

**М. Б. Суханов,
Е. В. Баранова**
(Санкт-Петербург)

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ СТУДЕНТОВ-ЭКОНОМИСТОВ

В статье рассматривается роль методов научного познания и системного подхода в формировании оптимизационной компетентности при обучении информатике студентов экономического профиля. Предложена система заданий на развитие оптимизационной компетентности студентов.

Необходимость в принятии оптимальных экономических и управленческих решений актуализируется при возникновении многих практически важных задач, таких как планирование штата сотрудников, фонда заработной платы, составление оптимального плана производства, планирование рекламной компании по продвижению продукции на рынок, оптимизация капиталовложений и др.

На современном этапе развития компьютерных технологий во многих случаях существуют возможности принятия оптимальных экономических и управленческих решений на уровне государства и регионов, на уровне отдельных отраслей, компаний и фирм.

Высокая практическая значимость, широка областей применения задач оптимизации, наличие развитой теории математического программирования и современный уровень развития средств информационных технологий для решения задач оптимизации дают основание ввести в теорию и практику обучения информатике термин «*оптимизационная компетентность*» и рассматривать его как важнейшую составляющую профессиональной компетентности студентов-экономистов.

Оптимизационная компетентность позволяет студенту:

– *решать* задачи линейного программирования (в том числе целочисленные и с булевыми переменными), задачи нелинейного программирования, решать нелинейные уравнения, системы нелинейных алгебраических уравнений, определять коэффициенты в уравнениях регрессии по имеющимся эмпирическим данным;

– *выбирать* адекватные программные средства для решения задачи оптимизации с учётом типа решаемой задачи с математиче-

ской точки зрения и возможностей современного программного обеспечения;

– *разрабатывать* математические модели, соответствующие экономической постановке задачи оптимизации, правильно вносить изменения в математические модели при изменении экономических условий в деятельности организаций;

– *составлять* эквивалентные между собой математические модели для решения сложных задач оптимизации;

– *принимать* решения в области экономики и управления с учётом выполненных оптимизационных расчётов;

– *иметь* представление о современных подходах к оптимизации (многоцелевая оптимизация, оптимизация в условиях неопределённости, глобальная оптимизация, генетические алгоритмы оптимизации);

– *знать* о возможностях и особенностях программного обеспечения, используемого для поиска оптимальных решений (GAMS, MATLAB, Mathcad, MS Excel, SciLab, Open Office.Org Calc).

Важной целью обучения принятию оптимальных решений является готовность студентов-экономистов различать такие математические задачи, как нахождение экстремума функции одной переменной, нахождение экстремума функции нескольких переменных, задача линейного программирования.

Основной проблемой при обучении принятию оптимальных решений в курсе информатики является то, что разработка, а в случае необходимости и преобразование математической модели остаётся за человеком, а не за компьютерной программой. Поэтому разработке математической модели необходимо



Рис. Взаимосвязь компетентностей при поиске оптимальных решений.

уделять достаточно внимания при обучении студентов информатике. Кроме того, при самостоятельном решении задач оптимизации у студентов иногда возникают затруднения с реализацией математической модели в используемых компьютерных программах и правильным выбором метода решения. Сложность некоторых задач оптимизации обусловлена тем, что они не имеют решения в исходной постановке задачи.

К проблемам обучения принятию оптимальных решений относится также ограниченность аудиторного времени в курсе информатики.

Помимо информатики на формирование оптимизационной компетентности оказывают влияние математика, экономические дисциплины, философия и концепции современного естествознания. Математика даёт возможность студентам классифицировать задачи оптимизации по типам с точки зрения математики (задачи линейного, нелинейного, целочисленного программирования и др.).

Оптимизационная компетентность включает в себя математические знания и умения, необходимые для решения задач оптимизации, готовность применять общенаучные методы познания при поиске оптимальных решений. Она тесно связана с аналитической

компетентностью, информационной компетентностью, научно-исследовательской компетентностью.

Взаимосвязь оптимизационной компетентности с другими видами компетентностей показана на рисунке.

Важную роль в формировании оптимизационной компетентности играет принцип системности. Он позволяет студентам и преподавателям рассматривать исследуемый объект как единое целое и выявлять на этой основе многообразные типы связей между структурными элементами. Процесс формирования оптимизационной компетентности происходит в несколько этапов (таблица).

Оптимизационная компетентность предполагает понимание студентами основных математических понятий из области оптимизации таких, как экстремум функции.

Аналитическая компетентность позволяет студенту правильно выбирать метод решения задачи и интерпретировать полученные результаты. В работе [7] автором перечислены составляющие аналитической компетентности, формируемые информатикой, математикой и финансовым менеджментом.

Информационная компетентность даёт возможность студенту выбрать наиболее подходящую компьютерную программу для

Т а б л и ц а

Этапы формирования оптимизационной компетентности

Этапы	Ожидаемый результат
Анализ задачи на принадлежность к задаче оптимизации	Умение отличать задачи оптимизации от других математических задач
Разработка математической модели	Умение формализовать условие задачи, готовность правильно определять логические связи между входными и выходными параметрами математической модели
Решение задачи с применением информационных технологий	Умение правильно выбирать программное обеспечение и метод решения задачи оптимизации
Анализ результатов решения	Готовность принимать оптимальные решения с учётом компьютерных оптимизационных расчётов

решения задачи оптимизации с учётом используемого метода решения.

Научно-исследовательская компетентность позволяет студенту принять решение, следует ли остановиться на полученных результатах или продолжать выполнять оптимизационные расчёты.

Рассмотрим роль общенаучных методов познания в формировании оптимизационной компетентности.

Решение задачи оптимизации с помощью информационных технологий представляет собой вычислительный эксперимент. Под экспериментом в научной литературе принято понимать метод исследования, с помощью которого заранее запланированным образом производятся изменения в исследуемом объекте с целью выявления его общих необходимых свойств и отношений [6].

При решении задачи оптимизации объектом исследования является математическая модель, а основной целью эксперимента – нахождение экстремума функции цели при заданных ограничениях. Выполняемые для этого компьютерные расчёты представляют собой исследовательскую деятельность.

Главной задачей эксперимента, как правило, является проверка различных гипотез и предсказаний теории. Решение задачи оптимизации можно рассматривать как проверку гипотезы о существовании экстремума функции цели при заданных ограничениях и выявление условий его достижения (нахождение оптимальных значений поисковых переменных).

Эксперимент включает в себя процедуры наблюдения и измерения, но не сводится к ним. При решении задач оптимизации наблю-

даемой величиной является значение функции цели. В вычислительном эксперименте происходит не измерение, а вычисление значений функции цели. Решение задачи оптимизации обычно осуществляется с использованием математического метода, который не сводится к вычислению значений функции цели при варьировании значений поисковых переменных, а представляет собой более сложную математическую процедуру, выполняемую по определённому алгоритму.

Под синтезом в методологии научного познания понимают операцию соединения выделенных в анализе элементов изучаемого объекта в единое целое. При решении задач оптимизации синтезом можно считать запись математической модели в виде единого набора формул, уравнений и неравенств.

В случае если оптимальное решение найти не удалось, то для принятия дальнейшего плана исследований используются такие методы научного познания, как индукция и дедукция.

Под индукцией понимают способ рассуждения или метод получения знания, при котором общий вывод делается на основе обобщения частных посылок. Например, из того, что в одном или некоторых случаях удалось получить оптимальное решение задачи оптимизации с помощью некоторой компьютерной программы, не следует, что с помощью этой же программы можно будет найти оптимальное решение в других задачах оптимизации. Причиной этого может быть, в частности, то, что не все математические задачи имеют решение. Таким образом, индукция не всегда приводит к правильным логическим выводам.

Дедукция представляет собой способ рассуждения или метод движения знания от общего к частному, то есть процесс логического перехода от общих посылок к заключениям о частных случаях. В этом смысле дедукцию можно рассматривать как противоположность метода индукции.

Необходимым условием формирования оптимизационной компетентности является системный подход к обучению студентов экономического профиля при решении задач оптимизации средствами информационных технологий. Такой подход предполагает совместное применение общенаучных методов познания, математических методов и современных информационных технологий.

Системный подход к формированию оптимизационной компетентности предполагает также реализацию межпредметных связей информатики и математики в виде гиперссылок на соответствующие учебные материалы. Кроме того, реализация системного подхода при обучении информатике студентов экономического профиля предполагает использование в учебном процессе задач оптимизации из области экономики.

Важную роль в формировании оптимизационной компетентности студентов играют деловые игры, связанные с математическим моделированием и решением задач оптимизации. Для формирования оптимизационной компетентности необходимо учитывать межпредметные связи информатики и математики [8].

В обучении решению задач оптимизации очень эффективен метод *аналогии*. Под аналогией понимают такой способ познания, при котором наличие средства, совпадение признаков нетождественных объектов позволяет предположить их сходство и в других признаках.

После рассмотрения со студентами одной из типовых задач оптимизации они, как правило, способны решать аналогичные задачи. В частности, метод аналогии целесообразно применять при подготовке студентов к деловой игре с математическим моделированием.

В постановке задачи оптимизации может содержаться информация, не учитываемая при построении математической модели. Найти такую информацию помогает *абстрагирование*. Абстрагированием принято считать приём мышления, заключающийся в отвлечении от несущественных, незначимых для субъекта познания свойств и отношений

исследуемого объекта с одновременным выделением тех его свойств, которые представляются важными в проводимом исследовании. Например, при математическом решении задачи составления оптимального плана производства для нас несущественны слова *мебельная фабрика*. Вместо них можно употребить такие слова, как *организация, фирма, предприятие*.

Важнейшим этапом решения задачи оптимизации является разработка математической модели. Метод математического моделирования позволяет исследовать объект-оригинал с помощью объекта-модели. При этом учитываются не все, а только наиболее существенные для проводимого исследования свойства объекта-оригинала. Математическое моделирование позволяет перейти от экономического содержания решаемой задачи к математической модели для дальнейших расчётов на компьютере.

Первым этапом решения задач оптимизации является анализ постановки задачи. Анализ как общенаучный метод познания представляет собой процедуру мысленного (или реального) разложения объекта на составные элементы в целях выявления их системных свойств и отношений. Применительно к решению задач оптимизации анализ сводится к ответам на следующие вопросы: 1. Что является критерием оптимизации? 2. За счёт изменения каких неизвестных необходимо найти оптимальное решение? 3. Какие ограничения накладываются на неизвестные? 4. Что относится к исходным данным?

При проведении занятий целесообразно выполнять вычислительные эксперименты, показывающие студентам, что эксперимент является как ведущим методом научного познания, так и одним из решающих критериев истинности научного знания.

Для решения задач оптимизации, не имеющих решения в исходной постановке, студентов необходимо обучать разрабатывать эквивалентные математические модели, что в некоторых случаях позволяет решать такие задачи. Например, в работе [1] дано описание транспортной задачи с фиксированными доплатами. В исходной постановке эта задача нелинейна и выпадает из рамок линейного программирования. Сведение этой задачи к эквивалентной ей частично целочисленной задаче линейного программирования позволяет получить результаты решения.

В содержание курса «Философия» для студентов входит раздел «Теория познания и философия науки». Этот раздел помогает студентам рассматривать поиск оптимальных решений как одну из форм познавательной деятельности и знакомит их с характерными чертами научных исследований.

В рамках дисциплины «Концепции современного естествознания» студенты получают представление о системном подходе в современной науке (включая понятие системы и его интерпретации, общие свойства и модели систем), знакомятся с методологией науки. Это способствует корректной постановке задач оптимизации.

Экономические дисциплины дают студентам знания, необходимые при разработке экономико-математических моделей.

Выполнение вычислительного эксперимента при решении задач оптимизации в качестве технических средств требует наличия компьютера с установленной на нём компьютерной программой, подходящей для целей эксперимента.

Изучение информационных технологий работы в табличном процессоре входит в школьную программу по информатике и, как правило, рассматривается при изучении информатики в вузе [10]. С учётом этого, представляется целесообразным применение электронных таблиц MS Excel при решении студентами задач из предложенной автором системы. Вместо MS Excel студенты могут использовать табличный процессор Calc, входящий в состав свободно распространяемого пакета Open Office.Org. Кроме того, как в MS Excel, так и в Calc при поиске оптимального решения существует возможность задавать ограничения на целостность неизвестных.

Для формирования оптимизационной компетентности студентов экономического профиля автором статьи предложена система учебных заданий на оптимизацию, которая учитывает составляющие понятия «оптимизационная компетентность» и этапы её формирования.

Предлагаемая система учебных заданий для формирования у студентов экономического профиля оптимизационной компетентности включает в себя следующие типы задач оптимизации:

- составление оптимального плана производства;
- транспортная задача;
- планирование штатного расписания;
- оптимизация капиталовложений;
- выбор оптимального места для размещения магазина и др.

В предложенной системе все задания упорядочены по мере возрастания их сложности, сгруппированы с учётом экономических специальностей и направлений подготовки, сгруппированы с учётом возможной должности, занимаемой выпускником вуза (инженер, менеджер, топ-менеджер и т.д.).

Разработанная система учебных заданий на оптимизацию развивает у студентов исследовательские навыки, повышает готовность к будущей профессиональной деятельности и рациональному использованию ресурсов. В состав разработанной системы вошли задания, предложенные автором статьи, а также составленные другими авторами [1, 2, 5, 7, 9, 11 и др.]. Решение и проверка заданий осуществлялись в электронных таблицах MS Excel и Open Office.Org Calc, а также в компьютерной математической системе Mathcad.

Разработанная автором система учебных заданий для формирования оптимизационной компетентности нашла применение в учебном процессе и вошла в состав информационно-образовательной среды кафедры прикладной информатики Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна.

С учётом большой практической значимости и сложности формирования оптимизационной компетентности студентов-экономистов целесообразно решение задач оптимизации на занятиях в рамках факультетов повышения квалификации преподавателей.

Л и т е р а т у р а

1. Гарнаев А. Ю. Excel, VBA, Internet в экономике и финансах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 816 с.
2. Информатика для экономистов : учеб. / под общ. редакцией В. М. Матюшка. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 880 с.
3. Очков В. Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 368 с.

4. Практическая андрагогика. Книга 4. Информатизация образования взрослых : моногр. / А. Е. Марон, Л. Ю. Монахова, В. И. Соколов и др. ; под ред. А. Е. Марона и Л. Ю. Монаховой. – СПб.: УРАО ИОВ, 2011. – 350 с
5. *Симонович С. В.* Информатика. Базовый курс : учеб. для вузов. – 3-е изд. (Стандарт третьего поколения). – СПб.: Питер, 2011. – 640 с.
6. *Стрельник О. Н.* Концепции современного естествознания : конспект лекций. – М.: Юрайт, 2011. – 223 с.
7. *Суханов М. Б.* Повышение готовности выпускников вузов к компьютерному решению экономических задач математическими методами // Информатика и образование. – 2011. – №.11. – С. 62–64.
8. *Суханов М. Б.* Формирование аналитической компетентности при обучении студентов информатике и математике на междисциплинарном уровне // Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена. – СПб. – 2012. – №150. – С. 185–193.
9. *Суханов М. Б., Суханова А. Г.* Определение коэффициентов нелинейных зависимостей методом наименьших квадратов в Open Office.Org Calc // Информатика и образование. – 2010. – №3. – С. 105–108.
10. *Суханов М. Б.* Решение экономических задач в Microsoft Excel и OpenOffice.org Calc при изучении темы «Освоение среды табличного процессора» // Информатика и образование. – 2008. – № 2. – С. 64–72.
11. Экономическая информатика : учеб. пособие / под редакцией Д. В. Чистова. – М.: КНОРУС, 2010. – 512 с.

