

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГМТУ»)**

Филиал ФГБОУ ВО «КГМТУ» в г. Феодосия
Кафедра математических и естественнонаучных дисциплин



УТВЕРЖДАЮ

Директор а филиала
ФГБОУ ВО «КГМТУ» в г. Феодосия
С.М.Торубарова С.М.Торубарова

« 25 » мая 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Уровень основной образовательной программы – бакалавриат

Направление подготовки – 38.03.01 «Экономика»

Профиль – «Экономика предприятий и организаций»

Статус дисциплины – дисциплина по выбору

Учебный план 2018 года

Описание учебной дисциплины по формам обучения

Очная											Заочная														
Курс		Семестр	Всего час. / зач. единиц	Всего аудиторных час.	Лекции, часов	Лаб. работы, час.	Практ. занятия, час.	Семинары, часов	Самост. работа, час.	КП (КР), час./ зач. единиц	Семестровый контроль	Курс		Семестр	Всего час. / зач. единиц	Всего аудиторных час.	Лекции, часов	Лаб. работы, час.	Практ. занятия, час.	Семинары, часов	Самост. работа, час.	КП (КР), час./ зач. единиц	Контрольная работа	Семестровый контроль	
2	4	144/4	36	18	18	-	-	-	108	-	зач.	3	6	144/4	14	6	8	-	-	-	-	126	-	+	зач. (4)
Всего		144/4	36	18	18	-	-	-	108	-		Всего		144/4	14	6	8	-	-	-	-	126	-	+	4

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, рабочего учебного плана с учетом требований ООП.

Программу разработал *К.М.Зубрилин* Зубрилин К. М., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин

Рассмотрено на заседании кафедры математических и естественнонаучных дисциплин
Протокол № 10 от « 17 » мая 2018 г. Зав. кафедрой *К.М.Зубрилин* К. М. Зубрилин

Рассмотрено на заседании выпускающей кафедры гуманитарных и социально-экономических наук
Протокол № 9 от « 22 » мая 2018 г. Зав. кафедрой *Е.В.Корнеева* Е. В. Корнеева

Согласовано: Начальник УМУ *Е.Ю.Девятова* Е. Ю. Девятова
(дата, подпись)

© Филиал ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» в г. Феодосия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы исследования и моделирования экономических процессов» является формирование навыков использования методов решения оптимизационных моделей, допустимыми множествами которых являются подмножества евклидова пространства. Ознакомление с базовыми математическими понятиями и алгоритмами решения моделей линейной, выпуклой, целочисленной, динамической и не линейной оптимизации. В целом материал курса ориентирован на умение правильно построить оптимизационную модель экономического процесса, подобрать для нее метод решения, реализовать его и полученное решение использовать в управлении данным процессом.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых понятий выпуклого анализа и математического программирования;
- построение математической модели оптимизации и определение ее в классификационном ряду;
- изучение методов решения оптимизационных моделей;
- содержательная интерпретация полученных решений и ее использование в управлении.

2 Место дисциплины в структуре ООП

В структуре ООП бакалавриата по направлению подготовки «Экономика» дисциплина «Методы исследования и моделирования экономических процессов» является вариативной дисциплиной по выбору. Успешному освоению данной дисциплины предшествуют: «Линейная алгебра» и «Математический анализ».

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения дисциплины «Методы исследования и моделирования экономических процессов»:

1) студент должен знать:

- понятие линейного пространства, понятия подпространства линейного пространства, прямой, плоскости, гиперплоскости, понятие линейной комбинации семейства векторов,
- понятия линейно (не) зависимогo семейства векторов, понятие базиса линейного пространства и его размерности, понятие базы семейства векторов и его ранга,
- понятие линейного отображения,
- понятия дифференцируемости функции и дифференциала отображения, градиента отображения

2) студент должен уметь:

- проверять систему линейных уравнений на совместность и решать ее,
- находить ранг матрицы, вычислять определитель,
- выполнять операции над матрицами и векторами,
- дифференцировать функцию, находить градиент,

3) студент должен владеть:

- навыками логического мышления для построения и классификации моделей, вывода формул и доказательства теорем,
- навыками алгоритмического мышления для изучения методов (алгоритмов) решения моделей,
- навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии,
- навыками литературной и деловой письменной и устной речи.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Методы исследования и моделирования экономических процессов» у обучающегося формируются общекультурные (ОК) компетенции, общепрофессиональные (ОПК) компетенции и профессиональные (ПК) компетенции (или их элементы), предусмотренные ФГОС ВО:

Общекультурные компетенции (ОК):

№ компетенции	Содержание компетенции
---------------	------------------------

ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию
------	---

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

№ компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-2	способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач

Профессиональные компетенции (ПК):

№ компетенции	Содержание компетенции
ПК-4	способность на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты
ПК-6	способность анализировать и интерпретировать данные отечественной и зарубежной статистики о социально-экономических процессах и явлениях, выявлять тенденции изменения социально-экономических показателей
ПК-8	способность использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии
ПК-10	способность использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии

В результате изучения дисциплины студент должен:

ЗНАТЬ:

- базовые понятия и теоремы выпуклого анализа,
- основные понятия и результаты выпуклой оптимизации,
- виды линейных оптимизационных моделей,
- структуру симплексной таблицы,
- понятие (без) условного локального экстремума, стационарной точки

УМЕТЬ:

- строить оптимизационную модель экономического процесса и определять ее в классификационном ряду,
- приводить линейную оптимизационную модель к каноническому виду,
- проверять критерий оптимальности линейной модели, и выполнять пересчет симплексной таблицы,
- строить двойственную модель к линейной модели,
- решать двойственную модель используя теоремы двойственности,
- находить стационарные точки, из стационарных точек оптимальные

ВЛАДЕТЬ:

- графическим методом решения двумерной модели линейной оптимизации,
- симплексным методом решения модели линейной оптимизации,
- М-методом решения модели линейной оптимизации,
- двойственным симплексным методом,
- методом отсекающих плоскостей Гомори,
- алгоритмами прямой и обратной прогонки.

4 Структура учебной дисциплины

Наименования разделов, тем	количество	Очная форма	Заочная форма
		Распределение часов по видам занятий	

		Ауд.	ЛК	ЛР	ПЗ (сем)	СР	Контроль	Ауд.	ЛК	ЛР	ПЗ (сем)	СР	Контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Семестр 4													
Тема 1. Экономико – математические модели и методы их решения	14	2	2	-	-	12	-	1	1	-	-	13	-
Тема 2. Модели и методы выпуклой оптимизации	30	6	4	2	-	24	-	-	-	-	-	20	-
Тема 3. Модели и методы линейной оптимизации	34	10	4	6	-	24	-	5	1	4	-	23	-
Тема 4. Анализ чувствительности модели линейной оптимизации	18	6	2	4	-	12	-	5	2	3	-	19	-
Тема 5. Методы целочисленной оптимизации	16	4	2	2	-	12	-	3	2	1	-	15	-
Тема 6. Методы динамической оптимизации	16	4	2	2	-	12	-	-	-	-	-	16	-
Тема 7. Модели и методы не линейной оптимизации	16	4	2	2	-	12	-	-	-	-	-	20	-
Всего часов в семестре	144	36	18	18	-	108	-	14	6	8	-	126	-
Форма контроля: зачет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Всего часов по дисциплине	144/4	36	18	32	-	108	-	14	6	8	-	126	4

5 Содержание лекций

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
1	<i>Экономико-математические модели и методы их решения.</i> Модель. Моделирование. Математическая модель и ее решение. Два примера моделей и их решения. Этапы реализации методов. Оптимизационная модель. Классификация оптимизационных моделей. Примеры.	2	1
2	<i>Модели и методы выпуклой оптимизации.</i> Элементы выпуклого анализа: евклидово пространство, выпуклые множества, проекция и теоремы отделимости, крайние точки и теорема о представлении, конус и теорема Фаркаша, выпуклые и вогнутые функции. Оптимизационные модели. Необходимые условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности. Функция Лагранжа и условия оптимальности.	4	-
3	<i>Модели и методы линейной оптимизации.</i> Основная модель линейной оптимизации. Приведение к канонической модели линейной оптимизации. Первая геометрическая интерпретация модели линейной оптимизации. Графический метод решения модели линейной оптимизации. Вторая геометрическая интерпретация модели линейной оптимизации. Симплексный метод решения модели линейной оптимизации.	4	1
4	<i>Анализ чувствительности модели линейной оптимизации.</i> Модель, двойственная к модели линейной оптимизации. Первая и вторая теоремы двойственности. Теорема об оценке и анализ чувствительности. двойственный симплексный метод.	2	2

5	<i>Методы целочисленной оптимизации.</i> Модели целочисленной оптимизации и частично целочисленной оптимизации. Графический метод. Метод Гомори отсекающих плоскостей. Метод ветвей и границ.	2	2
6	<i>Методы динамической оптимизации.</i> Общая постановка задачи динамической оптимизации. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Метод прямой и обратной прогонки. Проблема размерности. Простейшие экономические задачи, решаемые методами динамической оптимизации.	2	-
7	<i>Модели и методы не линейной оптимизации.</i> Необходимые и достаточные условия локального экстремума. Метод Ньютона – Рафсона. Необходимые и достаточные условия условного локального экстремума. Метод приведенного градиента. Анализ чувствительности с помощью метода Якоби. Метод множителей Лагранжа.	2	-
Всего часов		18	6

6 Темы лабораторных занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
1	Графический метод решения модели линейной оптимизации	2	1
2	Симплексный метод решения модели линейной оптимизации	2	1
3	М-метод решения модели линейной оптимизации	2	2
4	Методы решения двойственной модели линейной оптимизации	2	1
5	Анализ чувствительности модели линейной оптимизации	2	1
6	Метод Гомори решения модели целочисленной оптимизации	2	1
7	Методы прямой и обратной прогонки решения модели динамической оптимизации	2	-
8	Методы решения модели классической оптимизации. Метод Лагранжа решения модели условной оптимизации	2	1
9	Метод Куна – Таккера решения модели условной оптимизации	2	-
Всего часов		18	8

7 Темы практических занятий

Не предусмотрены учебным планом.

8 Темы семинарских занятий

Не предусмотрены учебным планом.

9 Содержание и объем самостоятельной работы студента

Наименования разделов, тем	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Литература	Содержание работы
	очная	заочная		
Семестр 4				
Тема 1. <i>Экономико-математические модели и методы их решения</i>	12	13	[1] с.5-17, с.39-40, [2] с.7-13, [3] с.15-32, [4] с.15-17, [6] с.7-83, [7] с.9-38, [8] с.21-30	Изучение алгоритма построения модели и его демонстрация на примере построения оптимизационных моделей. Приобретение навыков классификации оптимизационных моделей.

Тема 2. Модели и методы выпуклой оптимизации	24	20	[1] с.18-38, с.40-56, [2] с.13-32, с.172-175, с.183-185, с.220-229, [3] с.5-15, 33-53, [4] с.17-37, с.118-142, с.150-180, с.191-195, [5] с.262-269, [7] с.38-81,	Изучение базовых понятий и теорем выпуклого анализа: евклидово пространство, выпуклые множества, проекция и теоремы отделимости, крайние точки и теорема о представлении, конус и теорема Фаркаша, выпуклые и вогнутые функции. Выявление необходимых и достаточных условий оптимальности.
Тема 3. Модели и методы линейной оптимизации	24	23	[1] с.57-59, 67-69, с.72-82, [2] с.33-83, [3] с.65-93, [4] с.40-60, [5] с.6-67, [6] с.85-263, [7] с.158-193, [8] с.33-138	Приведение к канонической модели линейной оптимизации. Изучение графического и симплексного методов, М-метода решения модели линейной оптимизации.
Тема 4. Анализ чувствительности модели линейной оптимизации	12	19	[1] с.59-67, с.69-71, с.87-98, [2] с.84-96, [3] с.54-64, с.93-105, [4] с.60-69, с.207-218, [5] с.68-116, [7] с.83-113, с.192-212, [8] с.141-190	Построение модели, двойственной к модели линейной оптимизации. Использование первой и второй теорем двойственности для решения двойственной модели. Проведение анализа чувствительности. Изучение двойственного симплексного метода.
Тема 5. Методы целочисленной оптимизации	12	15	[2] с.97-148, [3] с.178-203, 277-281, [4] с.249-275, [5] с.175-192, [8] с.397-437	Изучение метода Гомори отсекающих плоскостей и метода ветвей и границ.
Тема 6. Методы динамической оптимизации	12	16	[2] с.231-268, [4] с.340-379, [5] с.292-296, [8] с.441-504	Изучение уравнения Беллмана и принципа оптимальности, алгоритмов прямой и обратной прогонки.
Тема 7. Модели и методы не линейной оптимизации	12	20	[2] с.163-171, с.211-220, [4] с.71-74, с.86-117, [5] с.257-262, [8] с.765-796	Использование необходимых условий для нахождения (условно) стационарных точек и выявление из их точек (условного) локального экстремума с помощью достаточных условий.
Подготовка к зачету	-	-		
Всего часов	108	126		

10 Индивидуальные задания

Индивидуальные задания выполняются студентом заочной формы обучения в виде контрольных работ. Требования к оформлению контрольных работ изложены в «Положении о порядке оформления студенческих работ».

11 Методы обучения

Основными формами изучения дисциплины являются: чтение лекций, выполнение лабораторных работ, самостоятельная научная работа студентов.

Основным методом изучения дисциплины «Методы исследования и моделирования экономических процессов» являются лекции, которые проводятся в соответствующих лекционных аудиториях с использованием необходимых наглядных пособий.

Лабораторные работы предполагают реализацию оптимизационных методов и построение экономико-математических моделей. Основная цель лабораторных работ - обучить студента методам оптимизации и научить его делать правильные экономические выводы по результатам моделирования, используя различные инструменты расчета и анализа. Основу выполнения лабораторной работы представляет интерактивный метод – обсуждение. Преподаватель дает задачу, которая содержит некоторую экономическую ситуацию (проблему), требующую своего решения теми методами, которые представлены в лабораторной работе. Студенты в ходе обсуждения вырабатывают варианты решения и затем проверяют их на компьютере. В качестве проверочного механизма могут выступать различные надстройки над электронными таблицами, например, штатное средство «Поиск решения».

Самостоятельная работа студента в основном направлена на отработку навыков решения оптимизационных задач. Содержание самостоятельной работы должно согласовываться с преподавателем в индивидуальном порядке с целью повышения ответственности студентов.

12 Методы контроля знаний и система присвоения баллов

Семестровый контроль проводится в форме зачета по двухбалльной системе («зачтено», «не зачтено»). Допуском к зачету является выполнение всех лабораторных работ. Лабораторная работа считается выполненной при соблюдении следующих условий:

- задание на лабораторную работу полностью выполнено;
- результаты решения задач соответствуют действующим стандартам и нормативам;
- студент способен обосновать полученный результат;
- студент может подкрепить результаты знанием теоретических основ по рассматриваемой проблеме.

При сдаче зачета рекомендуются следующие критерии оценивания знаний, умений и навыка студента.

Ответы на поставленные вопросы полные и теоретически обоснованные или раскрывают их сущность без необходимой детализации или в основном раскрывают сущность проблемы. Даны правильные ответы на дополнительные вопросы – зачтено.

Ответы на основные вопросы не вскрывают сущность рассматриваемой проблемы. На большую часть дополнительных вопросов ответов не найдено - не зачтено.

Преподаватель имеет право задавать студентам дополнительные теоретические вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

13 Перечень вопросов, выносимых на семестровый контроль

Зачет (4 семестр)

1. Что называется математической моделью? Перечислите этапы построения модели. Объясните их
2. Приведите примеры построения оптимизационных моделей (задача о плане производства и задача о рационе)
3. Сформулируйте базовые понятия выпуклого анализа: выпуклое множество, проекция, опорная гиперплоскость, крайние точки, выпуклая (вогнутая) функция
4. Сформулируйте основные теоремы выпуклого анализа: теорема об опорной гиперплоскости, теорема о разделяющей гиперплоскости, теорема Фаркаша
5. Сформулируйте основные свойства выпуклых (вогнутых) функций

6. Приведите классификацию оптимизационных моделей математического программирования
7. Какое ограничение называется активным? Необходимые условия локального экстремума
8. Сформулируйте условия регулярности и условия регулярности Слейтера. Необходимые условия локального экстремума для выпуклых и линейных ограничений
9. Достаточное условие глобального минимума выпуклой задачи. Теорема Куна – Таккера
10. Дайте определение функции Лагранжа. Что называется седловой точкой? Сформулируйте критерий седловой точки. Критерий оптимальности Куна – Таккера выпуклой модели
11. Эквивалентные оптимизационные модели. Прямая и двойственная линейные модели. Первая геометрическая интерпретация решения линейной модели
12. Сущность графического метода решения линейной оптимизационной модели
13. Пара двойственных условий. Свободные и закрепленные условия. Сформулируйте теоремы двойственности
14. Дайте алгебраическую характеристику угловой точки. Получите из этого результат о числе угловых точек допустимого множества. Базис угловой точки. Матрица базиса угловой точки
15. Формы задач линейного программирования. Приведение к каноническому виду. невырожденная угловая точка
16. Идея симплексного метода. Выбор столбца для ввода в базис. Выбор столбца для вывода из базиса
17. Структура симплексной таблицы
18. Алгоритм пересчета симплексной таблицы
19. Алгоритм симплексного метода
20. Алгоритм построения двойственной модели
21. Как применяются теоремы двойственности для решения двойственной модели?
22. Как проводится анализ чувствительности линейной оптимизационной модели?
23. Сущность метода ветвей и границ
24. Сущность метода Гомори отсекающих плоскостей
25. Постановка задачи динамической оптимизации
26. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана
27. Приведите уравнения Беллмана
28. Алгоритм прямой прогонки
29. Алгоритм обратной прогонки
30. Сформулируйте понятие локального экстремума, условного локального экстремума.
31. Сформулируйте необходимое условие локального экстремума. Дайте определение стационарной точки
32. Сформулируйте достаточное условие локального экстремума
33. Приведите определение функции Лагранжа
34. Сформулируйте необходимое условие условного локального экстремума. Дайте определение условно стационарной точки
35. Сформулируйте достаточное условие условного локального экстремума
36. Типовая схема размещения данных для «Поиска решения»
37. Методы оптимизации, реализованные в «Поиске решения»
38. Структура диалоговых окон «Поиска решения»
39. Резолюции по результатам решения задачи, объявляемые в «Поиске решения»
40. Вывод результатов прямой и двойственной задач в «Поиске решения»
41. Решение задач нелинейного программирования в «Поиске решения»
42. Табличная реализация симплекс-метода в Excel

14 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Карманов В. Г. Математическое программирование. Учеб. пособие. / В. Г. Карманов – 6-е

- изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Физматлит», 2008. – 264 с.
2. Кузнецов Ю. Н. Математическое программирование. Учеб. пособие. / Ю. Н. Кузнецов, В. И. Кузубов, А. Б. Волощенко – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Высшая школа», 1980 – 300 с.
 3. Абрамов Л. М. Математическое программирование. / Л. М. Абрамов, В. Ф. Капустин – Л.: Изд-во. Ленингр. ун-та, 1976. – 184 с.
 4. Мину М. Математическое программирование. Теория и алгоритмы. / М. Мину – пер. с фр. и предисловие А. И. Штерна – М.: «Наука» гл. ред. физ. – мат. лит., 1990. – 488 с.
 5. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. Учебное пособие. / И. Л. Акулич – 3-е изд., испр. – СПб: «Лань», 2011. – 352 с.
 6. Юдин Д. Б. Линейное программирование: Теория, методы и приложения. / Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн – 2-е изд. – М.: «URSS», 2012. – 424 с.
 7. Ашманов С. А. Линейное программирование. / С. А. Ашманов – М.: «Наука» гл. ред. физ. – мат. лит., 1981. – 340 с.
 8. Таха Х. А. Введение в исследование операций. / Х. А. Таха – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.
- Дополнительная литература
9. Конюховский П. В. Математические методы исследования операций в экономике. / П. В. Конюховский – СПб: Питер, 2002. – 208 с.
 10. Кремер Н. Ш. Исследование операций в экономике. Учебное пособие. / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман; Под ред. Н. Ш. Кремера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2013. - 440с.
 11. Гуляев М. В. Решение задач математического программирования в электронных таблицах Excel: Учебное пособие. – Керчь: КМТИ, 1999. - 53с.
 12. Курицкий Б. Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. – СПб: BHV-Санкт-Петербург, 1997. - 384с.
 13. Матряшин Н.П., Макеева В.К. Математическое программирование / Н. П. Матряшин, В. К. Макеева. - Харьков: Высшая школа, 1978. - 160с.
 14. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебное пособие / под ред. В. В. Федосеева. - М.: ЮНИТИ, 1999. - 391с.
 15. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике: учебник / О.О. Замков, Ю. А. Черемных, А. В. Толстопятенко. – М.: МГУ, издательство ДИС, 1998. - 368с.
 16. Ларионов А.И. и др. Экономико-математические методы в планировании / А. И. Ларионов, Т. И. Юрченко, А. П. Новоселов. – М.: Высшая школа, 1991. - 240с.
 17. Экономико-математические методы и модели в управлении морским транспортом: Учебник / под ред. Е. Н. Воеводского – М.: Транспорт, 1988. - 384с.

15 Информационные ресурсы

1. Основы оптимизации. Курс лекций / Новикова Н.М. <http://www.ccas.ru/depart/malashen/53/kmsu.htm>
2. Решение задач оптимизации. Математическое программирование. <http://www.matprog.com/>
3. Оптимизационные модели в экономике. Практикум / Мартышенко С.Н. <http://abc.vvsu.Ru/Books/przadachi/>
4. Методы дискретного программирования. Математические методы исследования операций в экономике <http://rudocs.exdat.com/docs/mdex-37231.html?page=8>

16 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные занятия проводятся в закрепленных за кафедрой аудиториях согласно расписанию. При подготовке по данной дисциплине используется аудиторный фонд (столы, стулья, доска).

В учебном процессе используются также компьютеры для проведения лабораторных работ. Основная программа – электронные таблицы, например Excel в MS Windows или Gnumeric в Linux, с установленными надстройками «Поиск решения» Студенты имеют доступ к ресурсам электронной библиотечной системы издательства «Лань».