

УДК 658

## К ВОПРОСУ ФУНДАМЕНТАЛИЗАЦИИ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО КУРСУ «ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

© 2019 А.С. Клентак, М.И. Гераськин

Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 01.10.2019

В статье приведено обоснование учебных пособий «Исследование моделей микроэкономических процессов предприятий на основе методов линейного программирования» и «Системы поддержки принятия решений для оптимизации управления предприятием методами линейного программирования», рекомендуемых для углубленного изучения раздела курса «Организация производства и инновационная деятельность» направлений бакалавриата 28.03.02 и 28.03.03. Изложена структура практических занятий и лабораторных работ.

*Ключевые слова:* организация производства, учебное пособие, задачи линейного программирования, практикум, лабораторный практикум.

### ВВЕДЕНИЕ

Конкурентоспособность выпускника технического вуза на современном этапе определяется сформированностью определенного набора компетенций, позволяющих осуществлять эффективную профессиональную деятельность. Остановимся на организационно-экономических аспектах функционирования производства. Как отмечает Н. С. Решетников «Экономика - хозяйственная деятельность общества и совокупность отношений, которые складываются в системе производства, распределения, обмена и потребления» [7]. В зависимости от объекта исследования она подразделяется на макроэкономику и микроэкономику. «Организация производства - система мер, направленных на рационализацию сочетания в пространстве и времени вещественных элементов и людей, занятых в процессе производства» [8].

Областями исследования, как отмечено в паспорте специальности ВАК 05.02.22 «Организация производства», являются моделирование и оптимизация организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств, разработка и реализация принципов производственного менеджмента, а также разработка методов и средств организации производства в условиях технических и экономических рисков, планирования и управления производственными процессами и их результатами [5].

Основой реализации любой задачи организации и управления предприятием является принятие конкретным лицом оптимального решения. Примерами таких задач могут являться: задача о наилучшем использовании ресурсов, задача о выборе оптимальных технологий, задача о назначениях, задача о смесях или о раскрое материала, транспортная задача и др. Это задачи, в которых обеспечивается выполнение достижение поставленной цели с минимальными затратами и максимальным эффектом. Это так называемые задачи математического программирования, составными частями которого являются линейное, нелинейное и динамическое программирование. Решение экстремальных организационных задач условно разбивается на три этапа: построение экономико-математической модели, нахождение оптимального решения и практическое внедрение в производство. Построенная экономико-математическая модель задачи должна отражать сущность изучаемого организационно-экономического процесса. В ней должны учитываться существенные особенности процесса, а также ограничивающие условия, влияющие на результат.

Решение линейных оптимизационных задач занимает некоторую часть курса «Организация производства и инновационная деятельность», излагаемого в 8 семестре Естественнонаучного института Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева по направлениям бакалавриата 28.03.02 «Наноинженерия» и 28.03.03 «Наноматериалы». Для ее изучения целесообразно использование следующих учебных пособий: «Исследование моделей микроэкономических процессов предприятий на основе методов линейного программирования» [4] и «Системы поддержки принятия решений для оптимизации

*Клентак Анна Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры математических методов в экономике. E-mail: anna\_klentak@mail.ru*

*Гераськин Михаил Иванович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой математических методов в экономике. E-mail: geraskin.mi@ssau.ru*

ции управления предприятием методами линейного программирования» [1].

### О ПОСОБИЯХ

Целью изучения дисциплины «Организация производства и инновационная деятельность» является формирование теоретических знаний и практических навыков в выборе различных вариантов развития организации производства, а также в обосновании оптимальных вариантов, направленных на обеспечение эффективного функционирования производственных систем.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие задачи: теоретическое моделирование экономических процессов, повышение научного уровня организационных решений, отыскиваемых посредством математических методов количественного анализа вариантов, которые используют в достаточной мере компьютерные аппаратные и программные средства, программное обеспечение.

Принимая во внимание междисциплинарные связи естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, соблюдая принцип фундаментальной и профессиональной направленности при изучении описанного выше раздела дисциплины «Организация производства и инновационная деятельность» пособие [4] служит для подготовки и проведения практических занятий курса, а [1] для организации лабораторных занятий. Внедрение экономико-математических и инструментальных методов создаёт реальную научную базу совершенствования планирования и инновационной деятельности. Умение ставить и решать задачи моделирования реальных производственных ситуаций в микроэкономическом масштабе дает ключ к оптимальному планированию деятельности отдельного предприятия.

В этой связи, академик РАН Ф. В. Гречников и профессор Д. М. Козлов отмечают: «Обеспечение ключевых для экономики страны высокотехнологических и потенциально конкурентоспособных отраслей машиностроения инженерными кадрами, способными внести заметный вклад в перевод отраслей на инновационный путь развития возможно за счет укрепления фундаментального компонента подготовки в течение всего срока обучения» [3], а это означает, что он включен в содержание каждой учебной дисциплины, в том числе и дисциплины «Организация производства и инновационная деятельность».

В основу нового подхода в обучении, отраженного в пособии, положена выработка потребностей и умений самостоятельного приобретения знаний, методов их пополнения и применения с использованием информационно-коммуникационных технологий и форми-

рования портфолио, рекомендуемого образовательными стандартами ФГОС ВО. Как известно, обучение студентов напрямую связано с их воспитанием. Образование следует воспринимать не только как средство для достижения целей государства и общества, но и как цели самого человека, стремящегося к саморазвитию. Тем самым формируется общекультурная компетенция «Способность к самоорганизации и самообразованию», исходя из требований освоения программы бакалавриата по направлениям 28.03.02 (ОК-6) и 28.03.03 (ОК-5) [6].

К самостоятельной работе студентов при изучении дисциплины относятся выполнение домашних заданий, выполнение аудиторных и расчетно-графических заданий, а также формирование портфолио как способа накопления индивидуальных образовательных, профессиональных, творческих и личных его достижений, а также возможности каждому студенту увидеть все, на что он способен, создать для него стимул роста, совершенствования и развития, что, в свою очередь, обуславливает успешное формирование мотивационно - ценностных профессиональных ориентаций будущего конкурентоспособного выпускника. В учебных пособиях представлена технология компьютерного моделирования организационно-экономических систем, необходимая для понимания причинно-следственных связей в планировании производства и принятии решений. Таким образом формируются общепрофессиональные компетенции ОПК-6 и ОПК-1, профессиональные компетенции ПК-10 и ПК-4 по направлению 28.03.02 и 28.03.03 соответственно.

Представим названные компетенции в полном формате [6]:

ОПК-6 - владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций;

ОПК-1 - способность применять базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин общепрофессионального цикла в объеме необходимом в профессиональной деятельности и для понимания основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-10 - владение навыками количественного и качественного анализа информации при принятии управленческих решений, построения экономических, финансовых и организационно-управленческих моделей путем их адаптации к конкретным задачам управления;

ПК-4 - способность применять навыки использования (под руководством) методов моделирования, оценки, прогнозирования и опти-

мизации технологических процессов и свойств наноматериалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов;

В [4] описывается ряд общих теоретических моделей микроэкономических систем, а также линейных моделей для решения конкретных задач в ходе принятия решений на уровне отдельного предприятия методами линейного программирования. Приведены примеры экономического содержания с анализом полученных результатов. В пособии рассмотрены особенности математического моделирования экономических процессов, предложены графический и симплексный методы решения задач линейного программирования (ЗЛП), двойственность в ЗЛП. Студенты в процессе освоения курса «Организация производства и инновационная деятельность» знакомятся также с элементами дискретного программирования, учатся решать транспортную задачу закрытого и открытого типа. Разработан практикум занятий по данному разделу дисциплины. Для каждого занятия определены образовательная и развивающая цели. Предложены вопросы и упражнения для самоконтроля, индивидуальные задания для выполнения домашних контрольных работ.

В [1] кратко и в доступной форме рассматривается математический аппарат, обеспечивающий обучающимся по курсу «Организация производства и инновационная деятельность» построение математических моделей поддержки принятия оптимальных управленческих решений и методы решения ЗЛП. Конспективно излагаются теоретические положения каждой изучаемой темы, приводится подробное решение типовых задач с использованием прикладного программного пакета Excel. Разработан лабораторный практикум. Для каждой лабораторной работы сформулирована цель, предложены содержание работы и порядок ее выполнения. Указаны требования к отчету выполненной лабораторной работы, а также контрольные вопросы для лучшего усвоения изученного материала и успешной защиты работы. Включены варианты индивидуальных заданий.

Необходимо так же отметить, что для более глубокого освоения рассматриваемого в пособиях материала обучающимся рекомендуется обратиться к трудам, приведенным в списке литературы.

Приведем примеры практического занятия «Построение математических моделей простейших прикладных задач» и соответствующей ему лабораторной работы «Решение задачи линейного программирования в табличном процессоре Excel», представленных в пособиях [4] и [1] соответственно.

Образовательной целью практического занятия является ознакомление обучающихся с

разделом математики «Математическое программирование» и его составными частями: линейным, нелинейным и динамическим программированием как главным инструментом оценки эффективности управленческих решений и фундаментальной составляющей курса «Организация производства и инновационная деятельность». Перед студентами ставится и развивающая цель занятия - формирование описанных выше общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. В начале занятия студенты изучают основные теоретические сведения: этапы решения экстремальных задач, построение математических моделей простейших прикладных задач и различные формы записи задач линейного программирования. Целью лабораторной работы становится освоение понятия математической модели задачи линейного программирования, преобразование различных форм записи задачи линейного программирования и приведение ее к каноническому виду, решение задачи линейного программирования в табличном процессоре Excel с помощью встроенной функции «Поиск решения». В качестве примера приведения ЗЛП к каноническому виду предложены задачи максимизации и минимизации целевой функции:

$$F_{\max} = 4x_1 - 2x_2 - 5x_4 + x_5 \text{ при условиях:}$$

$$\begin{cases} 4x_1 + x_3 - x_4 + x_5 \leq 2, \\ x_1 - x_3 + 2x_4 + x_5 \leq 3, \\ 2x_2 + x_3 - x_4 + 2x_5 \leq 6, \\ x_1 + x_4 - 5x_5 \geq 8. \end{cases}$$

$$x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad x_4, \quad x_5 \geq 0 \quad (1)$$

$$F_{\min} = -x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \text{ при условиях:}$$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \leq 6, \\ x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 \geq 8, \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 + 2x_4 \leq 10, \\ -x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 3x_4 = 15. \end{cases}$$

$$x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad x_4 \geq 0 \quad (2)$$

Затем студентам предложено сравнить полученную ими каноническую форму записи с имеющейся в пособии [4], найти свои ошибки и исправить их.

Следующим шагом практического занятия является составление экономико-математической модели ЗЛП:

Для подготовки трех учебных пособий *A*, *B*, и *C* в типографии используются четыре вида оборудования *K*, *M*, *N* и *P*. Затраты времени на подготовку одного учебного пособия с помощью соответствующего оборудования приведены в табл. 1.

Там же приведены данные о фонде времени использования соответствующего оборудования, а также о прибыли, которую может получить типография в результате реализации учебных пособий. Следует определить, сколько учебных

Таблица 1

Тип оборудования	Затраты времени для каждого оборудования на подготовку одного учебного пособия, ч			Общий фонд времени эксплуатации оборудования, ч
	А	В	С	
К	2	4	5	60
М	1	8	6	140
Н	7	4	5	120
Р	4	6	7	180
Прибыль, руб.	10	14	12	

пособий каждого типа следует выпустить, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Подробно со студентами вводятся переменные задачи, не забывая при этом подчеркнуть производственный характер задачи: количество выпускаемых учебных пособий не может быть отрицательной величиной, т. е. на переменные задачи накладываются условия неотрицательности:  $x_1, x_2, x_3 \geq 0$ . Составляются ограничения и целевая функция.

Полученная, таким образом, система линейных неравенств с тремя неизвестными, а также линейная функция с этими же переменными, для которой необходимо определить максимум функции  $F_{max}$  представляет собой математическую модель задачи.

Целевая функция:

$$F_{max} = 10x_1 + 14x_2 + 12x_3.$$

Система ограничений:

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + 5x_3 \leq 60, \\ x_1 + 8x_2 + 6x_3 \leq 140, \\ 7x_1 + 4x_2 + 5x_3 \leq 120, \\ 4x_1 + 6x_2 + 7x_3 \leq 180. \end{cases}$$

Так как рассматриваемые функция и неравенства линейные, то задача относится к классу линейного программирования.

Для решения ЗЛП с использованием встроенной функции «Поиск решений» в табличном процессоре Excel необходимо создать формулу для ввода условий задачи; указать адреса ячеек, в которые будет помещен результат решения (изменяемые ячейки); ввести исходные данные, зависимость для целевой функции и для ограничений; указать назначение целевой функции (установить целевую ячейку); ввести ограничения и параметры для решения ЗЛП.

Эти действия представлены на рис. 1.

После выполнения задачи (нажатием левой кнопки мыши) создается отчет по результатам (рис. 2).

В отчете по результатам содержатся оптимальные значения вычисленных неизвестных:  $x_1 = 12$ ;  $x_2 = 9$ ;  $x_3 = 0$  и значение целевой функции  $F_{max} = 246$  руб., а также левые части ограничений, из которых видно, что общий фонд эксплуатации оборудования К и N использован полностью, а оборудования М и Р – будет использовано в объеме 84 и 102 соответственно.

Включение в проведение практического занятия изучения элементов лабораторной работы по данной теме способствует достижению более продуктивного ее выполнения в пределах установленного времени.

Составной частью практического занятия являются ответы на контрольные вопросы и упраж-

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1			Переменные					
2		X1	X2	X3				
3	значение					ЦФ		
4	коэф. в ЦФ	10	14	12				
5			Ограничения					
6	тип оборудования				левая часть	знак	правая часть	
7	К							
8	М	2	4	5		<=	60	
9	Н	1	8	6		<=	140	
10	Р	7	4	5		<=	120	
11		4	6	7		<=	180	

Рис. 1. Данные введены

нения для самоконтроля, предложенные в пособии [4], которые позволяют студентам выяснить насколько ими усвоен материал. Следом студенты принимаются за составление математических моделей ЗЛП. Приведем типовые примеры.

Для изготовления трех видов изделий  $P_1, P_2$  и  $P_3$  используют четыре вида материалов:  $S_1, S_2, S_3, S_4$ . Запасы материалов, технологические нормы расходов материалов на каждое изделие и цена единицы изделия приведены в табл. 2. Составить план выпуска изделий, обеспечивающий их максимальный выпуск по стоимости.

Чтобы при откорме животных весом 30-40 кг получить средний привес 300 - 400 г, по нормам в дневном рационе должны содержаться питательные вещества в следующем количестве: кормовых единиц – не менее 1,6 кг; перевариваемого протеина – не менее 200 г., каротина – не менее 10 мг. При откорме используют ячмень, бобы и сенную муку. Содержание питательных веществ в одном килограмме этих кормов и стоимость 1 кг корма приведены в табл. 3. Необходимо составить дневной рацион нужной питательности, причём затраты на него должны быть минимальными.

Лабораторная работа выполняется по индивидуальным заданиям, предложенным в пособии [1].

Разработанные практическое занятие и лабораторная работа, проводимые по данной теме позволили продемонстрировать студентам прикладной характер высшей математики, линейного программирования как составной части дисциплины «Организация производства и инновационная деятельность».

Рассмотренная методика проведения практического занятия позволяет организовать ана-

логично самостоятельное изучение студентами всего учебного материала, обсуждение в группах полученных результатов, а также самостоятельный контроль усвоения знания, отработку умений и развитие ключевых компетенций ФГОС ВО.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной задачей высшего учебного заведения, как было отмечено выше, является выпуск квалифицированных конкурентоспособных специалистов, способных к инновационной деятельности, самоорганизации, самообразованию и саморазвитию [2]. Разработанные практические и лабораторные занятия ориентированы на активные методы овладения знаниями: сформулирована проблема, самостоятельно анализируются пути ее решения для нахождения оптимального результата и доказательства его верности. Рассмотренные в описанном выше разделе курса «Организация производства и инновационная деятельность» задачи приближены к реально существующим производственным процессам на предприятии. Это позволяет сблизить процесс обучения в вузе с производством, сделать его более фундаментальным, помочь студентам осознать значимость теоретических знаний и увидеть применение их на практике.

Таким образом, применение учебных пособий [4] и [1] при изучении курса «Организация производства и инновационная деятельность» позволит углубить понимание дисциплины и целенаправленно сформировать общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Таблица 2

Вид материалов	Запас материала, кг	Норма расхода материалов на одно изделие, кг		
		$P_1$	$P_2$	$P_3$
$S_1$	150000	4	2	1
$S_2$	170000	6	0	2
$S_3$	100000	0	2	4
$S_4$	200000	8	7	0
Цена одного изделия, руб.		100	150	200

Таблица 3

Питательные вещества	Количество единиц питательных веществ, содержащихся в 1 кг корма		
	ячмень	бобы	сенная мука
Кормовые единицы, кг	1,2	1,4	0,8
Перевариваемый протеин, г	80	280	240
Каротин, мг	5	5	100
Цена 1 кг корма, руб.	3	4	5

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гераськин М.И., Клентак Л.С. Системы поддержки принятия решений для оптимизации управления предприятием методами линейного программирования: учебное пособие. - Самара. Изд-во Самарского университета. 2018. - 148 с.
2. Гречников, Ф. В. Самоорганизация самостоятельной работы студентов. Пути совершенствования: монография / Ф.В. Гречников, Л.С. Клентак. Самара. Изд-во СНЦ РАН. 2018. - 164с.
3. Инновационные подходы в подготовке специалистов для высокотехнологического машиностроения: монография / Ф.В. Гречников [и др.] – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. 188 с.
4. Клентак Л. С., Гераськин М. И., Клентак А. С. Исследование моделей микроэкономических процессов предприятий на основе методов линейного программирования: учебное пособие. Под ред. Л. С. Клентак - Самара. Изд-во Самарского университета. 2018 – 100 с.
5. Паспорт специальности ВАК 05.02.22 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fgosvo.ru> (дата обращения 14.09.2019).
6. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.fgosvo.ru> (дата обращения 14.09.2019).
7. Решетников Н. С. Экономические аспекты организации производства [Текст] // Экономика, управление, финансы: материалы VII Международной научной конференции (г. Краснодар, февраль 2017 г.) – Краснодар: Новация, 2017. – С. 111-113.
8. Туровец О. Г., Родионов В. Б., Бухалков М. И. и др. Организация производства и управление предприятием: Учебник. Под ред. О.Г. Туровца, 2-ое изд-е - М.: ИНФРА - М, 2005. – 544 с.

**THE QUESTION OF FUNDAMENTALIZATION OF THE LEVEL OF BACHELORS TRAINING  
IN THE COURSE «ORGANIZATION OF PRODUCTION AND INNOVATIVE ACTIVITY»  
AT THE TECHNICAL UNIVERSITY**

© 2019 A.S. Klentak, M.I. Geraskin

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

The article provides the rationale for the study guides “Research of models of microeconomic processes of enterprises based on linear programming methods” and “Decision support systems for optimizing enterprise management using linear programming methods”, recommended for in-depth study of the section of the course “Organization of Production and Innovative Activities” for undergraduate courses on 28.03.02 and 03.03.03. The structure of practical exercises and laboratory work is described.

*Keywords:* production organization, study guide, linear programming problems, workshop, laboratory workshop.

---

*Anna Klentak, Candidate of Technics, Associate Professor at the Mathematical Methods in Economics Department.*

*E-mail: [anna\\_klentak@mail.ru](mailto:anna_klentak@mail.ru)*

*Mikhail Geraskin, Doctor of Economics, Professor, Head at the Mathematical Methods in Economics Department.*

*E-mail: [geraskin.mi@ssau.ru](mailto:geraskin.mi@ssau.ru)*