении баланса уравнения химической реакции:

1. **А:** составить соотношения, связывающие введенные переменные
2. **Б:** определить условия, которым должны удовлетворять введенные переменные
3. **В:** ввести переменные
4. **Г:** интерпретировать полученные результаты в терминах исходной задачи
5. **Д:** сформулировать математическую задачу, к которой сводится исходная химическая задача
6. **Е:** определить в терминах введенных переменных, что нужно сделать в задаче

Ответ: 1-В, 2-Б, 3-Е, 4-А, 5-Д, 6-Г



*Решите задачи самостоятельно*

1. В резервуаре находится  $50 \text{ м}^3$  раствора бензойной кислоты, концентрация которой равна  $20 \text{ кг/м}^3$ . Этот раствор выливается из резервуара со скоростью  $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$  и с такой же скоростью в резервуар подается чистая вода, которая сразу же смешивается с раствором так, что концентрация раствора

уменьшается. Через какое время концентрация будет равна  $10 \text{ кг/м}^3$ ?

2. В баке находится 60 л раствора, содержащего 5 кг кислоты. В бак непрерывно подается вода со скоростью 3 л в минуту, которая перемешивается с имеющимся раствором. Смесь вытекает с той же скоростью. Сколько соли останется в баке через час?

3. В резервуаре имеется 100 л раствора, содержащего 5 кг растворенного вещества (соли). В него поступает чистая вода со скоростью 30 л/мин. Одновременно из этого резервуара с той же скоростью удаляется раствор. Перемешивание обеспечивает одинаковую концентрацию соли во всем резервуаре. Сколько соли останется в резервуаре к моменту времени  $t$ ?

4. В резервуар, который содержит 10 кг соли на 100 л раствора, каждую минуту поступает 30 л воды и вытекает 20 л раствора. Определите, какое количество соли останется в резервуаре через  $t$  минут, считая, что соль мгновенно растворяется.

5. Сосуд объемом 40 л содержит 80% азота и 20% кислорода. В сосуд каждую секунду втекает 0,2 л азота и вытекает столько же смеси. Через сколько времени в сосуде будет 99% азота?

6. В сосуд, наполненный 5 л раствора, содержащего 1,5 кг растворенного сахара, каждый час поступает 1 л воды. Также из сосуда каждый час вытекает 0,5 л раствора (концентрация сахара поддерживается постоянной). Найти массу сахара, которая будет содержаться в сосуде через 12 часов.

7. Резервуар наполнен 75 л воды, содержащей 3 кг растворенного вещества. Приток воды в резервуар составляет 4 л в минуту, а расход смеси из резервуара 2 л в минуту. Концентрация поддерживается постоянной посредством перемешивания. Найти массу вещества, которая будет содержаться в резервуаре через 25 минут.

8. Скорость растворения вещества пропорциональна наличной концентрации  $x$  нерасторенного вещества и разности концентрации насыщенного раствора и концентрации раствора в данный момент. Подвергая 10 моль соли действия 90 л воды, обнаружили, что в течение часа растворилась половина этого количества. Считая концентрацию насыщенного раствора соли равной  $\frac{1}{3}$ , найти количество растворенной соли в течение часа, если за это время вылиты 180 л воды.

9. Сосуд емкостью 100 л наполнен раствором, содержащим 10 кг растворенной соли. В одну минуту в него втекает 3 л воды и столько же смеси перекачивается в другой сосуд той же емкости, первоначально наполненный водой, из которой избыток жидкости выливается. В какой момент времени количество соли в обоих сосудах будет одинаково?

10. Через сосуд емкостью  $a$  л, наполненный водным раствором некоторой соли, непрерывно протекает жидкость. В единицу времени втекает  $b$  л воды и вытекает такое же количество раствора. Найти закон изменения содержания соли в сосуде в зависимости от времени протекания жидкости через сосуд.

**Приложение Г**  
**ФРАГМЕНТ СИСТЕМЫ**  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ**

**Функции, графики**

**Задача 1.** Исследуйте линию равновесия бинарной смеси из компонентов  $A$  и  $B$ , подчиняющихся закону Рауля, и постройте ее график.

*Указание.* Закон Рауля:  $y_A = \frac{\alpha x_A}{1 + (\alpha - 1)x_A}$ ,  $\alpha = \frac{p_A}{p_B}$ , где  $p_A$ ,  $p_B$  – давление

компонентов  $A$  и  $B$  соответственно.

**Задача 2.** Изобразите графически зависимость теплоемкости некоторого вещества от температуры в интервале от 0 К до температуры, превышающей его температуру кипения.

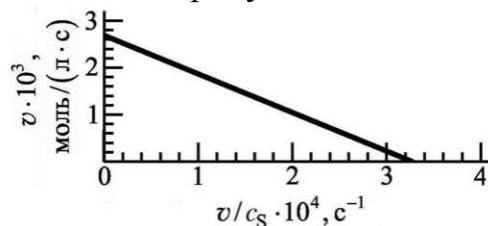
*Указание.* Зависимость теплоемкости от температуры: для органических веществ  $C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$ ; для неорганических веществ  $C_p = a + bT + c'T^2$ , где  $T$  – температура,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $c'$  – некоторые коэффициенты

**Задача 3.** Постройте на одном графике кинетические кривые для веществ  $A$  и  $B$  в случае реакции первого порядка  $A \rightarrow B$ . Как изменится значение абсциссы точки пересечения кинетических кривых при увеличении температуры реакции?

*Указание.* Реакция первого порядка:  $k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x} = \frac{1}{t} \ln \frac{c_0}{c}$ ;  $c = c_0 e^{-kt}$ , где  $k$  –

константа скорости химической реакции,  $c_0$  – начальная концентрация исходного вещества,  $c$  – концентрация этого вещества в момент времени  $t$ .

**Задача 4.** Найдите константу Михаэлиса и максимальную скорость каталитического окисления циклогексена *трет*-бутилпероксидом по кинетическим данным, приведенным на рисунке.



*Указание.* Уравнение Михаэлиса-Ментен  $v = v_{max} - K_M \frac{v}{c_S}$ , где  $v_{max}$  –

максимальная скорость реакции,  $K_M$  – константа Михаэлиса,  $c_S$  – концентрация субстрата.

**Задача 5.** Используя таблицу растворимости калия бромиды (KBr), найдите зависимость количества  $m$  вещества (в г) на 1 л воды от температуры  $t$  (в °C).

|               |    |      |      |      |      |       |     |
|---------------|----|------|------|------|------|-------|-----|
| $t_i$ , в °C  | 0  | 20   | 40   | 60   | 80   | 100   | 120 |
| $m_i$ , в г/л | 54 | 65,6 | 76,1 | 85,9 | 95,3 | 104,9 | 115 |

Найдите растворимость калия бромиды при температуре 50°C, 70°C. При какой температуре растворимость калия бромиды будет равна 60 г/л, 85 г/л?

### Элементы линейной алгебры

**Задача 1.** Определите число компонентов и число независимых реакций в системе, состоящей из:

- а)  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(г)}$ ;  
 б)  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_{2(г)}$ ;  
 в)  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}_{(г)}$ ,  $\text{HBr}_{(г)}$ .

**Задача 2.** Имеется смесь трех веществ  $A$ ,  $B$  и  $C$  и три сенсора, чувствительности которых к данным веществам известны:

| Номер сенсора | Чувствительность к веществу |          |          | Регистрируемый сигнал (отн. ед.) |
|---------------|-----------------------------|----------|----------|----------------------------------|
|               | $A$                         | $B$      | $C$      |                                  |
| 1             | $a_{11}$                    | $a_{12}$ | $a_{13}$ | $b_1$                            |
| 2             | $a_{21}$                    | $a_{22}$ | $a_{23}$ | $b_2$                            |
| 3             | $a_{31}$                    | $a_{32}$ | $a_{33}$ | $b_3$                            |

Составьте систему алгебраических уравнений для определения концентрации веществ  $A$ ,  $B$  и  $C$  в смеси.

**Задача 3.** При определенной постоянной температуре давление смеси паров бензола, дихлорэтана и хлорбензола в однофазной системе равно значениям:

| Состав смеси, мол. доли  |                              |                              | Давление пара $P$ , Па |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| $N_1=N_{\text{бензола}}$ | $N_2=N_{\text{дихлорэтана}}$ | $N_3=N_{\text{хлорбензола}}$ |                        |
| 0,80                     | 0,10                         | 0,10                         | 1840                   |
| 0,20                     | 0,70                         | 0,10                         | 1860                   |
| 0,05                     | 0,05                         | 0,90                         | 236                    |

Найдите давление пара чистых компонентов, если известно их суммарное давление в смесях.

**Задача 4.** Приготовьте 4250 кг нитрирующей смеси следующего состава: воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ) – 22%, азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ) – 16%, серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) – 62%:

- из меланжа:  $\text{H}_2\text{O}$  – 5%,  $\text{HNO}_3$  – 85%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 10%;
- из олеума:  $\text{H}_2\text{O}$  – 0%,  $\text{HNO}_3$  – 0%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 104%;
- из отработанной кислоты:  $\text{H}_2\text{O}$  – 30%,  $\text{HNO}_3$  – 0%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 70%.

Найдите расход кислот, идущих на приготовление этой смеси.

**Задача 5.** Расставьте стехиометрические коэффициенты в следующих уравнениях химических реакций используя аппарат линейной алгебры:

- а)  $\text{MnO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3$ ;  
 б)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

### Дифференцирование функции одной переменной

**Задача 1.** Разложение некоторого химического вещества происходит по закону  $m(t) = m_0 e^{-kt}$ , где  $m(t)$  – масса вещества (в г) в момент времени  $t$  (в с),  $m_0$  – начальная масса,  $k$  – некоторая постоянная. Найдите скорость распада в момент  $t = 8$  с.

**Задача 2.** Масса вещества  $m(t)$ , образованного при некоторой химической реакции за время  $t$ , определяется формулой  $m(t) = a(1 + be^{-kt})$ , где  $a, b, k$  – некоторые постоянные. Определите скорость реакции и выразите ее как функцию массы  $m$ .

**Задача 3.** Закон изменения объема азота в сосуде в зависимости от времени описывается формулой  $x = 10(4 - e^{-0,05t})$ , где  $x$  – объем азота (в литрах),  $t$  – время (в секундах).

- а) Найдите скорость изменения объема в каждый момент времени  $t$ , в момент  $t = 10$  с.
- б) Какой была начальная скорость изменения объема азота в сосуде?
- в) Через сколько секунд скорость изменения объема будет равняться  $\frac{1}{2e^2}$  л/с?

**Задача 4.** Газовая смесь состоит из окиси азота и кислорода. Требуется найти концентрацию кислорода, при которой содержащаяся в смеси окись азота окисляется с максимальной скоростью.

*Указание.* Влияние температуры на скорость химической реакции:  $\gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{v_{T_2}}{v_{T_1}}$ , где  $\gamma$  – температурный коэффициент скорости химической реакции,  $v_{T_1}, v_{T_2}$  – скорости реакций,  $k_{T_1}, k_{T_2}$  – константы скорости при соответствующих температурах  $T_1, T_2$ .

**Задача 5.** Средняя молярная теплоемкость диоксида углерода в интервале температур  $273 \div 1200$  К выражается уравнением:

$$\bar{C}_p = 43,26 + 5,732 \cdot 10^{-3} T + 8,18 \cdot 10^{-5} T^2 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

Определите истинную молярную теплоемкость  $\text{CO}_2$  при постоянном давлении и  $0^\circ\text{C}$ .

*Указание.* Истинная теплоемкость  $C = \frac{d[\bar{C}, T]}{dT}$ , где  $\bar{C}$  – средняя теплоемкость,  $T$  – температура.

**Задача 6.** Требуется изготовить прямоугольный сосуд из прямоугольника, вырезав его углы и загнув края, причём объем сосуда должен быть максимальным.

**Задача 7.** Требуется вырезать из круга сектор так, чтобы из него можно было сделать конусообразный фильтр с максимальным объемом.

**Задача 8.** Пусть газ, состоящий из оксида азота и инертного газа, смешивается с воздухом, концентрация кислорода в котором составляет 20,8%. Определите какой объем воздуха необходимо добавить к объему оксида азота, чтобы обеспечить максимальную скорость окисления последнего (см. Приложение: пункт 0).

*Указание.* Скорость реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  выражается формулой  $v = kx^2y$ , где  $x$  – концентрация NO в любой момент времени,  $y$  – концентрация  $\text{O}_2$ ,  $k$  – константа скорости реакции, зависящая только от температуры.

### *Интегрирование функции одной переменной*

**Задача 1.** Скорость изменения концентрации вещества, вступившего в реакцию, выражается формулой:  $v(t) = 3t + 1$ , где  $t$  – время (в секундах),  $v$  – скорость (в моль/с  $\text{м}^3$ ). Как изменится концентрация вещества за время от  $t_1 = 0$  до  $t_2 = 5$  с?

**Задача 2.** Скорость изменения концентрации  $C(t)$  препарата с изотопным индикатором в момент времени  $t$  выражается формулой  $C'(t) = 2^{-t}$  где время  $t$  выражено в часах. Определите концентрацию в момент времени  $t$ , если начальная концентрация составляет 1 мкг/л.

**Задача 3.** Если опустить кристалл в насыщенный раствор этого самого вещества, то кристалл начнет увеличиваться. Скорость изменения массы кристалла описывается формулой  $v = 0,002t$ , где  $v$  – скорость (в кг/с),  $t$  – время (в с). Найдите массу кристалла через 5 с после того, как его опустили в раствор, если начальная масса кристалла 0,005 кг.

**Задача 4.** Истинная молярная теплоемкость серебра в интервале температур от 273 до 1234 К выражается уравнением:  $C_p(T) = 23,97 + 5,28 \cdot 10^{-3}T - 0,25 \cdot 10^{-5}T^2$  Дж/(К·моль). Вычислите среднюю молярную теплоемкость серебра в интервале от 298 до 700 К.

*Указание.* Средняя теплоемкость в интервале температур от  $T_1$  до  $T_2$ :

$$\bar{C}_p = \frac{1}{T_2 - T_1} \cdot \int_{T_1}^{T_2} C(T) dT, \text{ где } C - \text{истинная теплоемкость.}$$

**Задача 5.** Истинная удельная теплоемкость алюминия выражается уравнением  $C_p = 0,1830 + 1,096 \cdot 10^{-4}T$ . Алюминий плавится при 658,5 °С, его скрытая удельная теплота плавления равна 92,4 кал/г. Вычислите сколько тепла потребуется на расплавление 500 г алюминия, если его начальная температура была 25 °С.

*Указание.* Тепло, расходуемое на нагревание тела от  $T_1$  до  $T_2$ :  $q = \int_{T_1}^{T_2} C(T) dT$ ,

где  $C(T)$  – истинная теплоемкость.

### *Дифференцирование функций нескольких переменных*

**Задача 1.** Найдите частные производные  $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$  и  $\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T$  для:

а) идеального газа  $pV = RT$ ;

б) газа Ван-дер-Ваальса  $p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ ;

в) газа, подчиняющегося I уравнению Дитеричи  $p = \frac{RT}{V-b} e^{-\frac{a}{RTV}}$ .

Докажите, что  $\frac{\partial^2 p}{\partial V \partial T} = \frac{\partial^2 p}{\partial T \partial V}$ .

**Задача 2.** Выразите производные  $\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_V$  и  $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_U$  через измеряемые параметры, где  $dS = \frac{dU}{T} + \frac{P}{T}dV$ .

**Задача 3.** Для решеточного газа известно уравнение состояния:  $p(V, T) = -\frac{RT}{a} \ln\left(1 - \frac{a}{V}\right)$ , где  $a$  – постоянная. Найдите зависимость внутренней энергии от объема и энтальпии от давления для такого газа.

**Задача 4.** Определите чему равно  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$  для газа с уравнением состояния  $p = \frac{RT}{V} - \frac{B}{V^2} + \frac{C}{V^3}$ .

**Задача 5.** Найдите  $\left(\frac{\partial F}{\partial p}\right)_T$  для 1 моль газа, подчиняющегося уравнению состояния  $p(V-b) = RT$ .

**Задача 6.** Покажите на примере идеального газа и газа Бертло, что  $\frac{\partial^2 p}{\partial V \partial T} = \frac{\partial^2 p}{\partial T \partial V}$ . Один моль газа Бертло подчиняется уравнению состояния  $\left(p + \frac{a}{TV^2}\right)(V-p) = RT$ , где  $a, b$  – постоянные.

**Задача 7.** Выведите соотношение между  $C_p$  и  $C_v$ :  $C_p - C_v = \frac{TV\alpha^2}{\beta}$ , где  $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$  – коэффициент объемного расширения, а  $\beta = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$  – изотермическая сжимаемость.

### Обыкновенные дифференциальные уравнения

**Задача 1.** Выход вещества  $S$  в одной химической реакции составляет  $r$  молей за минуту. В то же время оно расходуется со скоростью  $s$  молей за минуту на каждый моль  $S$ . Определим  $S(t)$  как число молей вещества, имеющегося в момент времени  $t$ .

- 1) Составьте дифференциальное уравнение, которое удовлетворяет  $S(t)$ .
- 2) Решите это уравнение, выразите  $S(t)$  через  $S_0$ .
- 3) Докажите, что  $\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = \frac{r}{c}$  (равновесное количество вещества).

**Задача 2.** Некоторое вещество преобразовывается в другое со скоростью, пропорциональной количеству непреобразованного вещества. Количество непреобразованного вещества через час равно 31,4 г, через 3 часа – 9,7 г. Найдите зависимость количества непреобразованного вещества  $x$  от времени  $t$ .

**Задача 3.** В резервуар, который содержит 10 кг соли на 100 л раствора, каждую минуту поступает 30 л воды и вытекает 20 л раствора. Определите, какое количество соли останется в резервуаре через  $t$  минут, считая, что соль мгновенно растворяется.

**Задача 4.** Согласно закону действующих масс, скорость реакции пропорциональна концентрациям реагирующих веществ в данный момент времени. Пусть  $a$  – начальная концентрация вещества  $A$ ,  $x(t)$  – количество молей на литр, которые прореагировали за время  $t$  от начала реакции, тогда концентрация на этот момент равна  $a - x$ . Опишите этот процесс дифференциальным уравнением. Определите концентрацию реагирующего вещества на время  $t$  от начала реакции, если  $x(0) = 0$ .

**Задача 5.** Гипотетическая реакция  $A \rightarrow B$  имеет минус первый порядок, то есть  $-\frac{dC}{dt} = kC^{-1}$ , где  $C$  – концентрация  $A$ .

- а) Выведите уравнение для  $C$  как функцию  $k$  и  $t$  и исходной концентрации  $C_0$ .
- б) Выразите время, необходимое для того, чтобы концентрация снизилась на 10% (от исходной), через  $k$  и  $C_0$ .

**Задача 6.** В резервуаре находится 8 м<sup>3</sup> раствора кислоты, концентрация которой равна 12 кг/м<sup>3</sup>. Этот раствор выливается из резервуара со скоростью 0,4 м<sup>3</sup>/с и с такой же скоростью в резервуар подается чистая вода, которая сразу же смешивается с раствором так, что концентрация раствора уменьшается. Через какое время концентрация будет равна 5 кг/м<sup>3</sup>?

**Задача 7.** Скорость реакции растворения сахара описывается уравнением  $x'(t) = k(a - x)$ , где  $a$  – число молей сахара до начала реакции,  $x$  – количество молей, вступивших в реакцию за время  $t$  от начала реакции,  $k$  – коэффициент пропорциональности. Определите время  $t$  при условии, что  $x(0) = 0$ .

**Приложение Д****ПРИМЕР ДОКЛАДА СТУДЕНТА  
НА СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ****РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ  
ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ-ХИМИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И РЯДОВ***С. С. Попова*

В процессе обучения математике в высшей профессиональной школе у студентов-химиков формируются, прежде всего, специальные профессиональные компетентности, одной из которых является математическая компетентность. Задачей преподавателя математики является не только научить студентов основным математическим формулам, теоремам, методам, но и умению применять полученные математические знания при решении химических задач. Одним из путей решения данной проблемы является прикладная направленность обучения математике, что, в свою очередь, предполагает реализацию межпредметных связей математики с химией.

Проблема профессиональной направленности при обучения в образовательных учреждениях профессионального образования рассматривалась в различных аспектах: для студентов-гуманитариев (Т. А. Гаваза, Н. А. Дергунова, Р. М. Зайкин, А. А. Соловьев и др.); в средних специальных учебных заведениях (Т. М. Алиева, Ю. В. Булычева, Н. Н. Грушева, Л. М. Наумова, Н. Н. Лемешко и др.). В работах, посвященных реализации профессиональной направленности обучения математике студентов различных направлений подготовки и специальностей, выбор способов ее осуществления и необходимого для этого содержания математического материала определяется особенностями применения математики в соответствующих профессиональных дисциплинах, психолого-педагогическими предпосылками организации профессионально направленного обучения и общими проблемами математического образования на этих направлениях подготовки и специальностях.

Проблема профессиональной направленности обучения давно интересует исследователей и достаточно широко представлена в работах Ю. В. Абраменковой, Л. П. Гусак, В. А. Копетчука, В. Г. Скатецкого и др. Некоторые задачи с химическим содержанием содержатся в учебниках и пособиях И. И. Баврина, И. Н. Ноздрина, Д. Р. Партингтона, В. Г. Скатецкого, В. В. Шершакова и др. В то же время отсутствуют научные работы, посвященные комплексному подходу к решению проблемы профессиональной направленности преподавания математики для студентов-химиков. Существует необходимость определения профессионально значимых для химиков разделов математики, выявления роли профессиональной направленности при обучении математике на

этих направлениях подготовки, описания системы мер, необходимых для ее реализации, разработки методики профессионально направленного обучения математике студентов-химиков.

Таким образом, актуальность работы определяется необходимостью разработки содержания и выявления методических особенностей обучения математике студентов-химиков.

Средством реализации межпредметных связей при изучении математики студентов химических направлений подготовки и специальностей является решение профессионально ориентированных задач, адекватных спроектированным целям-компетенциям обучения математике. Содержание учебного материала при этом должно не требовать глубоких знаний курса математики и иметь возможность их визуального представления по причине преобладания гуманитарного мышления у обучаемых (в виде рисунков, схем, графиков и т.д.), а также иллюстрации понятий и определений примерами из химической практики.

Существует множество определений профессионально направленных задач по математике. В научно-педагогической литературе такие задачи могут называться прикладными или профессионально ориентированными. Мы считаем целесообразным использовать определение профессионально ориентированной задачи, сформулированное С. В. Поповой в работе [5]. Ученая понимает под профессионально ориентированной задачей прикладную задачу, включающую в свое условие профессионально значимое содержание, связанное с будущей профессиональной деятельностью специалиста. Поэтому, под профессионально ориентированной задачей в обучении математике студентов-химиков мы будем понимать математическую задачу, условие и требование которой определяют собой модель некоторой ситуации, возникающей в профессиональной деятельности химика, а исследование этой ситуации средствами математики способствует формированию профессиональной компетентности будущего специалиста.

Важным компонентом методического обеспечения курса математики для будущих химиков является работа с математической задачей. С точки зрения исследуемой проблематики математические задачи рассматриваются, во-первых, как средство развития профессионально важных интеллектуальных качеств, необходимых будущему химику, а с другой, – как носитель профессионально-значимого математического содержания.

Таким образом, решение профессионально ориентированных задач при обучении математике не только повышает мотивацию студентов к изучению данной дисциплины, но и является эффективным средством реализации межпредметных связей в процессе подготовки будущих химиков. Учебные предметы в известном смысле начинают помогать друг другу, а укрепление межпредметных связей ведет к внутреннему и внешнему согласованию всех элементов системы подготовки студентов химических направлений подготовки и специальностей и активно работает на обеспечение готовности к их будущей профессиональной деятельности.

Но к подобным задачам следует предъявлять следующие требования:

- содержание задач должно соответствовать профессиональной деятельности химика;
- в их содержании должны отражаться математические и профессиональные проблемы и их взаимная связь;
- они должны соответствовать программе курса, служить достижению цели обучения;
- используемые в решении задач понятия, термины должны быть доступными для студентов;
- способы и методы решения задач должны быть приближены к практическим приёмам и методам;
- прикладная часть задач не должна преобладать над ее математической составляющей [2, 3, 4].

Профессионально ориентированные задачи должны быть составлены на основе анализа задач, возникающих в профессиональной деятельности специалистов в области химии, а также задач из фундаментальных дисциплин, связанных с химией. При этом сложные задачи прикладной направленности должны быть разбиты на более простые и адаптированы к тому, чтобы студенты первых курсов могли решить эти задачи.

Система математических задач для обучения студентов-химиков нами составлялась таким образом, чтобы набор задач этой системы удовлетворял требованиям, сформулированным Е. Г. Евсеевой [4] для разработки системы математических задач для обучения студентов технических вузов:

- отбор задач системы должен соответствовать содержанию курса математики для студентов химических направлений подготовки, а также удовлетворять требованиям полноты спектров знаний и математических действий;
- задачи системы должны соответствовать их функциям в процессе обучения математике студентов химических направлений подготовки на основе деятельностного подхода;
- каждая задача должна иметь логическую последовательность шагов, ведущих к её решению, а также техническую сложность;
- задачи должны быть такие, чтобы на примере решения одной или двух задач системы можно было рассматривать разные методы и способы решения, а потом сравнивать полученные результаты с разных точек зрения: стандартность и оригинальность, объём вычислительной работы, практическая ценность, которая может быть удобна при решении других задач системы;
- лёгкие и более знакомые задачи системы должны быть расположены перед более сложными и менее знакомыми задачами;
- умение решать задачи одного типа должно облегчать решение задач других типов;
- отбор задач системы необходимо осуществлять дифференцированно для разных типологических групп студентов;

- задачи системы должны способствовать межпредметному обобщению содержания обучения и направленности на самостоятельную деятельность [4].

В зависимости от сложности решения и количества необходимых знаний по химии разные задачи могут быть использованы в различных видах учебной деятельности. Задачи, операционный состав которых не превышает нескольких действий, не требующие большого количества знаний по химии, могут быть использованы на практических занятиях. Подобные задачи могут использоваться для репродуктивных видов самостоятельной работы, таких как выполнение индивидуального задания. Более сложные задачи, которые требуют значительных специальных знаний, можно решать на лекциях. Для решения таких задач преподаватель создает локальное предметное поле химии, актуализируя знания, необходимые для решения задачи. Задачи творческого уровня, требующие поиска способа или алгоритма решения, могут быть рекомендованы для творческих видов самостоятельной работы, таких, как доклад на конференции, статья в научном журнале, работа на конкурс.

Например, при изучении числовых последовательностей и рядов можно рассмотреть следующую профессионально ориентированную задачу.

**Задача 1.** Пульпа содержит 60 кг воды, в которой на 1 кг воды приходится 0,2 кг соли. Осадок последовательно промывают водой для отмывания растворенной соли. При каждой промывке пульпа смешивается со 140 кг свежей воды. После этого вода сливается и в пульпе опять остается 60 кг воды. Сколько соли будет вымыто после третьей промывки?

**Решение.** Введем переменные. Пусть первоначально в пульпе находилось  $a$  кг воды с концентрацией  $x_0$  растворенной в ней соли; при каждой промывке в пульпу поступает  $b$  кг чистой воды концентрация раствора после  $n$ -й промывки равна  $x_n$ ,  $y$  – общее количество растворенной соли, извлекаемой промывной водой [1].

Тогда для  $n = 1$  имеем:

$$ax_0 = ax_1 + bx_1.$$

Откуда концентрация раствора после первой промывки:

$$x_1 = \left( \frac{a}{a+b} \right) x_0.$$

Тогда концентрация раствора после  $n$ -й промывки:

$$x_n = \left( \frac{a}{a+b} \right)^n x_0.$$

Общее количество растворенной соли, вымываемое свежей водой после  $n$  промывок, будет равно:

$$y = bx_1 + bx_2 + bx_3 + \dots + bx_n = \left( \frac{a}{a+b} + \left( \frac{a}{a+b} \right)^2 + \dots + \left( \frac{a}{a+b} \right)^n \right) bx_0.$$

С увеличением числа промывок, то есть при  $n$ , стремящимся к  $\infty$ , количество вымытой соли будет стремиться к  $ax_0$ , и в результате получим:

$$ax_0 = \left( \frac{a}{a+b} + \left( \frac{a}{a+b} \right)^2 + \left( \frac{a}{a+b} \right)^3 + \dots \right) bx_0 = bx_0 \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{a}{a+b} \right)^n. \quad (1)$$

Правая часть полученного равенства представляет собой бесконечный ряд.

Так как в рассматриваемом примере  $a$  и  $b$  – положительные числа и, следовательно,  $\frac{a}{a+b}$  является правильной дробью, то  $\left( \frac{a}{a+b} \right)^n$  стремится к нулю с увеличением  $n$ . Сумма  $n$  членов ряда (1) стремится к определенному пределу, когда  $n$  стремится к бесконечности. Ряд (1) является сходящимся.

Согласно условию задачи первоначально количество соли в растворе составляло  $ax_0 = 60 \cdot 0,2 = 12$  кг. Чтобы найти количество вымытой соли  $y$  после третьей промывки необходимо вычислить значение последнего соотношения в (1), учитывая, что сумма числового ряда будет вычисляться при  $n = \overline{1, 3}$ :

$$\begin{aligned} y &= bx_0 \sum_{n=1}^3 \left( \frac{a}{a+b} \right)^n = 140 \cdot 0,2 \cdot \left( \frac{60}{60+140} + \left( \frac{60}{60+140} \right)^2 + \left( \frac{60}{60+140} \right)^3 \right) = \\ &= 140 \cdot 0,2 \cdot (0,3 + 0,09 + 0,027) = 11,676. \end{aligned}$$

Таким образом, после третьей промывки почти вся соль будет вымыта.

После рассмотрения на занятии задачи 1, студентам в качестве самостоятельной работы предлагается найти, например, в интернете или придумать задачи, аналогичные рассмотренной, составить математические модели и решить их. Например, следующие задачи:

**Задача 2.** Полимер содержит 10 кг водорастворимой примеси с концентрацией 0,2 кг. Для ее извлечения измельченный полимер заливается 20 кг воды и интенсивно перемешивается в течение длительного времени. Затем вода сливается и процесс отмывки повторяется. Найти общее количество вещества, извлеченного из полимера после двух последовательных отмывок.

**Задача 3.** Раствор содержит 30 кг воды, в которой на 1 кг воды приходится 0,3 кг сахара. Осадок последовательно промывают свежей водой для отмывания растворенного сахара. При каждой промывке раствор подвергается интенсивному перемешиванию с 50 кг свежей воды. После перемешивания раствор отстаивается и сливается, а в растворе снова остается 30 кг воды. Какое наименьшее число промывок необходимо сделать, чтобы вымыть из раствора 8 кг сахара?

**Задача 4.** Смесь содержит 50 кг воды, в которой на 1 кг воды приходится 0,7 кг кислоты. Осадок последовательно промывают водой для отмывания растворенной кислоты. При каждой промывке жидкость смешивается со 120 кг свежей воды. После этого вода сливается и в смеси опять остается 50 кг воды. Сколько кислоты будет вымыто после пятой промывки?

В работе разработаны методические требования к профессионально ориентированному обучению математике и методика подбора задач,

способствующих реализации профессиональной направленности обучения математике студентов химических направлений подготовки и специальностей, рассмотрен пример использования профессионально ориентированных задач при изучении числовых последовательностей и рядов.

### Литература

1. Батунер, Л. М. Математические методы в химической технике / Л. М. Батунер, М. Е. Позин. – Л.: Изд-во «Химия», 1971. – 824 с.
2. Васяк, Л. В. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров в условиях интеграции математики и спецдисциплин средствами профессионально ориентированных задач: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Л. В. Васяк. – Омск, 2007. – 23 с.
3. Гузеев В. В. О системе задач и задачном подходе к обучению / В. В. Гузеев // Химия в школе, 2001. – №8. – С. 12–18.
4. Євсєєва О. Г. Теоретико-методичні основи діяльнісного підходу до навчання математики студентів вищих технічних закладів освіти : монографія / О. Г. Євсєєва. – Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. – 455 с.
5. Попова С. В. Профессионально ориентированная подготовка специалистов металлургического профиля при изучении математики / С. В. Попова // Вестник СамГУ, 2011. – № 1/2 (82). – С. 206-201.

**Приложение Е****АНКЕТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ  
К НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ  
И ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ  
В БУДУЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ****1. Как Вы относитесь к необходимости изучения математики:**

- 1) затрудняюсь ответить;
- 2) я не люблю математику, но изучать её необходимо;
- 3) я не люблю математику и не хочу её изучать, потому что она не пригодится мне в будущей профессии;
- 4) я изучаю математику, потому что она пригодится мне в будущей профессии;
- 5) я изучаю математику, потому что она мне нравится, но в будущей профессии она мне не понадобится.

**2. Пригодится ли Вам математика в будущей профессии?**

- 1) не могу ответить;
- 2) совсем нет;
- 3) маловероятно;
- 4) пригодится.

**3. Интересуют ли Вас математические задания, которые имеют химическую направленность?**

- 1) не могу ответить;
- 2) нет;
- 3) интересуют, если они не сложные;
- 4) интересуют.

**4. Имеете ли Вы трудности при решении заданий такого вида, предлагаемых преподавателем?**

- 1) никогда не решал такие задачи;
- 2) имею;
- 3) имею, но с помощью учителя они преодолимы;
- 4) затрудняюсь ответить.

**5. С чем связаны трудности при решении задач по химии, для решения которых необходимы знания по математике?**

- 1) нет трудностей;
- 2) нет достаточного уровня математической подготовки;
- 3) меня не научили их решать;
- 4) эти задачи каждый раз новые, нет чёткого алгоритма их решения.

**6. Достаточен ли уровень Ваших знаний по математике для решения задач по химии?**

- 1) нет;
- 2) частично;
- 3) да.

**7. Необходимо ли Вам детально анализировать постановку и решение задач по химии?**

- 1) нет;
- 2) частично;
- 3) да.

**8. Знаете ли вы, как создаются математические модели химических явлений и процессов?**

- 1) нет;
- 2) частично;
- 3) да.

**9. Приходилось ли Вам самостоятельно строить хотя бы простейшие математические модели химических явлений и процессов?**

- 1) нет;
- 2) с помощью учителя;
- 3) да.

**10. Умеете ли Вы проверять адекватность предложенной модели реальному химическому явлению или процессу?**

- 1) нет;
- 2) частично;
- 3) да.

**11. Знаете ли Вы, какие математические знания и умения будут нужны в будущей профессии?**

- 1) нет;
- 2) частично;
- 3) да.

**12. Как Вы считаете, должны ли задачи по химии, для решения которых необходимы знания по математике, использоваться при проведении контроля качества знаний в курсе математики?**

- 1) нет;
- 2) только для получения наивысших баллов;
- 3) только для получения дополнительных баллов;
- 4) да;
- 5) не знаю.

**13. Где, как Вы считаете, необходимо ли рассматривать, задачи по химии, в курсе математики?**

- 1) нигде;
- 2) только на лекциях;
- 3) только на практических занятиях;
- 4) и на лекциях и на практике;
- 5) затрудняюсь ответить.

**14. Как Вы считаете, полезны ли такие задания для Вас, как для будущего специалиста?**

- 1) нет;
- 2) частично;
- 3) да;
- 4) не знаю.

### **Анализ результатов анкетирования по вопросам**

**1. Как Вы относитесь к необходимости изучения математики:**

| Варианты ответа                                                                                      | Доля студентов, выбравших ответ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1) затрудняюсь ответить;                                                                             | 5 %                             |
| 2) я не люблю математику, но изучать её необходимо;                                                  | 25 %                            |
| 3) я не люблю математику и не хочу её изучать, потому что она не пригодится мне в будущей профессии; |                                 |
| 4) я изучаю математику, потому что она пригодится мне в будущей профессии;                           | 60 %                            |
| 5) я изучаю математику, потому что она мне нравится, но в будущей профессии она мне не понадобится.  |                                 |
| Не ответили                                                                                          | 10%                             |

**2. Пригодится ли Вам математика в будущей профессии?**

| Варианты ответа     | Доля студентов, выбравших ответ |
|---------------------|---------------------------------|
| 1) не могу ответить | 15 %                            |
| 2) совсем нет       | 5 %                             |
| 3) маловероятно     | 5 %                             |
| 4) пригодится       | 70 %                            |
| Не ответили         | 5 %                             |

**3. Интересуют ли Вас математические задания, которые имеют химическую направленность?**

| Варианты ответа                    | Доля студентов, выбравших ответ |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1) не могу ответить                | 20 %                            |
| 2) нет                             |                                 |
| 3) интересуют, если они не сложные | 40 %                            |
| 4) интересуют                      | 35 %                            |
| Не ответили                        | 5 %                             |

**4. Имеете ли Вы трудности при решении заданий такого вида, предлагаемых преподавателем?**

| Варианты ответа                              | Доля студентов, выбравших ответ |
|----------------------------------------------|---------------------------------|
| 1) никогда не решал такие задачи             | 5 %                             |
| 2) имею                                      |                                 |
| 3) имею, но с помощью учителя они преодолимы | 90 %                            |
| 4) затрудняюсь ответить                      | 5 %                             |
| Не ответили                                  | 0 %                             |

**5. С чем связаны трудности при решении задач по химии, для решения которых необходимы знания по математике?**

| Варианты ответа                                                  | Доля студентов, выбравших ответ |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1) нет трудностей                                                | 20 %                            |
| 2) нет достаточного уровня математической подготовки             | 45 %                            |
| 3) меня не научили их решать                                     | 5 %                             |
| 4) эти задачи каждый раз новые, нет чёткого алгоритма их решения | 30 %                            |
| Не ответили                                                      |                                 |

**6. Достаточен ли уровень Ваших знаний по математике для решения задач по химии?**

| Варианты ответа | Доля студентов, выбравших ответ |
|-----------------|---------------------------------|
| 1) нет          | 5 %                             |
| 2) частично     | 75 %                            |
| 3) да           | 20 %                            |
| Не ответили     |                                 |

**7. Необходимо ли Вам детально анализировать постановку и решение задач по химии?**

| Варианты ответа | Доля студентов, выбравших ответ |
|-----------------|---------------------------------|
| 1) нет          |                                 |
| 2) частично     | 45 %                            |
| 3) да           | 55 %                            |
| Не ответили     |                                 |

**8. Знаете ли вы, как создаются математические модели химических явлений и процессов?**

| Варианты ответа | Доля студентов, выбравших ответ |
|-----------------|---------------------------------|
| 1) нет          |                                 |
| 2) частично     | 50 %                            |
| 3) да           | 45 %                            |
| Не ответили     | 5 %                             |

**9. Приходилось ли Вам самостоятельно строить хотя бы простейшие математические модели химических явлений и процессов?**

| Варианты ответа      | Доля студентов, выбравших ответ |
|----------------------|---------------------------------|
| 1) нет               | 55 %                            |
| 2) с помощью учителя | 25 %                            |
| 3) да                | 15 %                            |
| Не ответили          | 5 %                             |

**10. Умеете ли Вы проверять адекватность предложенной модели реальному химическому явлению или процессу?**

| Варианты ответа | Доля студентов, выбравших ответ |
|-----------------|---------------------------------|
| 1) нет          | 50 %                            |
| 2) частично     | 35 %                            |
| 3) да           | 5 %                             |
| Не ответили     | 10 %                            |

**11. Знаете ли Вы, какие математические знания и умения будут нужны в будущей профессии?**

| Варианты ответа | Доля студентов, выбравших ответ |
|-----------------|---------------------------------|
| 1) нет          |                                 |
| 2) частично     | 45 %                            |

|             |      |
|-------------|------|
| 3) да       | 50 % |
| Не ответили | 5 %  |

**12. Как Вы считаете, должны ли задачи по химии, для решения которых необходимы знания по математике, использоваться при проведении контроля качества знаний в курсе математики?**

| Варианты ответа                               | Доля студентов, выбравших ответ |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| 1) нет                                        | 15 %                            |
| 2) только для получения наивысших баллов;     | 5 %                             |
| 3) только для получения дополнительных баллов | 50 %                            |
| 4) да                                         | 15 %                            |
| 5) не знаю                                    | 10 %                            |
| Не ответили                                   | 5 %                             |

**13. Где, как Вы считаете, необходимо ли рассматривать, задачи по химии, в курсе математики?**

| Варианты ответа                    | Доля студентов, выбравших ответ |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1) нигде                           |                                 |
| 2) только на лекциях;              | 25 %                            |
| 3) только на практических занятиях | 15 %                            |
| 4) и на лекциях и на практике      | 45 %                            |
| 5) затрудняюсь ответить            | 10 %                            |
| Не ответили                        | 5 %                             |

**14. Как Вы считаете, полезны ли такие задания для Вас, как для будущего специалиста?**

| Варианты ответа | Доля студентов, выбравших ответ |
|-----------------|---------------------------------|
| 1) нет          |                                 |
| 2) частично     | 15 %                            |
| 3) да           | 75 %                            |
| 4) не знаю      | 5 %                             |
| Не ответили     | 5 %                             |

**Приложение Ж****ТЕСТ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ  
ПО МЕТОДИКЕ Н. Ц. БАДМАЕВОЙ*****Инструкция к тесту***

Оцените по 5-балльной системе приведенные мотивы учебной деятельности по значимости для Вас: 1 балл соответствует минимальной значимости мотива, 5 баллов – максимальной.

***Тест***

Необходимо закончить фразу “я учусь, потому что...”

1. Потому что мне нравится избранная профессия.
2. Чтобы обеспечить успешность будущей профессиональной деятельности.
3. Хочу стать специалистом.
4. Чтобы дать ответы на актуальные вопросы, относящиеся к сфере будущей профессиональной деятельности.
5. Хочу в полной мере использовать имеющиеся у меня задатки, способности и склонности к выбранной профессии.
6. Чтобы не отставать от друзей.
7. Чтобы работать с людьми, надо иметь глубокие и всесторонние знания.
8. Потому что хочу быть в числе лучших студентов.
9. Потому что хочу, чтобы наша учебная группа стала лучшей в институте.
10. Чтобы заводить знакомства и общаться с интересными людьми.
11. Потому что полученные знания позволят мне добиться всего необходимого.
12. Необходимо окончить институт, чтобы у знакомых не изменилось мнение обо мне, как способном, перспективном человеке.
13. Чтобы избежать осуждения и наказания за плохую учебу.
14. Хочу быть уважаемым человеком учебного коллектива.
15. Не хочу отставать от сокурсников, не желаю оказаться среди отстающих.
16. Потому что от успехов в учебе зависит уровень моей материальной обеспеченности в будущем.
17. Успешно учиться, сдавать экзамены на “4” и “5”.
18. Просто нравится учиться.
19. Попав в институт, вынужден учиться, чтобы окончить его.
20. Быть постоянно готовым к очередным занятиям.
21. Успешно продолжить обучение на последующих курсах, чтобы дать ответы на конкретные учебные вопросы.
22. Чтобы приобрести глубокие и прочные знания.
23. Потому что в будущем думаю заняться научной деятельностью по специальности.
24. Любые знания пригодятся в будущей профессии.

25. Потому что хочу принести больше пользы обществу.  
 26. Чтобы стать высококвалифицированным специалистом.  
 27. Чтобы узнавать новое, заниматься творческой деятельностью.  
 28. Чтобы дать ответы на проблемы развития общества, жизнедеятельности людей.  
 29. Хочу быть на хорошем счету у преподавателей.  
 30. Хочу добиться одобрения родителей.  
 31. Ради выполнения долга перед родителями, школой.  
 32. Потому что знания дают мне уверенность в себе.  
 33. Потому что от успехов в учебе зависит мое будущее служебное положение.  
 34. Хочу получить диплом с хорошими оценками, чтобы иметь преимущество перед другими.

***Ключ к тесту и обработка результатов теста***

***Шкала 1.*** Коммуникативные мотивы: 7, 10, 14, 32.

***Шкала 2.*** Мотивы избегания: 6, 12, 13, 15, 19.

***Шкала 3.*** Мотивы престижа: 8, 9, 29, 30, 34.

***Шкала 4.*** Профессиональные мотивы: 1, 2, 3, 4, 5, 26.

***Шкала 5.*** Мотивы творческой самореализации: 27, 28.

***Шкала 6.*** Учебно-познавательные мотивы: 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24.

***Шкала 7.*** Социальные мотивы: 11, 16, 25, 31, 33.

При обработке результатов тестирования необходимо подсчитать средний показатель по каждой шкале опросника.

***Результаты диагностики учебной мотивации 20 студентов второго курса специальности «Фундаментальная и прикладная химия»***

***Донецкого национального университета по методике Н. Ц. Бадмаевой***

Таблица Е.2.1 - Протокол тестирования

| <b><i>№ вопроса</i></b> | <b><i>Количество положительных ответов</i></b> |
|-------------------------|------------------------------------------------|
| <b>1</b>                | <b>12</b>                                      |
| <b>2</b>                | <b>10</b>                                      |
| <b>3</b>                | <b>6</b>                                       |
| <b>4</b>                | <b>2</b>                                       |
| <b>5</b>                | <b>11</b>                                      |
| <b>6</b>                | <b>0</b>                                       |
| <b>7</b>                | <b>7</b>                                       |
| <b>8</b>                | <b>3</b>                                       |
| <b>9</b>                | <b>0</b>                                       |
| <b>10</b>               | <b>7</b>                                       |
| <b>11</b>               | <b>0</b>                                       |
| <b>12</b>               | <b>16</b>                                      |

|           |           |
|-----------|-----------|
| <b>13</b> | <b>0</b>  |
| <b>14</b> | <b>7</b>  |
| <b>15</b> | <b>3</b>  |
| <b>16</b> | <b>11</b> |
| <b>17</b> | <b>3</b>  |
| <b>18</b> | <b>11</b> |
| <b>19</b> | <b>0</b>  |
| <b>20</b> | <b>14</b> |
| <b>21</b> | <b>3</b>  |
| <b>22</b> | <b>14</b> |
| <b>23</b> | <b>1</b>  |
| <b>24</b> | <b>13</b> |
| <b>25</b> | <b>10</b> |
| <b>26</b> | <b>12</b> |
| <b>27</b> | <b>18</b> |
| <b>28</b> | <b>9</b>  |
| <b>29</b> | <b>4</b>  |
| <b>30</b> | <b>2</b>  |
| <b>31</b> | <b>2</b>  |
| <b>32</b> | <b>8</b>  |
| <b>33</b> | <b>16</b> |
| <b>34</b> | <b>3</b>  |

Таблица Е.2.2 – Средние арифметические ответов по шкалам мотивов

| <i>№ шкалы</i> | <i>Название шкалы мотивов</i>    | <i>Вопросы</i>             | <i>Среднее арифметическая числа положительных ответов</i> | <i>Студентов, %</i> |
|----------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>1.</b>      | Коммуникативные мотивы           | 7, 10, 14, 32              | $(7+7+7+8)/4=7,25$                                        | 36 %                |
| <b>2.</b>      | Мотивы избегания                 | 6, 12, 13, 15, 19          | $(0+16+0+3+0)/5=3,8$                                      | 19 %                |
| <b>3.</b>      | Мотивы престижа                  | 8, 9, 29, 30, 34           | $(3+0+4+2+3)/5=2,4$                                       | 12 %                |
| <b>4.</b>      | Профессиональные мотивы          | 1, 2, 3, 4, 5, 26          | $(12+10+6+2+11+12)/6=8,8$                                 | 44 %                |
| <b>5.</b>      | Мотивы творческой самореализации | 27, 28                     | $(18+9)/2=13,5$                                           | 68 %                |
| <b>6.</b>      | Учебно-познавательные мотивы     | 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24 | $(3+11+14+3+14+1+13)/7=8,4$                               | 42 %                |
| <b>7.</b>      | Социальные мотивы                | 11, 16, 25, 31, 33         | $(0+11+10+2+16)/5=7,8$                                    | 39 %                |

**Приложение И****ТЕСТ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛИЧНОСТИ  
НА МОТИВАЦИЮ К УСПЕХУ Т. ЭЛЕРСА**

**Инструкция:** Вам будет предложен 41 вопрос, поставьте 1 под ответом "да" или "нет"

1. Когда имеется выбор между двумя вариантами, его лучше сделать быстрее, чем отложить на определенное время.
2. Я легко раздражаюсь, когда замечаю, что не могу на все 100 % выполнить задание.
3. Когда я работаю, это выглядит так, будто я все ставлю на карту.
4. Когда возникает проблемная ситуация, я чаще всего принимаю решение одним из последних.
5. Когда у меня два дня подряд нет дела, я теряю покой.
6. В некоторые дни мои успехи ниже средних.
7. По отношению к себе я более строг, чем по отношению к другим.
8. Я более доброжелателен, чем другие.
9. Когда я отказываюсь от трудного задания, я потом сурово осуждаю себя, так как знаю, что в нем я добился бы успеха.
10. В процессе работы я нуждаюсь в небольших паузах для отдыха.
11. Усердие - это не основная моя черта.
12. Мои достижения в труде не всегда одинаковы.
13. Меня больше привлекает другая работа, чем та, которой я занят.
14. Порицание стимулирует меня сильнее, чем похвала.
15. Я знаю, что мои коллеги считают меня дельным человеком.
16. Препятствия делают мои решения более твердыми.
17. У меня легко вызвать честолюбие.
18. Когда я работаю без вдохновения, это обычно заметно.
19. При выполнении работы я не рассчитываю на помощь других.
20. Иногда я откладываю то, что должен был сделать сейчас.
21. Нужно полагаться только на самого себя.
22. В жизни мало вещей, более важных, чем деньги.
23. Всегда, когда мне предстоит выполнить важное задание, я ни о чем другом не думаю.
24. Я менее честолюбив, чем многие другие.
25. В конце отпуска я обычно радуюсь, что скоро выйду на работу.
26. Когда я расположен к работе, я делаю ее лучше и квалифицированнее, чем другие.
27. Мне проще и легче общаться с людьми, которые могут упорно работать.
28. Когда у меня нет дел, я чувствую, что мне не по себе.
29. Мне приходится выполнять ответственную работу чаще, чем другим.

30. Когда мне приходится принимать решение, я стараюсь делать это как можно лучше.
31. Мои друзья иногда считают меня ленивым.
32. Мои успехи в какой-то мере зависят от моих коллег.
33. Бессмысленно противодействовать воле руководителя.
34. Иногда не знаешь, какую работу придется выполнять.
35. Когда что-то не ладится, я нетерпелив.
36. Я обычно обращаю мало внимания на свои достижения.
37. Когда я работаю вместе с другими, моя работа дает большие результаты, чем работы других.
38. Многое, за что я берусь, я не довожу до конца.
39. Я завидую людям, которые не загружены работой.
40. Я не завидую тем, кто стремится к власти и положению.
41. Когда я уверен, что стою на правильном пути, для доказательства своей правоты я иду вплоть до крайних мер.

***Ключ:***

По 1 баллу начисляется за ответы «да» на следующие вопросы: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 37, 41.

Также начисляется по 1 баллу за ответы «нет» на вопросы: 6, 19, 18, 20, 24, 31, 36, 38, 39. Ответы на вопросы 1, 11, 12, 19, 28, 33, 34, 35, 40 не учитываются. Далее подсчитывается сумма набранных баллов.

***Анализ результатов.***

От 1 до 10 баллов: низкая мотивация к успеху; от 11 до 16 баллов: средний уровень мотивации; от 17 до 20 баллов: умеренно высокий уровень мотивации; свыше 21 балла: слишком высокий уровень мотивации к успеху.

Исследования показали, что люди, умеренно и сильно ориентированные на успех, предпочитают средний уровень риска. Те же, кто боится неудач, предпочитают малый или, наоборот, слишком большой уровень риска. Чем выше мотивация человека к успеху - достижению цели, тем ниже готовность к риску. При этом мотивация к успеху влияет и на надежду на успех: при сильной мотивации к успеху надежды на успех обычно скромнее, чем при слабой мотивации к успеху.

К тому же людям, мотивированным на успех и имеющим большие надежды на него, свойственно избегать высокого риска.

Те, кто сильно мотивирован на успех и имеют высокую готовность к риску, реже попадают в несчастные случаи, чем те, которые имеют высокую готовность к риску, но высокую мотивацию к избеганию неудач (защиту). И наоборот, когда у человека имеется высокая мотивация к избеганию неудач (защита), то это препятствует мотиву к успеху - достижению цели.

## Приложение К

### ОПРОСНИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К ОДНОМУ ИЗ ТИПОВ ПРОФЕССИИ ПО Е. А. КЛИМОВУ

***Инструкция:** Прочитай данные утверждения. Если ты согласен с ними, то в цветной клеточке поставь "1", если нет, то переходи к следующему вопросу.*

|    |                                                            |  |  |  |  |  |
|----|------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 1  | Легко знакомлюсь с людьми.                                 |  |  |  |  |  |
| 2  | Охотно и подолгу могу что-нибудь мастерить.                |  |  |  |  |  |
| 3  | Люблю ходить в музеи, театры, на выставки.                 |  |  |  |  |  |
| 4  | Охотно и постоянно ухаживаю за растениями, животными.      |  |  |  |  |  |
| 5  | Охотно и подолгу могу что-нибудь вычислять, чертить.       |  |  |  |  |  |
| 6  | С удовольствием общаюсь со сверстниками или малышами.      |  |  |  |  |  |
| 7  | С удовольствием ухаживаю за растениями и животными.        |  |  |  |  |  |
| 8  | Обычно делаю мало ошибок в письменных работах.             |  |  |  |  |  |
| 9  | Мои изделия обычно вызывают интерес у товарищей, старших.  |  |  |  |  |  |
| 10 | Люди считают, что у меня есть художественные способности.  |  |  |  |  |  |
| 11 | Охотно читаю о растениях, животных.                        |  |  |  |  |  |
| 12 | Принимаю участие в спектаклях, концертах.                  |  |  |  |  |  |
| 13 | Люблю читать об устройстве механизмов, приборов, машин.    |  |  |  |  |  |
| 14 | Подолгу могу разгадывать головоломки, задачи, ребусы.      |  |  |  |  |  |
| 15 | Легко улаживаю разногласия между людьми.                   |  |  |  |  |  |
| 16 | Считают, что у меня есть способности к работе с техникой.  |  |  |  |  |  |
| 17 | Людам нравится мое художественное творчество.              |  |  |  |  |  |
| 18 | У меня есть способности к работе с растениями и животными. |  |  |  |  |  |
| 19 | Я могу ясно излагать свои мысли в письменной форме.        |  |  |  |  |  |

|                    |                                                                                  |  |  |  |  |  |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 20                 | Я почти никогда ни с кем не ссорюсь.                                             |  |  |  |  |  |
| 21                 | Результаты моего технического творчества одобряют даже незнакомые люди.          |  |  |  |  |  |
| 22                 | Без особого труда усваиваю иностранные языки.                                    |  |  |  |  |  |
| 23                 | Мне часто случается помогать даже незнакомым людям.                              |  |  |  |  |  |
| 24                 | Подолгу могу заниматься музыкой, рисованием, читать книги и т. д.                |  |  |  |  |  |
| 25                 | Могу влиять на ход развития растений и животных.                                 |  |  |  |  |  |
| 26                 | Люблю разбираться в устройстве механизмов, приборов.                             |  |  |  |  |  |
| 27                 | Мне обычно удается убедить людей в своей правоте.                                |  |  |  |  |  |
| 28                 | Охотно наблюдаю за растениями или животными.                                     |  |  |  |  |  |
| 29                 | Охотно читаю научно-популярную, критическую литературу, публицистику.            |  |  |  |  |  |
| 30                 | Стараюсь понять секреты мастерства и пробую свои силы в живописи, музыке и т. п. |  |  |  |  |  |
|                    | <b>Сумма:</b>                                                                    |  |  |  |  |  |
| <b>Результаты:</b> |                                                                                  |  |  |  |  |  |

### «Человек-природа»

Представителей этих профессий объединяет одно очень важное качество — любовь к природе. Но любовь не созерцательная. Которой обладают практически все люди, считая природу наиболее благоприятной средой для отдыха, а деятельная связанная с познанием ее законов и применением их. Одно дело — любить животных и растения, играть с ними, радоваться им. И совсем другое — регулярно, день за днем ухаживать за ними, наблюдать, лечить, выгуливать, не считаясь с личным временем и планами. Специалист должен не просто все знать о живых организмах, но и прогнозировать возможные изменения в них и принимать меры. От человека требуется инициатива и самостоятельность в решении конкретных задач, заботливость, терпение и дальновидность. Человек, работающий в сфере «человек-природа», должен быть спокойным и уравновешенным.

### «Человек-техника»

Особенность технических объектов в том, что они, как правило, могут быть точно измерены по многим признакам. При их обработке, преобразовании, перемещении или оценке от работника требуется точность, определенность

действий. Техника как предмет руда представляет широкие возможности для новаторства, выдумки, творчества, поэтому важное значение приобретает такое качество, как практическое мышление. Техническая фантазия, способность мысленно соединять и разъединять технические объекты и их части — важные условия для успеха в данной области.

### **«Человек-знаковая система»**

Мы встречаемся со знаками значительно чаще, чем обычно представляем себе. Это цифры, коды, условные знаки, естественные или искусственные языки, чертежи, таблицы формулы. В любом случае человек воспринимает знак как символ реального объекта или явления. Поэтому специалисту, который работает со знаками, важно уметь с одной стороны, абстрагироваться от реальных физических, химических, механических свойств предметов, а с другой — представлять и воспринимать характеристики реальных явлений или объектов, стоящих за знаками. Чтобы успешно работать в какой-нибудь профессии данного типа, необходимо уметь мысленно погружаться в мир, казалось бы, сухих обозначений и сосредотачиваться на сведениях, которые они несут в себе. Особые требования профессии этого типа предъявляют к вниманию.

### **«Человек-искусство»**

Важнейшие требования, которые предъявляют профессии, связанные с изобразительной, музыкальной, литературно-художественной, актерско-сценической деятельностью человека — наличие способности к искусствам, творческое воображение, образное мышление, талант, трудолюбие.

### **«Человек-человек»**

Даже выбирая профессию, не связанную непосредственно с общением, вы поступите правильно, если обратите внимание на общительность и контактность. Подумайте, куда вы обращены — к людям или к себе? С кем бы вы хотели общаться — с собой или с другими? Главное содержание труда в профессиях типа «человек-человек» сводится к взаимодействию между людьми. Если не наладится это взаимодействие, значит, не наладится и работа. Качества, необходимые для работы с людьми: устойчивое, хорошее настроение в процессе работы с людьми, потребность в общении, способность мысленно ставить себя на место другого человека, быстро понимать намерения, помыслы, настроение людей, умение разбираться в человеческих взаимоотношениях, хорошая память (умение держать в уме имена и особенности многих людей), умение находить общий язык с различными людьми, терпение.

**Приложение Л****АДАПТИРОВАННЫЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ****Диагностика 1****Тест на определение уровня познавательных способностей  
(Методика самоконтроля).**

Поставьте рядом с утверждением цифры 1,2 или 3: 1 – да; 2 – нет; 3 – затрудняюсь ответить.

1. Я люблю учиться.
2. Я много читаю.
3. В школе у меня были хорошие отметки.
4. Мне нравятся документальные фильмы.
5. На отдыхе я всегда покупаю экскурсии.
6. Мне нравится общаться с новыми для меня людьми.
7. Я люблю узнавать что-то новое.
8. Я всегда в курсе всех новостей.
9. Я читаю научно-методические книги по интересующей меня проблеме
10. Я обрадуюсь, если мне на день рождения подарят книгу или познавательный фильм.
11. Если я что-то не понимаю, я переспрашиваю.
12. Людям нравится со мной общаться.
13. Я всегда могу рассказать что-то интересное.
14. Мне нравится разгадывать кроссворды.
15. Мне не сложно учиться.
16. В детстве я посещал много кружков, в школе ходил на факультативы.
17. Я умею играть на музыкальном инструменте.
18. Преподаватели вызывают у меня огромное уважение.
19. Я бы хотел учиться дальше.
20. На меня можно положиться.

**Подсчитайте количество баллов:** 1 – 3 балла; 2 – 1 балл; 3 – 2 балла.

**Результаты:**

- 55 – 60 баллов – высокий уровень развития познавательных способностей;  
40 – 54 баллов – средний уровень развития познавательных способностей;  
20 – 39 баллов – низкий уровень развития познавательных способностей.

**Диагностика 2**  
**Тест на определение уровня организационных способностей**  
 (Методика самоконтроля)

Поставьте рядом с утверждением цифры 1,2 или 3: 1 – да; 2 – нет; 3 – затрудняюсь ответить.

1. Я люблю работать с группой.
2. У меня много друзей и знакомых.
3. Я часто даю советы друзьям и близким.
4. Я люблю организовывать различные мероприятия.
5. Мой день всегда тщательно спланирован.
6. Я люблю помогать людям.
7. На меня всегда можно положиться.
8. Я очень пунктуален и не люблю, когда другие опаздывают.
9. Мне всегда на всё хватает времени.
10. Я не люблю, когда что-то идёт не так.
11. Я люблю организовывать праздники и поездки.
12. Я люблю активный отдых.
13. Я могу помочь другим организовать что-то.
14. В группе я обычно распределяю обязанности.
15. Я всегда знаю, что от меня требуется.
16. Мне легко общаться с незнакомыми людьми.
17. Я – староста группы (помощник старосты; был старостой в школе, институте, колледже).
18. Я считаю себя ответственным, надежным и собранным.
19. Я люблю быть за что-то в ответе.
20. Меня считают очень ответственным человеком.

**Подсчитайте количество баллов:** 1 – 3 балла; 2 – 1 балл; 3 – 2 балла.

**Результаты:**

- 55 – 60 баллов – высокий уровень развития организаторских способностей;  
 40 – 54 баллов – средний уровень развития организаторских способностей;  
 20 – 39 баллов – низкий уровень развития организаторских способностей.

**Диагностика 3**  
**Тест на определение уровня организаторских способностей**  
 (Методика самоконтроля)

Ответьте на 20 вопросов. Поставьте рядом с утверждением цифры 1,2 или 3: 1 – да; 2 – нет; 3 – затрудняюсь ответить.

1. Мне нравится заниматься общественной деятельностью.
2. Мне легко ориентироваться в критических ситуациях.

3. Мне часто удаётся убеждать своих друзей.
4. Мне трудно отказаться от своих намерений, когда возникают трудности.
5. Мне нравится организовывать разные игры, развлечения.
6. Я редко откладываю дела, которые можно сделать сегодня.
7. Я стремлюсь, чтобы друзья соглашались с моей точкой зрения.
8. У меня не возникает конфликтов с товарищами из-за невыполнения моих обещаний.
9. Я часто в важных решениях беру инициативу на себя.
10. Я хорошо ориентируюсь в незнакомых ситуациях.
11. Я раздражаюсь, когда не удаётся завершить дело.
12. Я не утомляюсь от постоянного общения с друзьями.
13. Я часто оказываюсь в центре внимания.
14. Я чувствую себя уверенно среди большого количества людей.
15. Я редко опаздываю на деловые встречи.
16. Я охотно берусь за организацию разных мероприятий.
17. Я отстаиваю свою точку зрения, если она не была сразу воспринята общественностью.
18. Я часто беру участие в общественной работе коллектива.
19. Я часто защищаю свою точку зрения.
20. Я часто проявляю инициативу при решении важных вопросов.

**Подсчитайте количество баллов:** 1 – 3 балла; 2 – 1 балла; 3 – 2 балл.

**Результаты:**

- 55 – 60 баллов – высокий уровень развития организаторских способностей;  
 40 – 54 баллов – средний уровень развития организаторских способностей;  
 20 – 39 баллов – низкий уровень развития организаторских способностей.

#### **Диагностика 4**

#### **Тест на определение уровня коммуникативных способностей** (Методика самоконтроля)

Ответьте на 20 вопросов. Поставьте рядом с утверждением цифры 1,2 или 3: 1 – да; 2 – нет; 3 – затрудняюсь ответить.

1. Мне нравится изучать людей и знакомиться с ними.
2. Меня недолго беспокоит чувство обиды на кого-нибудь.
3. У меня много друзей, с которыми я постоянно общаюсь.
4. Мне приятнее проводить время в компании, чем в одиночестве.
5. Я легко общаюсь с людьми, которые намного старше по возрасту.
6. Я легко привыкаю к новой компании.
7. Я легко налаживаю контакты с незнакомыми людьми.
8. Я легко приспосабливаюсь к новому коллективу.
9. Я стремлюсь при случае познакомиться с новыми людьми.
10. Меня не раздражают люди. Не люблю быть наедине.

11. Мне нравится постоянно находиться среди людей.
12. Я легко проявляю инициативу, чтобы познакомиться с новым человеком.
13. Я люблю принимать участие в коллективных играх.
14. Я чувствую себя уверенно среди незнакомых людей.
15. Я легко могу развеселить малознакомую группу.
16. Я не стремлюсь ограничить круг знакомых.
17. У меня много друзей.
18. Я чувствую себя непринужденно, попав в незнакомый коллектив.
19. Я не чувствую неудобства при общении с малознакомыми людьми.
20. Я чувствую себя уверенно, когда выступаю перед большим количеством людей.

***Подсчитайте количество баллов:***

1 – 3 балла; 2 – 1 балла; 3 – 2 балл.

***Результаты:***

55 – 60 баллов – высокий уровень развития коммуникативных способностей;  
 40 – 54 баллов – средний уровень развития коммуникативных способностей;  
 20 – 39 баллов – низкий уровень развития коммуникативных способностей.

***Диагностика 5***

***Тест на определение уровня экспрессивно-речевых способностей***  
 (Методика самоконтроля)

Ответьте на 20 вопросов. Поставьте рядом с утверждением цифры 1, 2 или 3:  
 1 – да; 2 – нет; 3 – затрудняюсь ответить.

1. Я говорю чётко и понятно.
2. Моя речь эмоционально окрашена.
3. Я никогда не выражаюсь нецензурно.
4. Я люблю выступать перед публикой.
5. Меня всегда слушают с интересом.
6. Я стараюсь говорить ясно и понятно.
7. Я всегда защищаю свою точку зрения.
8. Я умею вызвать у окружающих интерес к тому, что я говорю.
9. Я люблю рассказывать различные истории.
10. Я хорошо ориентируюсь в коммуникативной ситуации.
11. Я умею распознавать скрытые мотивы в речи собеседника.
12. Я всегда понимаю эмоциональное состояние партнёра.
13. Я умею активно слушать.
14. Я умею организовывать и поддерживать диалог.
15. Я легко и непринужденно могу общаться с незнакомыми людьми.
16. Моя речь сопровождается жестами.
17. Во время разговора я умею управлять мимикой.

18. Моя речь хорошо развита.
19. У меня богатый лексический запас.
20. Я умею управлять своим психическим состоянием, своим телом, голосом, мимикой.

**Подсчитайте количество баллов:** 1 – 3 балла; 2 – 1 балла; 3 – 2 балл.

**Результаты:**

- 55 – 60 баллов – высокий уровень развития экспрессивно-речевых способностей;  
 40 – 54 баллов – средний уровень развития экспрессивно-речевых способностей;  
 20 – 39 баллов – низкий уровень развития экспрессивно-речевых способностей.

### **Диагностика 6**

**Тест на определение уровня организаторских педагогических способностей**  
 (Методика самоконтроля)

Ответьте на 20 вопросов. Поставьте рядом с утверждением цифры 1, 2 или 3:  
 1 – да; 2 – нет; 3 – затрудняюсь ответить.

1. Я часто организую детские мероприятия.
2. Я умело организую детские мероприятия.
3. Я являюсь классным руководителем.
4. Дети довольны внеклассными мероприятиями, которые я провожу.
5. Я не утомляюсь от постоянного общения с детьми.
6. Я никогда не опаздываю на уроки.
7. Я часто оказываюсь в центре детского внимания.
8. Я часто проявляю инициативу при организации детских праздников.
9. Я считаю, что внеклассная работа с детьми необходима.
10. Я стараюсь найти компромиссное решение при споре с ребёнком.
11. Я пользуюсь авторитетом у детей.
12. Я всегда справедлива к детям.
13. Дети всегда обращаются ко мне за помощью.
14. Я охотно общаюсь с незнакомыми детьми.
15. Я ответственный человек.
16. Дети считают меня справедливой.
17. Я раздражаюсь, когда какие-либо мероприятия плохо организованы.
18. Мероприятия, которые я провожу, всегда тщательно организованы.
19. На мои замечания дети реагируют адекватно.
20. Я всегда чётко планирую свой день.

**Подсчитайте количество баллов:**

1 – 3 балла; 2 – 1 балла; 3 – 2 балл.

**Результаты:**

55 – 60 баллов – высокий уровень развития организаторских педагогических способностей;

40 – 54 баллов – средний уровень развития организаторских педагогических способностей;

20 – 39 баллов – низкий уровень развития организаторских педагогических способностей.

**Диагностика 7**  
**Тест на определение уровня**  
**коммуникативных педагогических способностей**  
 (Методика самоконтроля)

Ответьте на 20 вопросов. Поставьте рядом с утверждением цифры 1,2 или 3:  
 1 – да; 2 – нет; 3 – затрудняюсь ответить.

1. Я легко налаживаю контакты с детьми.
2. Я умею понимать эмоциональное состояние ребенка.
3. Я люблю общаться с детьми.
4. Я чувствую себя уверенно, когда веду урок в классе.
5. Я люблю организовывать детские мероприятия.
6. Я могу оказать психологическую помощь ребёнку.
7. При общении с детьми я всегда занимаю адекватную ролевую позицию.
8. Я всегда понимаю эмоциональное состояние ребенка.
9. Я хорошо ориентируюсь в коммуникативной ситуации.
10. Дети хорошо ко мне относятся.
11. Я чувствую себя уверенно перед детским коллективом.
12. В диалоге я отношусь к ребёнку «на равных».
13. Дети говорят со мной открыто.
14. Я разговариваю с детьми вежливо.
15. Я легко могу найти контакт с ребёнком.
16. Я легко проявляю инициативу в общении с ребёнком любого возраста.
17. Я всегда внимательно выслушиваю ребёнка.
18. Мне легко общаться с детьми любого возраста.
19. Я легко нахожу контакт с подростками.
20. Дети всегда слушают меня внимательно, с интересом.

**Подсчитайте количество баллов:**

1 – 3 балла; 2 – 1 балла; 3 – 2 балл.

**Результаты:**

55 – 60 баллов – высокий уровень развития коммуникативных педагогических способностей;

40 – 54 баллов – средний уровень развития коммуникативных педагогических способностей;

20 – 39 баллов – низкий уровень развития коммуникативных педагогических способностей.

**Приложение М****ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ**

М1. Компьютерная программа «Электронное портфолио студента»

М2. Мультимедийные лекции-визуализации по темам курса «Математика»

М3. Компьютерный тренажер по теме «Интегральное исчисление функции одной переменной»

*Представлены на CD-диске.*

## Приложение Н

### ПЕРВЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ СРЕЗ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ-ХИМИКОВ

1. Упростите выражение  $\frac{2a^4 - 2b^4}{a^2 + b^2} + \sqrt{9c^2}$ , а после вычислить при  $a=1$ ,  $b=3$ ,  $c=-6$ .
2. Найдите область определения функции  $y = \sqrt{-3x^2 + 3x + 6}$ .
3. Изобразите график функции  $y = 2^{x+1}$ .
4. Решите уравнение  $\lg(x-2) = 2$ .
5. Найдите производную функции  $y = \sqrt{5x} - 2x^3 + (2x^2 + 4)\cos 2x$ .
6. Найдите координаты вектора  $\vec{c} = \vec{a} + 3\vec{b}$ , если  $\vec{a} = (-1; 4)$ ,  $\vec{b} = (2; -1)$ .
7. В прямоугольном треугольнике гипотенуза равна 7 см, а один из острых углов равен  $30^\circ$ . Найдите длину высоты, проведенной к гипотенузе.
8. К 300 г %-го раствора сахара добавили 6 г сахара. Определить массовую долю вещества в полученном растворе.
9. Медь соединяется с серой в соотношении 4:1. Сколько потребуется по массе исходных простых веществ для получения 20 г сульфида меди (I)?
10. Разложение некоторого химического вещества происходит по закону  $m(t) = m_0 e^{-kt}$ , где  $m(t)$  – масса вещества (в г) в момент времени  $t$  (в с),  $m_0$  – начальная масса,  $k$  – некоторая постоянная. Найдите скорость распада в момент  $t = 8$  с.
11. Скорость изменения концентрации вещества, вступившего в реакцию, выражается формулой:  $v(t) = 3t + 1$ , где  $t$  – время (в секундах),  $v$  – скорость (в моль/с м<sup>3</sup>). Как изменится концентрация вещества за время от  $t_1 = 0$  до  $t_2 = 5$  с?
12. При расщеплении глюкозы кислородом, которое описывается уравнением:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ , выделяется углекислый газ и вода. Скорость данной химической реакции зависит от различных факторов: давления, температуры, влажности и т.д. Было проведено при различных условиях ряд опытов, на основании которых определили такую скорость расщепления глюкозы (в г/мин): 3, 5, 2, 1, 4, 7, 9, 12, 3, 1, 2, 4, 8, 6, 5, 4, 3, 3, 1, 8, 7. Постройте дискретный вариационный ряд и определите его моду и медиану.

## Приложение II

### КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ УРОВНЯ УСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Контрольная работа № 1

1. Миноры, алгебраические дополнения, теорема Лапласа (частный случай).
2. Решите систему линейных уравнений методом Гаусса:
 
$$\begin{cases} 2x - y - 2t = 4; \\ x + y - 3z - t = 20; \\ 3x + y - 5z - 3t = 6; \\ x - z - t = 2. \end{cases}$$
3. Проверьте, имеет ли матрица  $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 2 & 3 & -4 \\ -2 & 1 & -2 \end{pmatrix}$  обратную. Если имеет, вычислите матрицу, обратную матрице  $A$ .
4. Вычислите определитель  $\begin{vmatrix} 4 & 3 & 3 & 1 \\ 3 & 4 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 4 \\ 2 & 4 & 2 & 3 \end{vmatrix}$ .
5. Найдите значение параметра  $t$ , при котором векторы  $\vec{a} = (3; 1,5; -t)$  и  $\vec{b} = (-6t; 3; 2)$  являются а) коллинеарными; б) ортогональными.
6. Найдите площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a} = 5\vec{i} - 4\vec{j} + 7\vec{k}$  и  $\vec{b} = \vec{i} + \vec{j} - 2\vec{k}$ .
7. Запишите уравнение прямой на плоскости, которая проходит через точки  $A(5; 2)$  и точку пересечения двух прямых, которые заданы уравнениями  $x - 2y = 0$  и  $9x + 2y - 20 = 0$ .
8. Найдите угол между двумя прямыми на плоскости, которые заданы уравнениями  $2x - y + 3 = 0$  и  $3x + 2y + 1 = 0$ .
9. В декартовой системе координат в пространстве запишите уравнение плоскости, которая проходит через точки  $A(0; 1; 3)$ ,  $B(2; 2; 2)$ ,  $C(-3; 1; 9)$ . Найдите расстояние от точки  $D(3; 1; 1)$  к этой плоскости.
10. Опишите взаимное расположение плоскости  $\alpha: 3x - 2y - z = 0$  и прямой  $a: \frac{x+3}{-6} = \frac{y}{2} = \frac{z+5}{0}$ . Найти точку пересечения прямой и плоскости, если они пересекаются в точке.
11. Определите число компонентов и число независимых реакций в системе, состоящей из  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(r)}$ .

**Контрольная работа № 2**

1. Точки разрыва и их классификация. Непрерывность элементарных функций.

2. Вычислите пределы:

а)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x-3}{\sqrt{x^2+4}+3x};$

б)  $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2-4}{\sqrt{2}-\sqrt{x}};$

в)  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2+2x-1} - \sqrt{x^2+4x-2});$

г)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1-\cos 10x}{\sin^2 2x};$

д)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{4+x}{2+x} \right)^x.$

3. Найдите производные следующих функций

а)  $y = \sqrt{3x-5} + x^2 \cos 7x.$

б)  $x^2 \cos y + \sin(x-y) = 0.$

в)  $y = (x^2 + 3)^{\sqrt{x}}.$

г)  $\begin{cases} x = \ln(1+t^2) \\ y = t^2 \end{cases}.$

4. Для функции  $y = \frac{x^3}{3-x^2}$  найдите промежутки монотонности и выпуклости.

5. Найдите асимптоты графика функции  $y = \frac{2x^2}{x-1}.$

6. Средняя удельная теплоемкость углекислого газа в интервале температур от  $0^\circ\text{C}$  до  $t$  выражается уравнением:  $\bar{C}_p = 0,8489 + 28,97 \cdot 10^{-5}t - 6,99 \cdot 10^{-8}t^2$  Дж/(г·град). Определите истинную удельную теплоемкость при  $600^\circ\text{C}$ .

**Контрольная работа № 3**

1. Первообразная. Неопределенный интеграл, его свойства.

2. Вычислите неопределенные интегралы:

а)  $\int \left( x^2 + \sqrt[3]{x} - \frac{1}{x^2} \right) dx;$

б)  $\int \frac{\sin x dx}{1+3\cos x}.$  Вычислите определенные интегралы:

а)  $\int_0^1 \sqrt{1+x} dx;$

б)  $\int_0^1 (e^x - 1)^4 e^x dx;$

в)  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} x \cos x dx.$

3. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями  $y = -x^2 + 4x - 1$ ,  $y = -x - 1$ .

4. Найдите общее решение дифференциального уравнения:

а)  $x^2 y' + y = 0;$

б)  $y' - 4xy = x.$

5. Исследуйте на абсолютную или условную сходимость ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n-1)^3}.$

7. Определите значение средней молярной теплоемкости аммиака в интервале температур от 250 до 350 К, если истинная теплоемкость выражается уравнением:  $C_p = 24,78 + 37,52 \cdot 10^{-3} T - 7,38 \cdot 10^{-6} T^2$  Дж/(моль·К).

#### **Контрольная работа № 4**

1. Экстремум функции двух переменных, необходимое и достаточное условия.

2. Найдите и изобразите область определения функции  $z = \arcsin(x + y)$ .

3. Найти экстремумы функции двух переменных  $z = 3x + 6y - x^2 - xy + y^2$ .

4. Вычислите приближенно с помощью дифференциала первого порядка  $\sin 29^\circ (0,07)^2$ .

5. Вычислите объем тела, ограниченного поверхностями  $2z = 4 - x^2 - y^2$  и  $2z = 2 + x^2 + y^2$ .

6. В цехе работают 7 мужчин и 5 женщин. Наудачу отобраны 8 человек. Найдите вероятность того, что среди отобранных лиц окажется 4 женщины.

7. Найдите дисперсию случайной величины  $X$ , заданной законом распределения:

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| $x$ | 2   | 3   | 4   | 5   |
| $p$ | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,4 |

8. Найдите  $\left( \frac{\partial F}{\partial p} \right)_T$  для 1 моль газа, подчиняющегося уравнению состояния  $p(V - b) = RT$ .

## Приложение Р

## КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕСТЫ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

*Комплексный тест по математическому моделированию № 1*

1. Формульной матрицей системы, состоящей из  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $NO$ ,  $N_2O_4$ ,  $H_2O_{(г)}$ , является:

А)  $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix};$

Б)  $A = (1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 2);$

В)  $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix};$

Г) другой ответ.

2. Укажите соотношение, уравнивающее количество водорода (Н) в правой и левой части уравнения химической реакции  $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ , если через  $x$ ,  $y$ ,  $z$  обозначены количества молекул  $H_2$ ,  $O_2$  и  $H_2O$  соответственно.

А)  $2x = 2z;$

Б)  $2x = z;$

В)  $2y = 2z;$

Г) другой ответ.

3. Разложение некоторого химического вещества протекает в соответствии с уравнением  $m = m_0 e^{-kt}$ , где  $m$  – количество вещества в момент времени  $t$ ,  $k$  – положительная постоянная. Найдите скорость  $v$  разложения вещества и выразите ее как функцию  $m$ .

А)  $v = km;$

Б)  $v = -km;$

В)  $v = km_0;$

Г) другой ответ.

4. Закон изменения объема азота в сосуде в зависимости от времени описывается формулой  $x = 10(4 - e^{-0,05t})$ , где  $x$  – объем азота (в литрах),  $t$  – время (в секундах). Какой была начальная скорость изменения объема азота в сосуде?

А) 0,05 л/с;

Б) 1 л/с;

В) 0,5 л/с;

Г) другой ответ.

5. Средняя удельная теплоемкость углекислого газа в интервале температур от  $0^\circ C$  до  $t$  выражается уравнением:

$\bar{C}_p = 0,8489 + 28,97 \cdot 10^{-5}t - 6,99 \cdot 10^{-8}t^2$  Дж/(г·град). Определите истинную удельную теплоемкость.

А)  $C_p = 0,8489t + 14,485 \cdot 10^{-5}t^2 - 2,33 \cdot 10^{-8}t^3$ ;

Б)  $C_p = 28,97 \cdot 10^{-5} - 13,98 \cdot 10^{-8}t$ ;

В)  $C_p = 0,8489 + 57,94 \cdot 10^{-5} \cdot t - 20,979 \cdot 10^{-8} \cdot t^2$ ;

Г) другой ответ.

### Задача № 1

Приготовьте 4250 кг нитрирующей смеси следующего состава: воды ( $H_2O$ ) – 22%, азотной кислоты ( $HNO_3$ ) – 16%, серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) – 62%: из меланжа:  $H_2O$  – 5%,  $HNO_3$  – 85%,  $H_2SO_4$  – 10%; из олеума:  $H_2O$  – 0%,  $HNO_3$  – 0%,  $H_2SO_4$  – 104%; из отработанной кислоты:  $H_2O$  – 30%,  $HNO_3$  – 0%,  $H_2SO_4$  – 70%. Найдите расход кислот, идущих на приготовление этой смеси.

### Задача № 2

Концентрация сахарозы (выраженная в моль/л) в момент времени  $t$  (в минутах) задается формулой  $f(t) = e^{-0,0035t}$ , где  $t \geq 0$ . Исследуйте функцию  $f(t)$  и постройте ее график в прямоугольной системе координат, выбрав следующие единицы измерения: 1 см для 20 мин на оси абсцисс, 1 см для 0,1 моль/л на оси ординат. Определите время, необходимое для того, чтобы концентрация достигла половины своего начального значения. Подтвердите результат графически.

### Задача № 3

Газовая смесь состоит из окиси азота ( $NO$ ) и кислорода ( $O_2$ ). Найдите концентрацию  $O_2$ , при которой содержащаяся в смеси окись азота окисляется с наибольшей скоростью.

## Комплексный тест по математическому моделированию № 2

1. Определите значение средней молярной теплоемкости аммиака в интервале температур от 250 до 350 К, если истинная теплоемкость выражается уравнением:  $C_p = 24,78 + 37,52 \cdot 10^{-3}T - 7,38 \cdot 10^{-6}T^2$  Дж/(моль·К).

А) 35,37 Дж/(моль·К);

Б) 3,537 Дж/(моль·К);

В) 3537 Дж/(моль·К);

Г) другой ответ.

2. Выход вещества  $S$  в одной химической реакции составляет  $r$  молей за минуту. В то же время оно расходуется со скоростью  $s$  молей за минуту на каждый моль  $S$ . Определим  $S(t)$  как число молей вещества, имеющегося в

момент времени  $t$ . Составьте дифференциальное уравнение, которое удовлетворяет  $S(t)$ .

А)  $S'(t) = r - cS(t)$ ;

Б)  $S'(t) = r + cS(t)$ ;

В)  $S'(t) = c - rS(t)$ ;

Г) другой ответ.

3. В химической реакции участвуют три вещества с концентрациями  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Скорость реакции  $v$  в любой момент времени выражается законом  $v = kx^2yz$ . Найдите концентрации  $x$ ,  $y$  и  $z$ , при которых скорость  $v$  протекания реакции максимальна.

А)  $x = 20\%$ ,  $y = 40\%$ ,  $z = 40\%$ ;

Б)  $x = 10\%$ ,  $y = 45\%$ ,  $z = 45\%$ ;

В)  $x = 50\%$ ,  $y = 25\%$ ,  $z = 25\%$ ;

Г) другой ответ.

4. Вещество хранится в трех контейнерах. Причём в первом контейнере 3% бракованного вещества, во втором – 1%, а в третьем – 5%. Найдите вероятность того, что наудачу взятое вещество из какого-то контейнера окажется бракованным.

А) 0,03;

Б) 0,01;

В) 0,09;

Г) другой ответ.

5. При расщеплении глюкозы кислородом, которое описывается уравнением:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ , выделяется углекислый газ и вода. Скорость данной химической реакции зависит от различных факторов: давления, температуры, влажности и т.д. Было проведено при различных условиях ряд опытов, на основании которых определили такую скорость расщепления глюкозы (в г/мин): 3, 5, 2, 1, 4, 7, 9, 12, 3, 1, 2, 4, 8, 6, 5, 4, 3, 3, 1, 8, 7. Постройте дискретный вариационный ряд и определите его моду и медиану.

А)  $M_o = 3$ ,  $M_e = 2$ ;

Б)  $M_o = 3$ ,  $M_e = 4$ ;

В)  $M_o = 1$ ,  $M_e = 2$ ;

Г) другой ответ.

### Задача № 1

Рассчитайте максимальную температур, которая может быть достигнута при горении стехиометрической смеси водорода и кислорода, если известно, что теплота горения водорода при нормальных условиях составляет  $57,8 \text{ ккал} \cdot \text{моль}^{-1}$ , а удельная теплоемкость водородно-кислородной смеси  $C_p$  ( $\text{кал} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{град}^{-1}$ ) зависит от температуры следующим образом:  $C_p = 0,375 + 5 \cdot 10^{-5}t$ .

**Задача № 2**

Согласно закону действующих масс скорость реакции пропорциональна концентрациям реагирующих веществ в данный момент времени. Пусть  $a$  – начальная концентрация вещества  $A$ ,  $x(t)$  – количество молей на литр, которые прореагировали за время  $t$  от начала реакции, тогда концентрация на этот момент равна  $a - x$ . Опишите этот процесс дифференциальным уравнением. Определите концентрацию реагирующего вещества на время  $t$  от начала реакции, если  $x(0) = 0$ .

**Задача № 3**

Партия реактива состоит из 90 банок натрий хлорида и 10 банок кальций хлорида. Наугад взяли 4 банки реактива. Напишите биномиальный закон распределения количества банок кальций хлорида среди отобранных банок и определите математическое ожидание, дисперсию и среднеквадратическое отклонение появления банок кальций хлорида.