

УДК 378.147.88:51

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОМ ПРОЕКТЕ ПО МАТЕМАТИКЕ**

**MATHEMATICAL MODELING
IN PROFESSION-ORIENTED PROJECT ON MATHEMATICS**

О. В. Чиркова

O. V. Chirkova

*Филиал ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический
университет им. Т. Ф. Горбачева» в г. Таштаголе*

Аннотация. В статье описаны этапы математического моделирования в процессе выполнения студентами профессионально ориентированных проектов, приводятся примеры использования математических моделей в будущей профессиональной деятельности, предлагаются компьютерные средства, облегчающие студентам процесс математического моделирования.

Abstract. The article describes the stages of mathematical modeling in the course of students' performing profession-oriented projects, gives the examples of using mathematical models in future professional activity, computer means facilitating students in the process of mathematical modeling.

Ключевые слова: *профессионально ориентированный проект, математическая модель, этапы математического моделирования, компьютерная поддержка математического моделирования.*

Keywords: *profession-oriented project, mathematical model, stages of mathematical modeling, computer support of mathematical modeling.*

Актуальность исследуемой проблемы. Как показывает анализ развития отечественного и зарубежного профессионального образования, одним из важнейших условий подготовки компетентных специалистов, бакалавров и магистров является интеграция в процессе обучения двух видов деятельности: профессиональной и учебной. Глубокому взаимопроникновению учебной и профессиональной деятельности способствует выполнение студентами профессионально ориентированных проектов, под которыми будем понимать квазипрофессиональную деятельность студентов по созданию, исследованию и реализации математической модели, практически значимой в профессиональном плане проблемной ситуации, разрешение которой способствует проявлению, формированию и совершенствованию профессионально важных качеств будущего бакалавра, специалиста или магистра [2, 250].

Проблема исследования состоит в разрешении противоречия между богатым потенциалом математического аппарата для решения профессионально важных задач и отсутствием у студентов опыта математического моделирования ситуаций, которые могут возникнуть в будущей профессиональной деятельности.

Целью данного исследования является разработка методики поэтапного обучения студентов математическому моделированию в процессе выполнения профессионально ориентированных проектов по математике.

Материал и методика исследований. Исследование проводилось на базе филиала Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева в г. Таштаголе и Таштагольского горного техникума. Для исследования проблемы обучения математическому моделированию в ходе выполнения профессионально ориентированных проектов использовались теоретические методы (изучение, анализ и обобщение психолого-педагогической и учебно-методической литературы по исследуемой проблеме; анализ федеральных государственных образовательных стандартов) и эмпирические методы (наблюдение за ходом профессионально ориентированной проектной деятельности; изучение и экспертная оценка математических моделей, компьютерных программ и других продуктов проектной деятельности студентов).

Результаты исследований и их обсуждение. Опираясь на труды В. Н. Ашихмина, А. Н. Боголюбова, А. А. Самарского, А. П. Михайлова, Ю. Ю. Тарасевича и др., будем рассматривать математическую модель как приближенное описание реальной ситуации на математическом языке, а математическое моделирование – как процесс установления соответствия математической модели (формулы, уравнения, неравенства, графы и т. д.) данному реальному объекту или явлению, а также как решение полученной математической задачи.

Учитывая результаты исследования названных выше ученых, а также специфику профессионально ориентированной проектной деятельности, мы выделили следующие этапы математического моделирования в ходе выполнения профессионально ориентированных проектов:

- 1) анализ возможностей использования математики для решения профессиональной проблемы, гипотетический подбор математической модели;
- 2) тщательное изучение объекта моделирования, отбор параметров, отражающих ключевые свойства моделируемого объекта;
- 3) создание окончательной математической модели и ее решение;
- 4) анализ полученных результатов и их интерпретация.

Охарактеризуем эти этапы подробнее.

На первом этапе выполнения проекта преподаватель аргументирует возможность и необходимость использования математического аппарата в будущей профессии.

Например, в ФГОС ВПО предусмотрено, что бакалавры направления подготовки «Менеджмент» в соответствии с их профессиональной деятельностью должны уметь решать следующие задачи:

- планирование деятельности организации и подразделений;
- сбор, обработка и анализ информации о факторах внешней и внутренней среды организации для принятия управленческих решений;
- мотивирование и стимулирование персонала организации, направленное на достижение стратегических и оперативных целей, и др. [3, 6].

Конкретизируем эти профессиональные задачи для бакалавров профиля подготовки 080206Г «Производственный менеджмент в горной промышленности» и предложим математический инструментарий для их решения.

В настоящее время множество задач планирования и управления решаются с помощью моделей математического программирования и линейной алгебры. Бакалавры профиля «Производственный менеджмент в горной промышленности» используют линейное программирование при планировании добычных работ в режиме усреднения качества, объема перевозок грузов горных предприятий, расстановки оборудования по блокам (уступам, забоям) и др. Задачи оптимального распределения ресурсов (например, на развитие шахт), календарного планирования и многие другие решаются с помощью методов нелинейного программирования. В стратегическом планировании используются балансовые (матричные) модели «затраты-выпуск».

Обработка информации проводится с помощью регрессионных моделей, которые могут быть использованы бакалаврами вышеуказанного профиля для установления зависимости между себестоимостью полезного ископаемого и производительностью труда рабочих, себестоимостью полезного ископаемого и мощностью пласта, количеством случаев травматизма и горно-геологическими, горнотехническими, организационными, социальными и психофизиологическими условиями, а также обработки другой информации для принятия управленческих решений.

Дифференциальные уравнения, описывающие сейсмоакустическое волновое поле, процесс движения метановоздушной смеси в угольных шахтах и др., позволяют оценить опасность ведения горных работ, что является важнейшей задачей бакалавра профиля 080206Г.

Основным аппаратом моделирования задач стимулирования в теории управления является теория игр. В этом разделе прикладной математики исследуются модели принятия решений в условиях несовпадения интересов сторон (*игроков*), когда каждая сторона стремится воздействовать на развитие ситуации в собственных интересах [1, 5].

Представленные примеры использования математических моделей для решения профессиональных задач бакалаврами профиля 080206Г далеко не исчерпывают всего потенциала профессиональной направленности дисциплины «Математика».

Подбирая гипотетическую модель проекта, студентам необходимо учитывать, что многие математические модели обладают свойством универсальности и могут быть использованы для описания широкого круга явлений и объектов. В качестве примера преподаватель может показать, что модели колебательного электрического контура, состоящего из конденсатора и катушки индуктивности, изменения зарплаты и занятости, малых колебаний при взаимодействии двух биологических популяций описываются аналогичными дифференциальными уравнениями.

На втором этапе выполнения проекта для уточнения модели и наполнения ее достоверными данными студенты из различных источников собирают информацию об объекте моделирования. Собранные данные подвергают обработке.

Удобной и универсальной средой для обработки информации студенты считают табличный процессор MS Excel. Благодаря его возможности сортировки и фильтрации данных, собранную информацию можно упорядочить по различным признакам и быстро извлекать выборку с произвольным их сочетанием. В программе MS Excel с помощью статистических функций «СЧЕТ», «СРЗНАЧ», «СТАНДОТКЛОН» «СТЫЮДРАСПОБР» вычисляют основные числовые характеристики экспериментальных данных (число значений, среднее значение, стандартное отклонение выборки, коэффициент Стьюдента). Для наглядного представления данных, полученных в результате исследования, в MS Excel можно

строить диаграммы различных типов, которые позволяют визуально определить необходимые связи, свойства, соотношения, закономерности исследуемого объекта. В табличном процессоре MS Excel с помощью команды «Добавить линию тренда» и модуля «Анализ данных» можно проводить парный и множественный регрессионный анализ.

В процессе тщательного анализа реального объекта у студентов обычно встает вопрос о степени адекватности гипотетической математической модели. Здесь им необходимо объяснить, что математическая модель всегда основана на некотором упрощении объекта. Она никогда не бывает тождественной рассматриваемому объекту, не передает всех его свойств и особенностей, а является лишь приближенным отображением реального процесса. Математическая модель – компромисс между бесконечной сложностью изучаемого явления и желаемой простотой его описания. Поэтому из огромного числа параметров объекта нужно выделить основные, отражающие наиболее существенные свойства, отбросив при этом второстепенные, несущественные. Иначе можно получить модель, не поддающуюся не только ручному, но и компьютерному решению и, следовательно, не имеющую практического применения.

На третьем этапе создается математическая модель и определяются математические методы для ее решения. Обычно полученную математическую задачу студенты решают вручную (если это не слишком сложно) и с помощью компьютерных средств.

Например, задачи линейного программирования студенты решают графическим и симплексным методами, а также с помощью надстройки Solver (Поиск решения) программы Microsoft Office Excel или в системе MathCAD.

Указанные программы являются мощным средством решения многих математических задач. Однако, на наш взгляд, они обладают некоторыми недостатками:

- неподготовленному пользователю сложно разобраться в особенностях использования этих программ;
- программы выдают лишь окончательный ответ, не сопровождающийся аналитическим решением.

Для решения задач линейного программирования мы рекомендуем студентам использовать проектный продукт студента А. А. Тишинского, созданный под руководством автора и доступный любому пользователю по адресу www.tishinskiy.far.ru. Разработанное web-приложение позволяет в интерактивном режиме выполнить решение любой задачи линейного программирования с пошаговым выводом результатов решения в виде симплекс-таблиц.

Для подробного решения математических задач в настоящее время доступно множество других простых в использовании онлайн-сервисов по математике. Одним из наиболее разработанных является math.semestr.ru.

С помощью калькулятора math.semestr.ru можно решить разнообразные математические задачи. Здесь, как и при ручном решении, каждое задание выполняется с выводом всех промежуточных результатов. По умолчанию все вычисления оформляются в файле формата MS Word. Кроме того, сервис содержит лекции и примеры решения задач.

Программы сайта math.semestr.ru позволяют вычислять определители, выполняют операции над матрицами, решают системы линейных алгебраических уравнений (с помощью обратной матрицы, методами Жордана – Гаусса, Крамера, простой итерации, Зейделя). Эта возможность пригодится, например, будущим экономистам и менеджерам при решении плановых задач или студентам технических специальностей при решении

системы уравнений Кирхгофа для электрической цепи. Сервис содержит гиперссылку «Теория игр», полезную будущим экономистам и менеджерам. Инструмент «Статистика» помогает студентам проанализировать информацию, полученную в исследовательских проектах. С помощью данного онлайн-калькулятора можно также реализовать математические модели профессионально ориентированных проектов, сводящиеся к решению дифференциальных уравнений, задач аналитической геометрии, линейного программирования, эконометрики и других.

Для решения задач, к которым приводят математические модели профессионально ориентированных проектов, студенты используют и другие сайты. Многие разделы математики охватывает онлайн-сервис math-pr.com. Онлайн-калькулятор matematikam.ru качественно находит интегралы и производные.

Многие математические задачи (построение графиков, нахождение производной и интеграла, решение уравнений и систем уравнений и др.) можно решать без выхода в Интернет с помощью удобных в использовании бесплатных математических программ Advanced Grapher и Wise Calculator, прекрасно дополняющих друг друга.

Мощная и простая в использовании программа Advanced Grapher предназначена для построения графиков функций вида $Y(x)$, $X(y)$, функций, заданных таблицей, в полярных координатах, параметрическими уравнениями, а также графиков неявных функций (уравнений) и неравенств. В Advanced Grapher предусмотрены возможности нахождения нулей, производных и экстремумов функций, точек пересечения графиков, составления уравнений касательных и нормалей, проведения численного интегрирования. Программа содержит встроенный калькулятор. Удобно, что в формулах можно опускать знак умножения, в создаваемые графики добавлять текстовые метки, легенду, заголовки. Advanced Grapher проводит регрессионный анализ. В отличие от других программ (например, Microsoft Office Excel) имеется возможность сразу подобрать лучший тип регрессии.

Бесплатный математический пакет Wise Calculator незаменим при операциях с матрицами, с комплексными числами, в статистических и финансовых расчетах.

Таким образом, использование вышеназванных компьютерных средств освобождает студентов от рутинной вычислительной работы и позволяет сконцентрировать внимание на анализе результатов решения.

Четвертый этап заключается в анализе полученных результатов. Студенты интерпретируют полученный математический ответ, то есть переводят его на язык исходной профессиональной задачи. После этого разработанная математическая модель предлагается экспертам для выявления ее адекватности и практической значимости.

Перечисленные этапы математического моделирования тесно взаимосвязаны. Вообще, математическое моделирование представляет собой циклический процесс, в котором знания об исследуемом объекте углубляются, а первоначально построенная модель постепенно совершенствуется.

Например, на втором этапе после тщательного обследования объекта моделирования, бесед со специалистами можно прийти к выводу, что выбранная гипотетическая модель не будет обладать практической ценностью. Тогда придется вернуться к первому этапу и снова проанализировать возможности использования математики для решения профессиональной задачи. К первому этапу приходится вернуться и в случае, когда выясняется, что для решения проблемы лучше подходит другой тип модели или необходимая для модели информация отсутствует, а затраты на ее подготовку слишком велики.

Чтобы облегчить студентам процесс математического моделирования, предостереечь их от ложных направлений, преподавателю необходимо стать и *энтузиастом*, вдохновляющим и мотивирующим студентов, и *специалистом*, компетентным в нескольких областях, и *консультантом*, помогающим организовать беседы студентов со специалистами и доступ к другим информационным ресурсам, и, что не менее важно, *экспертом*, анализирующим результаты выполненного проекта.

Резюме. Соблюдение вышеперечисленных рекомендаций по обучению проектантов математическому моделированию помогает студентам увидеть роль математики в будущей профессиональной деятельности, осуществлять формализацию профессиональных ситуаций в виде математических зависимостей и отношений, а также выбрать из имеющегося современного программного обеспечения удобные и надежные компьютерные средства обработки собранной информации и решения полученной математической задачи.

Отзывы и рецензии внешних специалистов на проектные продукты студентов показывают, что в ходе выполнения профессионально ориентированных проектов по математике студенты не просто приобретают опыт составления и решения прикладных математических задач, а создают практически значимые в будущей профессиональной деятельности математические модели и решающие их компьютерные программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губко, М. В. Теория игр в управлении организационными системами : учебное пособие / М. В. Губко, Д. А. Новиков ; РАН. Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова. – М. : Синтег, 2002. – 148 с.
2. Любичева, В. Ф. Профессионально ориентированные проекты: их роль и место в математической подготовке будущих бакалавров направления «Менеджмент» / В. Ф. Любичева, О. В. Чиркова // Омский научный вестник. Серия: Общество. История. Современность. – 2013. – № 2 (116). – С. 249–252.
3. *Федеральный* государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 080200 Менеджмент. Квалификация (степень) – «Бакалавр». – М., 2010. – 27 с.