

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ЕСТЕСТВЕННО – НАУЧНАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

Т.К. Смыковская
доктор педагогических наук, профессор,
заведующая кафедрой теории и методики обучения
математике и информатике
Волгоградский государственный
социально-педагогический университет
г. Волгоград
smikov_t@mail.ru

Ю.А. Машевская
старший преподаватель
кафедры информатики и
информатизации образования
Волгоградский государственный
социально-педагогический университет
г. Волгоград
mash_mif@mail.ru

Модель формирования готовности будущих учителей математики и информатики к использованию ИКТ в профессиональной деятельности

Представлена трехэтапная модель формирования у будущих учителей математики и информатики готовности к использованию ИКТ в профессиональной деятельности, особое внимание в модели уделено целевому и содержательному компонентам. При характеристике целевого компонента определена зависимость уровня готовности от сформированности общекультурных, профессиональных и специальных компетенций. Содержательный компонент представлен через дидактические единицы содержания осваиваемых дисциплин профессиональной подготовки

Ключевые слова: готовность к использованию ИКТ; подготовка будущего учителя математики и информатики; этапная модель формирования; дидактические единицы содержания; информатические дисциплины

Переход на федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования актуализировал необходимость формирования у будущих учителей математики и информатики опыта работы с цифровыми образовательными ресурсами с предметным (информатическим, математическим) содержанием и использования их в образовательном процессе.

Анализируя государственные образовательные стандарты (ГОС), которые определяли стратегию профессионального образования специалистов до 2011 г., можно увидеть, что дисциплины информатического цикла были в основном направлены на изучение возможностей, предоставляемых информационными технологиями для достижения конкретных, *специализированных*, задач. Например, будущие учителя математики изучали математические пакеты, с помощью которых решали задачи математического содержания, но при этом не обращалось внимание на целенаправленное формирование умения использовать информационные технологии для решения образовательных задач, которое востребовано в профессиональной деятельности учителя.

В структуре профессиональной подготовки (по ГОС) учителей информатики, а также учителей математики с дополнительной специальностью «Информатика», имеющих большой объем дисциплин информатического содержания, соответствующих специфике получа-

емого образования, специальное место было отведено дисциплине «Информационные и коммуникационные технологии в образовании».

В рамках этой дисциплины будущие учителя математики и информатики рассматривали вопросы, связанные с дидактическими основами создания и использования средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ); применением ИКТ в образовании; педагогико-эргономическими требованиями к созданию и использованию электронных образовательных ресурсов, оценкой их качества; автоматизацией информационно-методического обеспечения учебно-воспитательного процесса и организационного управления учебными заведениями.

В ГОС ВПО по направлению «Физико-математическое образование» (степень – бакалавр) (2005 г.) была включена дисциплина «Информационные и коммуникационные технологии в физико-математическом образовании», которая рассматривала классификацию и дидактические функции информационных образовательных ресурсов учебного назначения, была направлена на обучение будущих учителей использованию ИКТ для построения открытой системы образования, а также проектированию, разработке и использованию в школьном образовательном процессе информационных ресурсов учебного назначения.

Кроме того, будущие учителя (бакалавр физико-математического образования) в рамках данной указанной дисциплины познакомились с использованием мультимедиа и коммуникационных технологий для реализации активных методов обучения и самостоятельной деятельности учащихся, дистанционными технологиями в образовании как средством расширения информационного образовательного пространства, изучали мировые информационные образовательные ресурсы, а также изучали возможности использования ИКТ в обучении своему предмету.

В федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки «Педагогическое образование» (квалификация (степень) «бакалавр») (ФГОС ВПО [1]) были включены компетенции в области использования ИКТ, которые соответствуют современным требованиям к специалистам в области образования (общекультурные компетенции – ОК-1-9, профессиональные компетенции – ОПК-1-3, ПК-1-6).

Эти компетенции формируют готовность будущих учителей к использованию ИКТ в дальнейшей профессиональной деятельности. Для будущих учителей математики и информатики в Волгоградском государственном социально-педагогическом университете были определены следующие специальные компетенции: готов применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов (СК-1); готов к обеспечению компьютерной и технологической поддержки деятельности обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной работе (СК-2); способен использовать современные информационные и коммуникационные технологии для создания, формирования и администрирования электронных образовательных ресурсов (СК-3); умеет анализировать и проводить квалифицированную экспертную оценку качества электронных образовательных ресурсов и программно-технологического обеспечения для их внедрения в учебно-образовательный процесс (СК-4).

В результате реализации ФГОС ВПО в формировании готовности будущих учителей к использованию ИКТ в профессиональной деятельности можно выделить несколько этапов:

- 1) *ознакомительный*, направленный на формирование общих представлений о возможностях информационных технологий для решения задач различного содержания (1 курс);
- 2) *моделирующий*, направленный на построение теоретических моделей предстоящей профессиональной деятельности и их последующую апробацию в процессе самостоятельной практики (2-3 курсы);
- 3) *интегрирующий*, направленный на структурирование полученных теоретических знаний и практических навыков в ходе выполнения заданий профессиональной направленности (4-5 курсы) [2].

В соответствии с ФГОС ВПО Волгоградский государственный социально-педагогический университет разработал учебные планы, в которые были включены дисциплины, отвечающие за подготовку будущих учителей математики и информатики к использованию ИКТ в образовании и соответствующие перечисленным в стандарте компетенциям.

Кроме того, дисциплины информатического цикла, включенные в учебные планы присутствуют в нем в том порядке, который способствует эффективному формированию готовности будущих учителей к использованию ИКТ в дальнейшей профессиональной деятельности.

При формировании готовности к использованию ИКТ у будущих учителей математики и информатики на первом, *ознакомительном*, этапе в учебные планы входят такие дисциплины информатического цикла, как «Основы математической обработки информации» (ОК-3-5,7,9, ПК-2), «Информационные технологии в образовании» (ОК-4-6,9, ОПК-3, ПК-4), «Информационные технологии» (ОК-5-6, ОПК-2-3), «Компьютерная графика», «Офисные технологии» (ОК-5, ОПК-3, ПК-1, СК-6).

На втором, *моделирующем*, этапе «Технологии Интернет-обучения» (ОК-4-6, ОПК-3, ПК-3), «Разработка электронных образовательных ресурсов» (ОК-4-6, ОПК-3), «Информационные и коммуникационные технологии в образовании» (ПК-3, ПК-5-6, СК-2,4).

На третьем, *интегрирующем*, этапе в учебные планы входят такие дисциплины, как «Информационные технологии в управлении образованием» (ОК-1-3,8, ОПК-1, СК-1). Этот этап является заключительным. Он относится к старшим курсам, поэтому студентам предоставляется возможность реализовать полученные знания и имеющиеся умения в ходе производственной (педагогической) практики, подготовки выпускной квалификационной работы.

Представим логику формирования готовности будущих учителей к использованию ИКТ в профессиональной деятельности (табл. 1)

Наименование дисциплины	Цели изучения дисциплины	Сформированные знания
Основы математической обработки информации	Сформировать систему компетенций будущего учителя на основе освоения теории классических методов обработки информации, овладения методами применения математического аппарата обработки данных при решении профессиональных задач	Решать учебные задачи на определение количества информации; планировать процесс математической обработки информации; проводить практические расчеты по имеющимся экспериментальным данным при использовании статистических таблиц и компьютерной поддержки (включая пакеты прикладных программ); анализировать полученные результаты, формировать выводы и заключения
Информационные технологии в образовании	Сформировать систему компетенций будущего учителя в области использования средств информационных и коммуникационных технологий в образовании, методов организации информационной образовательной среды для решения педагогических и культурно-просветительских задач профессиональной деятельности	Учитывать в педагогическом взаимодействии различные особенности учащихся; проектировать образовательный процесс с использованием современных технологий, соответствующих общим и специфическим закономерностям и особенностям возрастного развития личности; анализировать и проводить квалифицированную экспертную оценку качества электронных образовательных ресурсов и программно-технологического обеспечения для их внедрения в учебно-образовательный процесс; создавать педагогически целесообразную и психологически безопасную образовательную среду
Информационные	Сформировать систему компе-	Использовать современные информа-

Наименование дисциплины	Цели изучения дисциплины	Сформированные знания
технологии	тенций будущего учителя в области использования средств информационных технологий для решения задач педагогической и культурно-просветительской профессиональной деятельности	ционно-коммуникационные технологии (включая пакеты прикладных программ, локальные и глобальные сети) для сбора, обработки и анализа информации в профессиональной деятельности
Компьютерная графика	Сформировать систему компетенций будущего учителя в области основных направлений компьютерной графики, ее создания и использования для решения педагогических и культурно-просветительских задач	Использовать графические пакеты для создания векторных, растровых и фрактальных изображений; использовать программное обеспечение для работы с трехмерной графикой; применять основные методы обработки цифровых изображений при подготовке их к печати и публикации в Интернете
Офисные технологии	Сформировать систему компетенций будущего учителя в области использовании средств информационных технологий для решения задач педагогической и культурно-просветительской профессиональной деятельности	Использовать современные офисные технологии (включая пакеты прикладных программ, локальные и глобальные сети) для сбора, обработки и анализа информации в профессиональной деятельности
Технологии Интернет-обучения	Сформировать систему компетенций будущего учителя в области использования современных технологий сети Интернет для решения педагогических и культурно-просветительских задач	Работать с программным обеспечением глобальных компьютерных сетей; осуществлять поиск, анализ и оценку информации в сети Интернет; размещать учебные материалы при помощи социальных сервисов сети Интернет
Разработка электронных образовательных ресурсов	Сформировать систему компетенций будущего учителя в области проектирования, разработки и экспертной оценки электронных образовательных ресурсов для решения педагогических и культурно-просветительских задач	Использовать информационные и коммуникационные технологии для отбора содержания, хранения и оформления учебной информации, используемой для создания электронных образовательных ресурсов; использовать базовое программное обеспечение и социальные сервисы сети Интернет для оформления и размещения учебной информации при разработке электронных образовательных ресурсов; использовать базовое и специализированное программное обеспечение для разработки мультимедийных и интерактивных электронных ресурсов учебного назначения; анализировать и давать экспертную оценку качества электронных ресурсов образовательного назначения
Информационные и коммуникационные технологии в образовании	Сформировать систему компетенций будущего учителя в области использования средств информационных и коммуникационных технологий в образовании, методов организации информационной образовательной среды для решения педагогических и культурно-просветительских задач профессиональной деятель-	Учитывать в педагогическом взаимодействии различные особенности учащихся; проектировать образовательный процесс с использованием современных технологий, соответствующих общим и специфическим закономерностям и особенностям возрастного развития личности; анализировать и проводить квалифицированную экспертную оценку качества электронных образовательных ресурсов и про-

Наименование дисциплины	Цели изучения дисциплины	Сформированные знания
	ности	граммно-технологического обеспечения для их внедрения в учебно-образовательный процесс; создавать педагогически целесообразную и психологически безопасную образовательную среду

Вопрос отбора содержания обучения будущих педагогов остается актуальным, так как ИКТ стремительно развиваются, что неизбежно ведет к изменению и содержания обучения будущих педагогов эффективному использованию ИКТ в профессиональной деятельности. Таким образом, сегодня необходимо решать вопрос о построении такой методики обучения использованию ИКТ в деятельности будущих учителей, чтобы этот процесс способствовал повышению качества образования и соответствовал требованиям современного этапа информатизации образования.

Литература

1. <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/5/20111207164014.pdf>
2. Клименко Е.В. Формирование готовности к внедрению современных информационно-коммуникационных технологий в будущей профессиональной деятельности. – Тобольск: ТГСПА им. Д.И. Менделеева – http://tgspa.ru/info/science/action/docs/files_22/1137.doc

Г.И. Ковалева
доктор педагогических наук, доцент
профессор кафедры теории и
методики обучения математике
и информатике ВГСПУ
г. Волгоград
kovaleva-gi@mail.ru

Н.Ю. Милованов
магистр педагогического образования
учитель математики
МОУ СОШ №92
г. Волгоград
milovanoff89@yandex.ru

Визуализация представлений понятий математического анализа как необходимое требование для их систематизации

Доказана необходимость формирования системы понятий математического анализа и выделено основное требование этого процесса – визуализация понятий

Ключевые слова: система понятий; зрительно-познавательный подход; графические представления понятий; математический анализ

Раздел математического анализа в школьном курсе математики изучается на старшей ступени обучения и условно его можно разделить на три части: теория пределов, дифференциальное исчисление и интегральное исчисление. Первое знакомство с данным разделом ма-

тематики связано с исследованием поведения функции не только во всей ее области определения, но и около конкретной точки. Такой анализ практически всегда связан с понятием предела функции. Производная – важная математическая модель, являющаяся объектом изучения дифференциального исчисления, построение которой основано на понятии предела. После этого переходят к изучению интегрального исчисления – как исчисления, обратные дифференциальному.

Все понятия математического анализа опираются на понятие «функция», с которым обучающиеся знакомятся на более ранних ступенях обучения.

Различные трактовки понятия «функции» можно разделить на два блока. Первый блок объединяет определения, которые можно отнести к классическим, традиционным, опирающимся на понятие переменной величины. В них функция определяется как закон (правило), по которому значения зависимой переменной величины зависят (соответствуют) от значений рассматриваемой зависимой переменной.

Такого рода определения появились ранее второго блока определений, которые относят к современным, имеющим теоретико-множественную основу: пусть X и Y – два произвольных множества. Говорят, что на X задана функция, принимающая значения из Y , если элементу x из множества X поставлен в соответствие один и только один элемент из Y [7].

Изучение понятия функции формально можно разделить на три больших блока:

1) Пропедевтический уровень: объясняются зависимости между величинами, составляются таблицы значений переменных, наглядно представленных зависимостей, строятся диаграммы, графики температур и т.д.;

2) Базовый уровень: вводится определение функции, ее различные способы задания, свойства считываются с графика функции и доказываются средствами элементарной математики;

3) Высший уровень: свойства функции изучаются по средствам математического анализа, график функции строится на основе данного исследования.

В школе в основном реализуется формальный и аналитический подходы к изучению функции, то есть ученики запоминают определения понятий, формулировки свойств формально, без подкрепления графическими примерами. Это связано с тем, что в большинстве заданий приводятся функции, заданные аналитически, а упражнениям образного характера и графикам уделяется недостаточное внимание [7]. Это является одной из причин непонимания учащимися учебного курса математического анализа.

Понятия математического анализа (предел, производная функции, первообразная и т.д.) обладают очень высокой степенью абстракции. Их определения «напичканы» кванторами существования и всеобщности. Ю.М. Колягин, говоря о символике математических записей в школьном курсе, сообщает: осторожно следует подходить к использованию символики в записи различных математических суждений и умозаключений, вместе с тем следует планомерно и ненавязчиво вводить ее в практику учебной работы. Опыт показал, что особую трудность у учащихся вызывает использование кванторов всеобщности и существования [4].

Однокванторное определение посылно среднему школьнику, двухкванторное определение требует напряжения умственных сил школьника и вдумчивой неспешной работы учителя. Это та планка, выше которой в общеобразовательной школе на любом уровне не прыгнуть. А формальное определение предела – это определение с тремя кванторами, не говоря уже о его перегруженности знаками модулей и неравенств.

Итак, совершенно очевидно, что школьнику в силу его возрастных особенностей и недостаточной математической культуры не по силам определение предела. Оно чаще всего не по силам и первокурсникам, которые формально заучивают определение, а подлинное понимание приходит позднее. Значит, от жесткой модели – формального определения – в школе следует отказаться [6].

А.Г. Мордкович в учебном предмете выделяет четыре равнозначимых уровня объяснения материала курса математического анализа:

1) Принятие на веру (когда, например, ученикам сообщают, что сформулированная теорема доказана в математике, но мы принимаем ее без доказательства, поскольку оно по объективным причинам непосильно школьникам);

2) Наглядно-интуитивный уровень – замена доказательства геометрическими иллюстрациями или рассуждениями «на пальцах»;

3) Правдоподобные рассуждения (например, использование вместо доказательства конкретного примера, в котором фактически раскрывается идея формального доказательства);

4) Формально строгое доказательство.

Основная трудность в работе учителя математики при изложении начал анализа состоит именно в адекватном и концептуальном выборе уровня строгости предъявления материала школьникам [6].

В школе учителя не могут строго излагать теорию математического анализа, так как доказательство фактов данного раздела математики сложны для восприятия обучающихся и, как правило, выбирают 1 или 2 уровень строгости изложения материала.

Таким образом, приоритетным способом введения понятий математического анализа является способ их графических представлений. Это обусловлено как со стороны методики преподавания математики, так и со стороны психологии.

Со времен Я.А. Коменского, одним из основных принципов обучения считается принцип наглядности, в соответствии с которым обучение строится на конкретных образах, непосредственно воспринимаемых учащимися.

Российский психолог В.П. Зинченко в своих трудах по педагогической психологии вводит понятие «визуальное мышление» – это человеческая деятельность, продуктом которой является порождение новых образов, создание новых визуальных форм, несущих определенную смысловую нагрузку и делающих знание видимым [3].

Говоря о наглядности в преподавании геометрии, психолог И.С. Якиманская оперирует понятием «пространственное мышление» и в работах об основных показателях и условиях развития пространственного мышления, формируемых на графических основах говорит о типе, широте оперирования и полноте образа.

Тип оперирования образом есть доступный ученику способ преобразования созданного образа. Чтобы убедиться в том, что данный тип оперирования для обучающегося не случаен, необходимо проверить его устойчивость, то есть возможность выполнять данные преобразования на различном графическом материале.

Широта оперирования есть степень свободы манипулирования образом с учетом той графической основы, на которой образ первоначально создавался. Данный показатель дает возможность выявить степень устойчивости в оперировании образом по тому или иному типу, независимо от характера изображения.

Свобода такого оперирования, проявляющаяся в легкости и быстроте перехода от одного графического изображения к другому, своеобразное «перекодирование» их содержания типичными для развитого мышления. И, наоборот, скованность каким-нибудь одним изображением, неумение увидеть то же самое на другом изображении свидетельствуют о недостаточном развитии.

Полнота образа характеризует набор элементов, связи между ними, их динамическое соотношение [9].

Методисты не остались в стороне от проблем визуализации школьного курса математики. Так, В.А. Далингер предлагает строить процесс обучения математике на основе зрительно-познавательного подхода к формированию знаний, умений и навыков, что позволяет максимально использовать потенциальные возможности визуального мышления. Одно из основных положений данного подхода – широкое и целенаправленное использование познавательной функции наглядности. Созданная им методика направлена на формирование умения активно воспринимать и перерабатывать визуальную математическую информацию.

При этом В.А. Далингер выделяет основные положения методики обучения математике, построенной на основе зрительно-познавательного подхода:

1) Визуальное мышление связано с формированием устойчивых зрительных образов и овладением различными мыслительными операциями над ними, аналогичными таким общим процессам, как абстрагирование, отделение главного от второстепенного, структурирование, логические рассуждения и др.;

2) Активное и целенаправленное использование резервов визуального мышления в процессе обучения основано на выборке устойчивых образов в учебном материале с акцентом на «первичность» образа, на немедленную и возможно более точную зрительную ассоциацию с абстрактным понятием, предшествующую словесному описанию;

3) Сущность обучения состоит в переносе приоритета с иллюстративной функции наглядности на ее познавательную функцию, тем самым обеспечивая перенос акцента с обучающей функции на развивающую;

4) Реализация данного подхода предполагает целенаправленное и систематическое использование наглядности на каждом из этапов учебного процесса;

5) Визуальное представление математических понятий, зрительное восприятие их свойств, связей и отношений между ними позволяют достаточно быстро и наглядно развернуть перед учащимися отдельные фрагменты теории, акцентировать внимание на узловых моментах процесса решения задачи, сформировать и распространить обобщенный алгоритм практических действий, вовлечь полученные знания и приобретенные умения в процесс познания других областей знаний [1].

В.А. Далингер выделил зрительно-познавательный подход в обучении математике, но нет исследований по реализации данного подхода (специфика, методика) при изучении начал математического анализа.

А.Я. Цукарь в диссертации на соискание ученой степени доктора наук «Методические основы обучения математике в средней школе с использованием образного мышления» приходит к выводам, что формирование понятий, выявление их сущностных свойств требует обращения к содержательной стороне, следовательно, к образам. Недопустимо преждевременное введение знаков без предварительного формирования образов. Работа с контрпримерами к геометрическим понятиям, данным в виде рисунков, отображающих наглядно ошибки, позволяют обучающимся лучше осознать существенность каждого свойства [8].

Математик и педагог А.Н. Земляков в своих трудах приходит к выводу, что изучение основных понятий математического анализа проходит успешнее, если на этапе ознакомления с понятиями делается перенос внимания учащихся с формального, логически строгого и точного определения данного понятия на наглядные, интуитивные представления об этом понятии. Следует добиваться того, чтобы упоминание о понятиях ассоциировалось в первую очередь с соответствующим наглядно-графическим образом. Переход от наглядно-интуитивного представления к формальному определению – это второй этап в формировании устойчивого представления о том или ином понятии. Поскольку это представление при таком подходе будет базироваться на наглядном образе, обучающиеся должны более осознанно, уверенно и с меньшим количеством ошибок усматривать различные свойства исследуемых функций, применять изученные понятия к решению задач [2].

К примеру, изучение непрерывности функции в школе лучше проводить на конкретных примерах графиков функций, обладающих и не обладающих этим свойством, активно привлекая графическую иллюстрацию. Определение предела и непрерывности функции целесообразно формулировать, используя наглядную топологическую форму [5].

Таким образом, опора на графические представления понятий математического анализа позволяет сделать процесс их изучения эффективным.

Однако, изучение, пусть даже осознанное, с опорой на геометрические представления, понятий математического анализа не позволяет говорить о сформированности их целостного восприятия. Хотя методисты и отмечают необходимость установления связей и отношений между понятиями для систематизации знаний [7], проблема формирования системы понятий остается нерешенной, в том числе и для системы понятий математического анализа. А без этого учащиеся столкнутся с проблемой решения задач следующего типа: По графику первообразной функции $y = F(x)$ (рис. 1) определите количество точек, в которых функция $y = f(x)$ равна нулю.

В школьном курсе начал математического анализа изучаются теоремы о связи функции и ее производной. Данную связь показывают теоремы об экстремумах функции и производной в этих точках, о монотонности функции и знакопостоянстве производной функции и т.д., но говоря о первообразной функции, обучающиеся знакомятся только с теоремой – основным свойством первообразной.

Таким образом, рассмотренная задача не является стандартной для обучающихся, так как появляется нехватка в теоретических знаниях анализа. Но, если у обучающихся сформирована система понятий математического анализа, то они, зная, что $F'(x) = f(x)$, смогут переформулировать задачу, поменяв понятие «первообразная функции» в понятие «функция», а понятие «функция» в понятие «производная функции», тогда задание будет звучать так: по графику функции определите количество точек, в которых производная функции равна нулю. Таким образом, на чертеже необходимо посчитать количество экстремумов и получаем ответ: в трех точках.

К таким рассуждениям и выводам обучающиеся смогут придти только в том случае, если у них будет сформирована система понятий математического анализа и будут осознанно прослеживать связи понятий данного раздела математики (схема 1). То есть, та теория, которая была изучена для одного раздела анализа, будет применяться в другом разделе, не нарушая истинность.

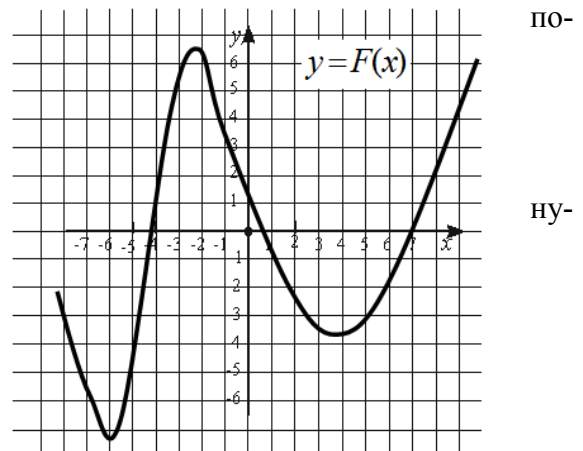


Рис. 1

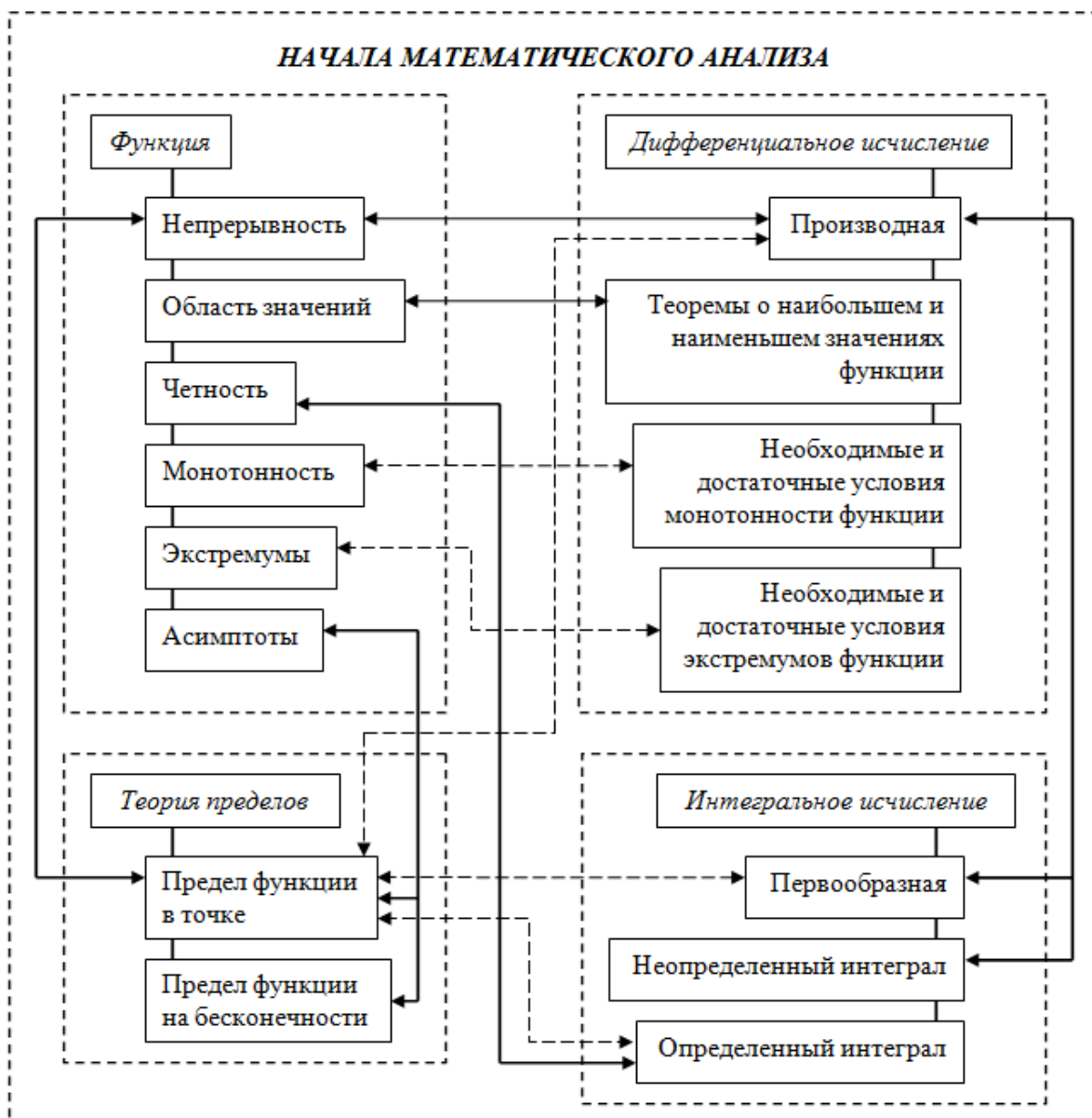


Схема 1. Система понятий курса математического анализа

Методисты предлагают разные пути решения проблемы формирования системы понятий – написание родословной понятия, классификация понятий. Для понятий математического анализа актуальна опора на графические представления. Поэтому естественно предположить, что данный прием будет работать и для формирования системы понятий. В чем заключается специфика использования графических представлений понятий математического анализа для формирования их системы?

Необходимо в первую очередь рассматривать графические представления понятий, а только после этого переходить к его аналитическому представлению. Такой подход позволит выстроить изучение математического анализа линейно, а для формирования системы понятий, необходимо в процесс обучения включить задачи, которые несут смысл расширения применения теории одного раздела анализа в другие разделы, то есть перенос понятия из одного раздела в другой с опорой на их графические образы.

Таким образом, визуализация представлений понятий и задания на применение понятий математического анализа одного раздела в задачах другого раздела анализа выделяются в качестве необходимых условий для систематизации понятий математического анализа.

Литература

1. Далингер, В.А. Обучение математике на основе когнитивно-визуального подхода / В.А. Далингер // Вестник Брянского государственного университета. – 2011. – №1. – С.299.
2. Земляков, А.Н. Наглядность при введении основных понятий математического анализа // Вопросы преподавания алгебры и начал анализа в средней школе: Сб. статей / Сост. Е.Г. Глаголева, О.С. Ивашев-Мусатов. – М.: Просвещение, 1980. – 256 с.
3. Зинченко, В.П. Психологические основы педагогики (Психолого-педагогические основы построения системы развивающего обучения Д.Б. Эльконина – В.В. Давыдова): Учеб. пос. / В.П. Зинченко. – М.: Гардарики, 2002. – 431 с.
4. Колягин, Ю.М. Методика преподавания математики в средней школе. Общая методика. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. институтов / Ю.М. Колягин, В.А. Оганесян, В.Я. Саннинский, Г. Л. Луканкин. – М.: Просвещение, 1975. 462 с.
5. Колягин, Ю.М. Методика преподавания математики в средней школе. Частная методика. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Ю.М. Колягин, В.А. Оганесян, В.Я. Саннинский, Г. Л. Луканкин и др. – М.: Просвещение, 1977. – 480 с.
6. Мордкович, А.Г. Беседы с учителем математики: Учебно-методическое пособие / А.Г. Мордкович. – М.: Оникс 21 век: Мир и образование, 2005. – 336с.
7. Стефанова, Н.Л. Методика и технология обучения математике. Курс лекций: пособие для вузов / под научн. ред. Н.Л. Стефановой, Н.С. Подходовой. – М.: Дрофа, 2005. – 416 с.
8. Цукарь, А.Я. Методические основы обучения математике в средней школе с использованием образного мышления: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Цукарь Анатолий Яковлевич. – Новосибирск., 1999. – 430 с.
9. Якиманская, И. С. Развитие пространственного мышления школьников / И.С. Якиманская. – М.: Педагогика, 1980. – 240 с.

И.П. Корнева

**кандидат технических наук, доцент
профессор кафедры физики «БГАРФ» ФГБОУ ВПО «КГТУ»
ikorneva05@rambler.ru**

Физические методы исследования как фактор эффективности экспериментальной подготовки аспирантов технического профиля

Описана роль физических методов исследования в экспериментальной подготовке аспирантов технического профиля. Приводится пример исследовательской работы в аспирантуре в ходе разработки приборных структур

Ключевые слова: физические методы исследования; аспирантура; технические разработки

В настоящее время вступил в силу приказ Министерства образования и науки [1], утверждающий порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре).

В связи этим вузам необходимо самостоятельно разработать программы аспирантуры с учетом ее направленности. Программы аспирантуры должны быть направлены на создание обучающимся условий для приобретения ими знаний с целью осуществления дальнейшей профессиональной деятельности на высоком уровне. Кроме того аспиранты за время обучения должны получить навыки и опыт практической деятельности. В итоге аспирант должен быть готов к защите научно-квалификационной работы - кандидатской диссертации.

Одним из немаловажных моментов при реализации программ аспирантуры является проведение учебных занятий по дисциплинам в различных формах. К таким формам можно отнести лекции, семинары, консультации, научно-практические занятия, лабораторные работы, коллоквиумы и т.д. [1]. А также проведение научно-исследовательской работы, в рамках

которой обучающиеся выполняют самостоятельные научные исследования в соответствии с направленностью программы аспирантуры [1-5].

Рассмотрим возможную реализацию последнего пункта на примере обучения физическим методам экспериментального решения исследовательско-проектных задач при подготовке инженерных кадров в аспирантуре.

О важности экспериментальной подготовки упоминали еще такие великие ученые как М.В. Ломоносов, М.Г. Головин, Э.Х. Ленц, А. Эйнштейн, Д.К. Максвелл, Л.Д. Ландау и др. «Верховным судьей всякой физической теории является опыт», - утверждал Л. Д. Ландау. Не менее интересен взгляд Э. Резерфорда: «Эксперименты без теоретических умозрений или умозрения без экспериментов значат весьма немного, для действительного прогресса необходимо счастливое сочетание того и другого».

Как отмечает В.И. Комлацкий и др. [3], «эксперимент - технически наиболее сложный и трудоемкий этап научного исследования». Следовательно, для подготовки специалистов, уровень которых отвечает требованиям высокотехнологичного общества, необходимо реализовать их обучение в форме исследовательской деятельности, направленной на решение актуальных физико - технических проблем [6].

Так как научно-исследовательская часть программы подготовки в аспирантуре должна базироваться на применении современной методики научных исследований и использовании современных методов обработки экспериментальных данных [4], то при обучении аспирантов технических специальностей актуальным является использование особого методического подхода.

Этот подход способствует формированию у обучающихся знаний об аналитических возможностях современных физических методов исследования, о способах расширения возможностей этих методов, их сочетании и взаимном дополнении. Так, например, инфракрасная спектроскопия в некоторых исследованиях дополняет спектроскопию ядерного квадрупольного резонанса [7].

При уровневой подготовке в системе высшего образования «бакалавриат – магистратура – аспирантура» обучающийся постепенно продвигается от одного этапа к другому, овладевая более высокой степенью умения. В конечном итоге обучающийся должен перейти к деятельности, когда он сможет применить приобретенные умения в ситуациях, отличных от тех, которым он был ранее обучен.

То есть, именно в аспирантуре происходит окончательное формирование у обучающихся умений практического использования физических методов, появляется возможность предложить новые решения поставленной задачи, самостоятельно справиться с нестандартной проблемой. При осуществлении такого подхода аспиранты приобретут практику соотнесения эксперимента и теории в целостной исследовательской деятельности [8].

При проведении научных исследований аспиранты технических специальностей на основе анализа имеющейся информации должны выбрать актуальную тему. Как правило, идеальным вариантом является продолжение работы в той области, которой была посвящена магистерская диссертация и курсовые работы при обучении в бакалавриате.

Выходя на новую ступень обучения, аспирант должен руководствоваться тем фактом, что его тема должна соответствовать приоритетным направлениям развития науки и техники, а результаты исследования создают условия для решения множества практических задач.

Деятельность, направленная на создание новых устройств, способов действия и т.д. в настоящее время сформировалась в особое направление, называемое изобретательской деятельностью.

Поэтому, исследовательская работа в аспирантуре по техническим направлениям предполагает появление по результатам работы новых технических решений, подразделяющихся по степени новизны на четыре уровня [2]: изобретение, предполагающее наибольший уровень новизны; полезная модель; промышленный образец, относящийся преимущественно к новому внешнему виду изделия; ноу-хау – минимальная новизна, не защищаемая патентами.

Научное исследование выполняется в определенной последовательности. В.И. Комлацкий выделяет следующие этапы научного исследования [3]:

1. изучение состояния вопроса и выбор темы исследования;
2. постановка цели и задач исследования;
3. обоснование объекта и предмета исследования;
4. выбор общей и частных методик исследования;
5. выполнение исследования;
6. обработка экспериментальных данных и описание хода исследования;
7. представление, анализ и оценка результатов исследования;
8. формулировка выводов и научных положений.

Рассмотрим пример реализации научного исследования в аспирантуре в области полупроводниковой техники.

В приборостроении всегда большое значение уделялось измерениям как источнику объективной информации о величинах, характеризующих эффективность и качество производственных процессов, состояние и свойства окружающей среды. В этой связи к измерительным приборам предъявляются повышенные требования в отношении точности измерений, быстродействия приборов, а также улучшения их параметров.

В основе работы приборов лежат принципы действия первичных преобразователей, так как именно первичный преобразователь и датчик, основанный на нем, как правило, определяют конструкцию прибора, точность и надежность измерений. С точки зрения актуальности разработка усовершенствованных первичных преобразователей, датчиков и измерительных приборов, работающих на их основе, является перспективной задачей.

Решить эту задачу можно, с одной стороны, совершенствуя конструкции уже имеющихся первичных преобразователей, а с другой стороны, создавая преобразователи, работающие на основе новых принципов и материалов.

Одним из возможных решений этой проблемы является выбор полупроводниковых структур на основе халькогенидных полупроводников, которые можно использовать в качестве первичных преобразователей, исследование их свойств и создание на основе исследованных структур датчиков и приборов для контроля параметров окружающей среды.

После обоснования предмета и объекта исследования аспиранты определяют с выбором физических методов исследования, с помощью которых можно получить объективную информацию о свойствах материалов. Так, для решения данной задачи с помощью научного руководителя были выбраны методы оптической спектроскопии.

Для создания первичных преобразователей проводилось исследование их фотоэлектрических свойств гетеропереходов на основе халькогенидных пленок. Анализ свойств гетеропереходов предопределил возможность разработать и изготовить фотоприемники, работающие в видимой части спектра.

Изучение параметров фотоприемников позволило сделать вывод о возможности управления их спектральной чувствительностью как технологически - меняя толщину пленки халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП), так и оперативно - меняя величину или полярность приложенного напряжения.

После анализа литературных источников, появляется гипотеза о возможности проектирования тонкопленочных датчиков влажности резистивного типа основе пленок ХСП, использующих эффект изменения поверхностной проводимости при адсорбции влаги.

Проектирование таких датчиков по отдельности и изучение их физических характеристик с помощью физических методов исследования – может являться одной из тем научного исследования и проектной деятельности в бакалавриате.

В магистратуре сложность задачи возрастает на порядок, расширяется возможность применения использованных ранее методов. Поэтому создание многофункционального датчика на основе пленки ХСП, выходной сигнал которого зависит от трех параметров: освещенности, влажности газовой среды, в которую помещен датчик, и температуры – следующая ступень исследования для магистрантов.

Эффективность данной работы проявила себя в том, объединились познавательная сторона в исследовании перспективных материалов и практическое применение устройства на их основе. Поэтому в сфере технических наук, как отмечает И.Б. Рыжков [2], «результатом НИР во многих случаях является ... заявка на предполагаемое изобретение». По результатам данной исследовательско-проектной работы на многофункциональный датчик была подана заявка на изобретение и получен патент [9].

В аспирантуре могут быть выполнены все описанные выше исследования. Причем, как отмечалось ранее, аспирант решает поставленные перед ним задачи нестандартными методами, открывает новые возможности этих методов, предлагает более сложные технические решения.

Хотя нет четкой грани между исследовательской работой в магистратуре и аспирантуре, но все можно выделить различие в создании составных частей приборов и самих приборов как целого.

Поэтому проектирование прибора для измерения относительной влажности воздуха, работающего на основе пьезорезонансного датчика влажности с влагочувствительным слоем из ХСП, можно отнести к уровню аспирантуры.

Таким образом, обучение аспирантов технического профиля современным физическим методам исследования повышает эффективность экспериментальной подготовки, что в дальнейшем будет способствовать увеличению объема высококвалифицированных специалистов в технической сфере.

Литература

1. Приказ Министерства образования и науки России от 19 ноября 2013 г. № 1259 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования-программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70481484/>.
2. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 224 с.
3. Комлацкий, В.И. Планирование и организация научных исследований: учебное пособие/ В.И. Комлацкий, С.В. Логинов, В.Г. Комлацкий. - Ростов н/Д: Феникс, 2014 г. - 204 с.
4. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований: учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2014. – 244 с.
5. Методика преподавания в высшей школе: учеб.-практич. пособие/ В.И. Блинов, В.Г. Виненко, И.С. Сергеев. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 315 с.
6. Лобода Ю.О. Проектная деятельность в области физического эксперимента как средство формирования профессиональных компетенций у студентов педагогического вуза: автореф. дис. канд. пед. наук / Ю.О. Лобода. – Томск, 2006. – 23 с.
7. Ganguly, Somnath ; Fernandes, J. R.; Bahadur, D.; Rao, C. N. R. (1979) *Infrared and nuclear quadrupole resonance studies of the phase transitions of para-dichlorobenzene* // Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 2: Molecular and Chemical Physics, 75 . pp. 923-928.
8. Ханин, С.Д., Хинич, И.И. Проблемы исследовательского обучения в подготовке педагогических кадров по физике // Физика в системе современного образования (ФССО-09): материалы X Международной конференции. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. Т.1. С.451-453.
9. Корнев К.П., Корнева И.П. Многофункциональный детектор. Патент № 47102 Россия, МПК G 01 N 27/00. – 20051001104/22; заявлено 11.01.2005, опублик. 10.08.2005. Бюл. 22. Приоритет 11.01.2005 (Россия).

С.Н. Мухина
кандидат педагогических наук, доцент

Использование средств компьютерной математики в преподавании дисциплины «Методы оптимальных решений»

Рассматривается возможность проведения практических занятий с использованием средств компьютерной математики. В качестве такой программной системы используется Mathcad. Показано, что работа в среде Mathcad позволяет освоить принципы алгоритмизации. В реализации алгоритма в виде Mathcad-документа просматривается собственно математическая модель задачи. Применение таких преимуществ пакета Mathcad как проведение символьных вычислений и программирование позволило унифицировать алгоритм построения, исследования и оптимизации моделей различных типов задач.

Ключевые слова: экономико-математическая модель задачи; средства компьютерной математики (СКМ); алгоритм построения модели задачи; исследование и оптимизация

Введение

Наиболее важным в преподавании дисциплины «Методы оптимальных решений» является обучение студентов основам процесса создания экономико-математической модели задачи и проведению анализа результатов решения при варьировании исходных данных. Среди задач этого типа: задачи математического программирования, игровые модели, модели систем массового обслуживания, модели системы планирования и управления.

От типа модели задачи и заложенных в ней ограничений и упрощений зависят, как выбор средства поиска решения, так и возможности его применения в практической деятельности. Реальные прикладные задачи характеризуются, как правило, алгоритмической сложностью, необходимостью выполнения значительных объемов вычислений. Очевидно, что получение результатов в таких задачах (а тем более проведение анализа результатов) без использования компьютерных технологий затруднительно.

Среди компьютерных средств поиска решений можно выделить: использование табличного процессора Microsoft Excel; решение с помощью программирования на алгоритмическом языке (типа Pascal, C или Basic); решение средствами пакетов компьютерной математики (СКМ).

Представляется, что изучение дисциплины «Методы оптимальных решений» должно опираться на такие программные системы, которые обеспечивают наглядность, информативность занятий, позволяют рассмотреть алгоритмы решения отдельных задач. В качестве такой программной системы выбрана система Mathcad.

Выбор Mathcad определился исходя из следующих соображений:

- универсальность (численное, символьное, графическое решение широкого круга математических задач);
- наличие большого числа встроенных функций;
- возможность решения задач с выделением отдельных этапов решения, что позволяет провести более глубокий анализ результатов решения;
- пользователь не обязан быть программистом даже среднего уровня;
- графическое представление результатов;
- интеграция с другими системами;
- простота создания отчетов, пояснительных записок.

Результаты

Подготовлено к изданию учебное пособие «Методы оптимальных решений. Примеры и алгоритмы в среде Mathcad». Разработан компьютерный практикум по экономико-математическому моделированию на базе Mathcad, включающий модели следующих типов:

модели линейного программирования, дробно-линейного программирования, целочисленного программирования, нелинейного программирования, матричные игровые модели, модели сетевого планирования и управления, модели задач систем массового обслуживания. К каждому типу моделей предлагается достаточное количество задач для самостоятельного решения.

Рассмотрим использование пакета Mathcad на примере построения и исследования моделей систем массового обслуживания.

Пусть дана система массового обслуживания с ожиданием – билетная касса с тремя окошками (с тремя кассирами). Пассажиры, желающих купить билет, приходят в среднем 5 человек за 10 мин. Поток пассажиров можно считать простейшим. Кассир в среднем обслуживает двух пассажиров за 10 минут. Оценить эффективность работы СМО в стационарном режиме.

Классифицируем задачу: многоканальная (три канала) СМО с неограниченной очередью. Система S может находиться в одном из состояний (по числу заявок, находящихся в СМО): S_0 – в системе нет заявок (все каналы свободны); S_1 – занят один канал, остальные свободны; S_2 – заняты два канала, остальные свободны; ...; S_3 – заняты все 3 канала (очереди нет); S_4 – заняты все 3 канала, в очереди одна заявка; ...; S_{3+r} – заняты все 3 канала, в очереди r заявок. Граф состояний СМО представлен на рисунке 1.

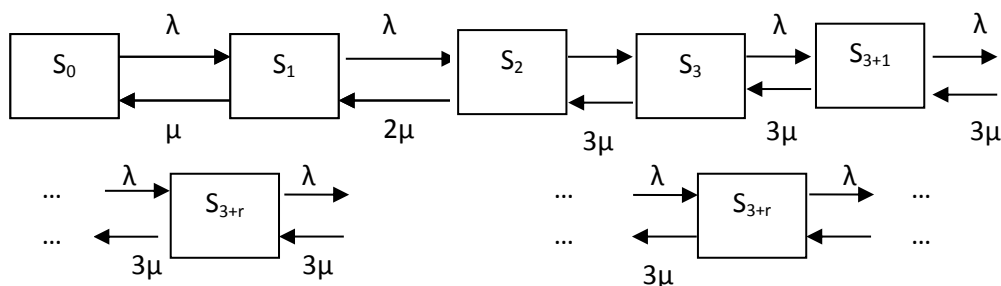


Рис. 1. Граф состояний многоканальной СМО с неограниченной очередью

Введем начальные значения: n – число каналов обслуживания, λ – интенсивность потока заявок, μ – интенсивность обслуживания. Вычисляем приведенную интенсивность ρ . Проверяем условие существования предельных вероятностей.

$$n := 3 \quad \lambda := 0.5 \quad \mu := 0.2 \quad \rho := \frac{\lambda}{\mu} = 2.5$$

$$\frac{\rho}{n} = 0.833$$

Рис. 2. Условие существования предельных вероятностей

Так как $\frac{\rho}{n} < 1$, то предельные вероятности существуют. Задаем формулы для расчета предельных вероятностей.

$$P_0 := \left[1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \frac{\rho^4}{3! \cdot (n - \rho)} \right]^{-1} = 0.045$$

$$k := 1..n \quad P_k := \frac{\rho^k}{k!} \cdot P_0 \quad P_k =$$

0.112
0.14
0.117

$$P_{оч} := \frac{\rho^{n+1}}{n! \cdot (n)} \cdot P_0 = 0.098$$

Рис. 3. Вычисление предельных вероятностей системы

Проводим предварительный анализ работы системы. Как видно из вычислений (рис. 3), в среднем 4,5% времени кассиры будут простаивать.

Среднее число покупателей, находящихся в очереди

$$L_{оч} := \frac{\rho^{n+1} \cdot P_0}{n \cdot n! \cdot \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)^2} = 3.511$$

Среднее время ожидания в очереди $t_{wait} := \frac{L_{оч}}{\lambda} = 7.022$

Среднее число покупателей в системе $L_{смо} := L_{оч} + \rho = 6.011$

Среднее время нахождения покупателей в системе $t_{смо} := \frac{L_{смо}}{\lambda} = 12.022$

Среднее число кассиров, занятых обслуживанием пассажиров

$$k := \rho = 2.5$$

Абсолютная пропускная способность системы $A := \lambda = 0.5$

$A := 0.5 \cdot 60 = 30$ **пассажиров в час**

Рис. 4. Характеристики обслуживания СМО

Изменяя параметры n , μ , λ , и внося незначительные изменения в формулы можно подвергнуть анализу эффективность работы различных систем массового обслуживания (увеличить или уменьшить число каналов – кассиров, наложить ограничение на очередь и т.д.).

Еще один пример. Известно, что заявки по телефону в мастерскую поступают с интенсивностью, равной 90 заявок в час, средняя продолжительность разговора 2 мин. Определить показатели эффективности работы СМО.

Вводим исходные данные и формулы для вычислений.

$$\lambda := 90 \quad t := \frac{2}{60} \quad \mu := \frac{1}{t}$$

Относительная пропускная способность $Q := \frac{\mu}{\lambda + \mu} = 0.25$

Вероятность отказа $P := \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = 0.75$

Абсолютная пропускная способность $A := \lambda \cdot Q = 22.5$

Рис.5. Расчет показателей эффективности одноканальной СМО

Анализ полученного решения: в среднем только 25% поступающих заявок осуществят переговоры по телефону; в среднем в час будет обслужено 22,5 заявки на переговоры. При наличии только одного телефонного номера СМО будет плохо справляться с потоком заявок.

Ставим задачу определить оптимальное число телефонных номеров, если условием оптимальности считать удовлетворение в среднем из каждых 100 заявок не менее 90.

Вводим расчетные формулы. Изменяя количество каналов обслуживания n , определяем относительную пропускную способность Q .

$$\rho := \frac{\lambda}{\mu} = 3 \quad n := 2 \quad i := 0..n$$

$$p0 := \left(1 + \sum_i \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1} \quad Q := 1 - \frac{\rho^n}{n!} \cdot p0 = 0.69 \quad A := \lambda \cdot Q = 62.069$$

Рис. 6. Показатели эффективности при наличии двух телефонных номеров

Проводим вычисления до достижения условия оптимальности $Q \geq 0,9$, изменяя только количество каналов обслуживания n (рис. 7).

Необходимо установить 7 телефонных номеров. При этом в час будут обслуживаться в среднем 81 заявка, а среднее число занятых каналов (телефонных номеров) – 2,7.

При оценке эффективности работы мастерской необходимо сопоставить доходы от выполнения заявок с расходами на содержание семи диспетчеров и с потерями от простоя каналов.

$$n := 7 \quad i := 0..n$$

$$p0 := \left(1 + \sum_i \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1} \quad Q := 1 - \frac{\rho^n}{n!} \cdot p0 = 0.903 \quad A := \lambda \cdot Q = 81.266$$

$$k := \frac{A}{\mu} = 2.709$$

Рис.7. Достижение условия оптимальности

Заключение

Математические методы, которые излагаются при изучении различного класса оптимизационных задач во избежание больших объемов вычислений, как правило, рассматрива-

ются на примерах условных малоразмерных задач. В реальной действительности специалисты имеют дело с многомерными задачами, для решения которых математический метод должен быть преобразован в алгоритм.

Алгоритм – это такое предписание, задающее вычислительный процесс, который начинается с некоторых исходных данных и направлен на получение полностью определенного этими исходными данными результата [2].

Использование СКМ на практических занятиях позволяет существенно расширить круг профильных задач, введение которых ранее (без СКМ) ограничивалось их алгоритмической сложностью или большими объемами вычислений. Работа в среде Mathcad позволяет освоить принципы алгоритмизации. В реализации алгоритма в виде Mathcad-документа просматривается собственно математическая модель задачи.

С другой стороны, важно не только получить оптимальное решение задачи, но и провести его экономико-математический анализ. Возможность проведения экономико-математического анализа полученных результатов существенно увеличивает преимущество решения задач с использованием СКМ.

Литература

1. Ивановский Р.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Основы, прикладные аспекты с примерами и задачами в среде Mathcad. СПб: БХВ-Петербург, 2008. – 528 с.
2. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов /Под ред. Проф. Н.Ш. Кремера. – М: ЮНИТИ, 2006. - 407 с.
3. Хотомцева М.А., Берестнева Н.О. Практикум по дисциплине «Экономико-математические модели и методы» — Минск: МИТСО, 2006. - 84 с