

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт социально-экономического развития территорий
Российской академии наук

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Направления подготовки:

38.03.01 – Экономика (уровень бакалавриата);

38.04.01 – Экономика (уровень магистратуры).

Вологда · 2017

УДК 330.4(075.8)
ББК 65.050.03я73
М34

М34 Математическое моделирование в экономике [Текст] : методические указания по изучению дисциплины / сост. Д.А. Алферьев. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2017. – 19 с.

В методических указаниях по изучению дисциплины «Математическое моделирование в экономике» изложены программа курса, контрольные вопросы к зачетам и экзаменам, примерные темы работ к самостоятельному изучению, описание требований к выполнению контрольных работ.

Предназначены для преподавателей вузов и студентов экономических специальностей.

*Рекомендовано к печати
Учебно-методическим советом ИСЭРТ РАН*

**УДК 330.4(075.8)
ББК 65.050.03я73**

Составитель:
Алферьев Д.А.,
инженер-исследователь ИСЭРТ РАН

Рецензент:
Мегляхин А.И.,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры экономической теории, учета и анализа
Вологодского государственного университета

© Алферьев Д.А., 2017
© ИСЭРТ РАН, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Содержание тем курса.....	7
2. Контрольные вопросы к зачету (экзамену)	13
3. Примерные темы работ для самостоятельного изучения	14
4. Рекомендации по проведению контрольной работы	15
5. Список источников	16

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания состоят из введения, программы курса (содержание тем курса, тематические планы курса, список источников и литературы), контрольных вопросов к зачетам и экзаменам, примерных тем работ к самостоятельному изучению, описания требований к выполнению итоговой контрольной работы.

Все части методических указаний взаимосвязаны таким образом, чтобы создать целостную картину изучения курса преподаваемой дисциплины.

Курс основывается на знаниях дисциплин «Математика», «Теория вероятностей», «Информатика», «Экономическая информатика», «Микроэкономика», «Макроэкономика», «История экономических учений», «Мировая экономика».

Знания, полученные в курсе «Математическое моделирование в экономике», используются при изучении экономических дисциплин, требующих формализованных средств анализа и принятия эффективных экономических решений.

Курс «Математическое моделирование в экономике» обобщает теоретические, экспериментальные, методические работы и современную практику в области исследования экономических объектов и теории принятия решений, моделирования и организации социально-экономических систем, а также совершенствования их функционирования на основе результатов формализованного анализа. Рынок, условия острой конкурентной борьбы повышают значение рационального создания и осуществления различных проектов, при этом возникают проблемы построения сложной системы, обеспечения ее эффективного функционирования на основе анализа и реализации управленческих решений. Теория экономико-математических моделей (ЭММ) является методологической основой анализа и принятия таких эффективных решений.

Объектами изучения в курсе выступают системы различного класса:

- индивидуальные участники рынка;

- производственно-технологические системы, когда объектом управления является совокупность технологического оборудования и реализованного посредством него завершеного производственного процесса;
- системы экономико-организационного типа, объектами управления в которых являются коллективы людей (предприятия и организации);
- социально-экономические системы, объединяющие экономическую систему (общественное производство), ее социальную инфраструктуру, а также комплекс информационных ресурсов, систему управления общественными процессами;
- мировые социально-экономические комплексы, представляющие собой сложное переплетение ряда социально-экономических систем.

Основная цель курса – изучение современных методов экономико-математического моделирования.

Основная цель экономико-математического моделирования – определение научно обоснованных рекомендаций о путях, средствах и методах повышения действенности и эффективности экономических процессов, поэтому изучение дисциплины целесообразно сочетать со знаниями, полученными из цикла экономических, правовых, управленческих и общеобразовательных, а также инженерных и естественно-научных дисциплин.

Основной предмет экономико-математического моделирования – исследование процессов принятия экономических решений.

Основной метод экономико-математического моделирования – создание и анализ формальными, математическими методами идеальных моделей экономических процессов, подготовка принятия экономических решений.

Основными задачами курса являются:

- обсуждение основных понятий современной экономической теории с точки зрения возможности моделирования социально-экономических процессов;
- ознакомление с основными проблемами принятия экономических решений;
- ознакомление с основными типами ЭММ;
- ознакомление с прикладными моделями, описывающими функционирование моделируемых систем в различных областях человеческой деятельности;

- ознакомление с формальным аппаратом анализа ЭММ;
- выработка практических навыков построения и анализа теоретических моделей и их приложений в условиях рыночной экономики.

В результате освоения курса студент должен

знать:

- методы проведения исследований;
- методы анализа исходных данных;
- основные понятия, используемые в теории ЭММ;
- основные модели теоретического исследования систем принятия решений;
- методы анализа построенных формализованных моделей;
- основные алгоритмические и программные средства реализации процедур решения возникающих математических задач;

уметь:

- формулировать задачи в соответствующей области деятельности на языке ЭММ;
- разрабатывать методы решения формализованных задач;
- осуществлять поиск их решения на основе стандартных ППП.

Особенности курса. Курс «Математическое моделирование в экономике» является авторским. В нем значительное место уделено рассмотрению и изучению вопросов, связанных с практическим решением задач и проблем организации и совершенствования систем принятия решений, в том числе самостоятельной разработке студентами практических задач с использованием современных методологических концепций и процедур, изложенных в соответствующих разделах дисциплины. При изучении теоретических основ ставится задача освоения понятийного аппарата, терминологии, определений и формулировок, используемых в современной практике управления социально-экономическими процессами, а также теоретических моделей и методологии их применения при исследовании систем принятия экономических решений.

Основные методы изучения курса:

- изучение курса лекций;
- анализ основной и дополнительной литературы;
- анализ зарубежного опыта экономико-математического моделирования;
- анализ конкретных проектов компаний, действующих на российском рынке.

Основные формы проведения занятий:

- лекции;
- разработка моделей конкретных экономических объектов;
- самостоятельная работа студентов.

В процессе изучения курса проводится рейтинговый контроль знаний студентов. Он предполагает учет результатов блиц-контрольных работ (опросов), степени участия студентов в обсуждении вопросов при проведении семинаров.

1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ КУРСА

1.1. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

1 занятие (лекция)

Общее понятие об экономико-математических моделях: модели воспроизводства капитала; модели леонтьевского типа (В. Леонтьев, Дж. фон Нейман, Д. Гейл, М. Моришима); классические модели экономического равновесия (Л. Вальрас, К. Эрроу, Ж. Дебре); модели государственного регулирования экономики: кейнсианские модели, монетаристские модели; модели эндогенно-инвестиционного управления экономикой; модели, основанные на микродинамическом подходе моделирования экономики; модели коллективного поведения в экономических процессах; моделирование экономических укладов.

2 занятие (лекция)

Сущность процесса моделирования.

Понятие модели и моделирования; этапы процесса моделирования: построение модели, изучение модели, перенос знаний с модели на оригинал, применение модели; основные типы моделей социально-экономических систем: макро- и микроэкономика, классификация экономико-математических моделей. Классификация математических моделей.

Материальные и идеальные модели; структурные и функциональные модели; другие признаки классификации моделей. Примеры моделей различных типов.

Построение математических моделей. Этапы построения и исследования математических моделей; экзогенные и эндогенные пере-

менные, переменные управления, активные средства; примеры построения математических моделей.

3 занятие (семинар и контрольный срез)

Проведение семинарских занятий по пройденным темам.

1.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МИКРОЭКОНОМИКЕ

1.2.1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ФИРМЫ

4 занятие (лекция)

Основная технологическая схема исследования микроэкономического объекта: рынок ресурсов, технология производства, рынок сбыта. Описание основных бизнес-процессов микроэкономических объектов: задача оптимального планирования, задача о выпуске комплектной продукции, задача о диете, задача о раскрое, транспортная задача.

1.2.2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

5 занятие (лекция)

Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Основные определения (допустимые решения, допустимое множество, оптимальные решения). Основные элементы ЗЛП. Формы записи задач линейного программирования.

Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач линейного программирования.

Основные свойства задачи линейного программирования. Выпуклые многогранные множества и множество допустимых решений: крайняя точка (вершина) множества, выпуклость множества решений задачи линейного программирования.

Опорное (базисное) решение задачи линейного программирования. Вырожденность. Связь между опорными решениями и крайними точками допустимого множества. Теоремы о необходимом и достаточном признаке крайней точки. Теорема о достижении оптимального решения задачи линейного программирования в крайней точке (в случае не единственности в любой выпуклой линейной комбинации крайних точек).

1.2.3. ПРОБЛЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ, СИМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД

6 занятие (лекция)

Основы симплексного метода. Алгебра симплексного метода. Общая характеристика симплексного метода как метода направленного перебора опорных планов задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация. Построение опорного плана. Процедура перехода от одного опорного плана к другому опорному плану задачи линейного программирования.

Симплексная таблица. Направленный переход к новому опорному плану задачи линейного программирования. Построение симплексной таблицы. Алгоритм симплексного метода. Вырожденность. Устранение зацикливания.

Методы отыскания первоначального опорного плана задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса. Применение компьютеров для решения задач линейного программирования.

7 занятие (практика)

Решение задач оптимального планирования, выпуска продукции, формирования диеты, раскроя материала, транспортной задачи и прочих классических задач линейного программирования.

1.2.4. ТЕОРИЯ ДВОЙСТВЕННОСТИ И АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

8 занятие (лекция)

Понятие двойственности. Взаимно двойственные задачи. Правила их построения.

Первая теорема двойственности (о существовании оптимальных решений пары двойственных задач). Вторая теорема двойственности (теорема равновесия). Экономическая интерпретация двойственных задач и утверждений теории двойственности. Объективно обусловленные оценки. Роль теории двойственности при анализе чувствительности. Приложения анализа чувствительности.

9 занятие (практика)

Решение двойственных задач линейного программирования.

1.2.5. МЕТОДЫ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

10 занятие (лекция)

Задача о назначениях, задача коммивояжера. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Примеры.

Понятие сетевого графика. Основные понятия и определения. Критический путь. Резервы времени выполнения работ. Примеры.

11 занятие (практика)

Решение типовых задач по пройденной теме.

1.2.6. МЕТОДЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

12 занятие (лекция)

Задача о рюкзаке. Рекуррентные соотношения Беллмана. Примеры решения задач.

13 занятие (практика)

Решение типовых задач по пройденной теме.

14 занятие (практика)

Контрольный срез по теме «Математическое моделирование в микроэкономике».

1.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАКРОЭКОНОМИКЕ

1.3.1. МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЕВА

15 занятие (лекция)

Общая схема модели межотраслевого баланса; основные предположения модели Леонтьева, модель национальной экономики, модель международного обмена.

Понятие продуктивности модели Леонтьева, экономическое содержание продуктивности модели, коэффициенты прямых, косвенных и полных затрат.

Коэффициенты трудовых затрат, лимит по использованию трудовых ресурсов, задача оптимизации национальной экономики при ограниченных трудовых ресурсах.

1.3.2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ НЕОТРИЦАТЕЛЬНЫХ МАТРИЦ

16 занятие (лекция)

Основные математические определения и утверждения теории неотрицательных матриц и их интерпретация. Собственные значения и собственные векторы матрицы Леонтьева. Теорема Фробениуса-Перрона, разложимость технологической матрицы, блоки стран мировой торговой системы.

17 занятие (практика)

Решение типовых задач по пройденной теме.

1.3.3. Моделирование экономических отношений на языке теории графов

18 занятие (лекция)

Понятие графа, вершины, дуги; путь, длина пути, ориентированный граф, знаковый граф, понятие импульсного процесса, сценарий развития импульсного процесса, управление импульсным процессом, критерии эффективности управления импульсным процессом.

Отображение экономических показателей и связей между ними с помощью графов, интерпретация импульсного процесса на графах, примеры ЭММ на графах: программа 500 дней, «Киото протокол», «Модель развития региональной экономики».

19-20 занятия (практика)

Решение типовых задач по пройденной теме.

21 занятие (практика)

Контрольный срез по теме «Математическое моделирование в макроэкономике».

1.4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

1.4.1. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КОНФЛИКТА ИНТЕРЕСОВ

22 занятие (лекция)

Объективная неопределенность как результат самостоятельности и деловой активности экономических агентов. Основные типы неопределенности в экономике: вероятностная, игровая, рефлексивная. Недостаточная информированность как источник субъективной неопределенности. Рефлексия как источник субъективной неопределенности.

Субъекты действия в социально-экономической системе, контролируемые и неконтролируемые факторы модели, стратегии поведения субъектов, критерии эффективности субъектов действия.

Экономический способ формирования критериев, критические состояния объекта, последовательное достижение частных целей, логическое объединение критериев, обобщенное логическое объединение, случайное и неопределенное объединение, элементарные действия над целями, полнота системы элементарных действий над критериями.

1.4.2. Основы теории игр

23 занятие (лекция)

Формальная модель конфликта, игроки и их функции выигрыша, коалиции действия, коалиции интересов, ходы и стратегии игроков, исход конфликта. Классификация игр; матричные игры: верхняя и нижняя цена игры, седловые точки, решение игры; существование седловой точки для выпукло-вогнутых игр; примеры матричных игр; имеющих седловые точки; доминирование стратегий; решение матричной игры в смешанных стратегиях; основная теорема матричных игр; сведение поиска решения матричной игры к решению задачи линейного программирования. Геометрическое решение матричных игр. Примеры применения теории игр в практике принятия экономических решений.

24-25 занятия (практика)

Решение типовых задач по пройденной теме.

26 занятие (практика)

Контрольный срез по теме «Математические методы принятия экономических решений в условиях неопределенности».

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ (ЭКЗАМЕНУ)

1. Экономико-математические методы как методологическая основа теории принятия экономических решений.

- 1) Основные математические модели экономической теории.
- 2) Классификация и методы анализа проблем принятия экономических решений.
- 3) Сущность процесса моделирования.

2. Математическое моделирование в микроэкономике.

- 1) Задача оптимального планирования.
 - 2) Задача о выпуске комплектной продукции.
 - 3) Задача о диете.
 - 4) Задача о раскрое.
 - 5) Транспортная задача.
 - 6) Основные элементы ЗЛП. Формы записи задач линейного программирования.
 - 7) Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач линейного программирования.
 - 8) Симплекс-метод решения ЗЛП.
 - 9) Понятие двойственности. Взаимно двойственные задачи. Правила их построения.
 - 10) Теоремы двойственности и их экономическая интерпретация.
 - 11) Задача о назначениях, задача коммивояжера. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Примеры.
 - 12) Понятие сетевого графика. Основные понятия и определения. Критический путь. Резервы времени выполнения работ. Примеры.
 - 13) Задача о рюкзаке. Рекуррентные соотношения Беллмана. Примеры решения задач.
3. Математическое моделирование в макроэкономике.
- 1) Схема межотраслевого баланса.
 - 2) Продуктивность модели Леонтьева.
 - 3) Моделирование использования трудовых ресурсов в модели Леонтьева.

- 4) Основные понятия и утверждения теории неотрицательных матриц.
 - 5) Сценарное исследование макроэкономических объектов на языке ориентированных графов.
 - 6) Моделирование программы «500 дней».
 - 7) Моделирование программы «Киото протокол».
 - 8) Моделирование развития региональной экономики.
 - 9) Обоснование экономических решений в условиях конфликта интересов.
 - 10) Основные понятия теории игр.
 - 11) Примеры моделирования конфликтных ситуаций в экономике.
 - 12) Модель производства продукции в условиях конкуренции.
4. Математические методы принятия экономических решений в условиях неопределенности.
- 1) Типы неопределенности в экономике. Примеры.
 - 2) Методы свертки показателей эффективности.
 - 3) Формальная модель конфликта и классификация игр. Примеры.
 - 4) Матричные игры.

3. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РАБОТ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

1. Исследование эффективности управления финансовой безопасностью.
2. Модели и методы исследования риска в инновационных проектах.
3. Моделирование законодательных инициатив: «Закон о разделе продукции».
4. Моделирование индивидуального и группового выбора в условиях финансового рынка.
5. Моделирование коррупции в организационных системах управления.
6. Финансово-экономический менеджмент коммерческого банка.
7. Разработка методики анализа действий конкурентов на рынке информационных технологий.
8. Разработка методики анализа регионального финансового рынка.
9. Разработка методики проведения сценарного анализа устойчивости финансового положения предприятия.
10. Разработка технико-экономического обоснования проекта создания предприятия (для выбранной сферы деятельности).

11. Расчет интегральной компромиссной оценки социально-экономического развития региона.
12. Современные модели разработки национальных бюджетов.
13. Сценарный анализ финансового рынка.
14. Сценарный анализ финансового менеджмента.
15. Сценарное исследование регионального развития.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом в соответствии с предложенным преподавателем вариантом выполнения итоговой контрольной работы по завершении разделов дисциплины.

Контрольная работа содержит 3 вопроса по основным темам изучаемого курса: один теоретический вопрос и два практических задания.

Для каждой задачи должен быть указан метод ее решения.

Примерный вариант представлен далее.

Контрольная работа по курсу «Математическое моделирование в экономике»

Задача 1. Найти оптимальное решение прямой и двойственной задач:

целевая функция: $F = -3x_1 - 4x_2 \rightarrow \min$

при ограничениях:

$$x_1 \geq 10,$$

$$x_2 \geq 5,$$

$$x_1 + x_2 \leq 20,$$

$$-x_1 + 4x_2 \leq 20,$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Будет ли продуктивна модель Леонтьева с матрицей?

20	0	0	0
0	0	34	0
5	0	0	3

Задача 3. Экономическая и математическая постановка транспортной задачи.

5. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Учебники и учебные пособия

1. Андреева, М. В. Экономическая оценка инвестиций [Текст] : методическое пособие по дисциплине / М. В. Андреева. – Вологда : ВоГТУ, 2007. – 64 с.

2. Ашманов, С. А. Линейное программирование : учебное пособие для вузов [Текст] / С. А. Ашманов. – М. : Наука, 1981. – 296 с.

3. Исследование операций в экономике: учебное пособие для вузов [Текст] / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман ; под ред. проф. Н. Ш. Кремера. – М. : ЮНИТИ, 2003. – 407 с.

4. Калихман, М. Н. Сборник задач по математическому программированию [Текст] / М. Н. Калихман. – М. : Высшая школа, 1975. – 250 с.

5. Капустин, В. Ф. Практические занятия по курсу математического программирования [Текст] / В. Ф. Капустин. – Л. : ЛГУ, 1976. – 192 с.

6. Костромин, А. В. Конспект лекций по курсу «ЭКОНОМЕТРИКА» для студентов III курса дневного отделения всех специальностей. Часть II [Текст] / А. В. Костромин. – Казань : КГФЭИ, 2004. – 48 с.

7. Красс, М. С. Математика для экономистов [Текст] : учебное пособие / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. – СПб. : Питер, 2010. – 464 с.

8. Кулаичев, А. П. Методы и средства комплексного анализа данных [Текст] : учебное пособие / А. П. Кулаичев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2011. – 512 с.

9. Лабскер, Л. Г. Вероятностное моделирование в финансово-экономической области: учебное пособие [Текст] / Л. Г. Лабскер. – 2-е изд. М. : ИНФРА-М, 2010. – 172 с.

10. Левин, Д. М. Статистика для менеджеров с использованием Microsoft Excel [Текст] / Д. М. Левин, Дэвид Стефан, Тимоти С. Кребиль, Марк Л. Беренсон. – 4-е изд. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1312 с.

11. Малыхин, В. И. Математическое моделирование экономики: учебно-практическое пособие для вузов [Текст] / В. И. Малыхин. – М. : УРАО, 2007. – 160 с.

12. Математические методы в экономике [Текст] : учебник / О. О. Замков, А. В. Толстопятенко, Ю. В. Черемных ; под общ. ред. д.э.н., проф. А. В. Сидоровича. – 5-е изд., испр. – М. : Издательство «Дело и Сервис», 2009. – 384 с.

13. Петросян, Л. А. Теория игр [Текст] : учебник / Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. В. Шевкопляс. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.

14. Сидоренко, М. Г. Статистика : учебное пособие [Текст] / М. Г. Сидоренко. – М. : ФОРУМ, 2011. – 160 с.

15. Шикин, Е. В. Исследование операций [Текст] : учебник / Е. В. Шикин. – М. : Проспект, 2006. – 280 с.

16. Эконометрика [Текст] : учеб. / под ред. И. И. Елисеевой. – М. : Проспект, 2010. – 288 с.

Справочная литература

1. Вирченко, Н. А. Графики функций [Текст] : справочник / Н. А. Вирченко, И. И. Ляшко, К. И. Швецов. – Киев : Наук. думка, 1979. – 320 с.

2. Математика и кибернетика в экономике [Текст] : словарь-справочник. – М. : Экономика, 1975. – 700 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Айвазян, С. А. Анализ качества и образа жизни населения [Текст] / С. А. Айвазян. – М. : Наука, 2012. – 432 с.

2. Айвазян, С. А. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) [Текст] / С. А. Айвазян, В. С. Степанов, М. И. Козлова // Прикладная эконометрика. – 2006. – № 2. – С. 18–84.

3. Аллен, Р. Экономические индексы [Текст] / Р. Аллен. – М. : Статистика, 1980. – 310 с.
4. Алферьев, Д. А. Прогноз развития инновационной активности в России [Текст] / Д. А. Алферьев // Проблемы развития территории. – 2015. – № 6 (80). – С. 201–213.
5. Алферьев, Д. А. Модель прогнозирования темпов индекса потребительских цен (инфляции) на примере РФ [Электронный ресурс] / Д. А. Алферьев // Социальное пространство. – 2016. – № 1. – Режим доступа : <http://sa.vscs.ac.ru/article/1806>
6. Алферьев, Д. А. Применение метода главных компонент при оценке параметров научно-технологического потенциала [Электронный ресурс] / Д. А. Алферьев // Вопросы территориального развития. – 2016. – № 4. – Режим доступа : <http://vtr.vscs.ac.ru/article/1977>
7. Кендюхов, А. В. Использование метода главных компонент для оценки конкурентоспособности машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] / А. В. Кендюхов, Д. О. Толкачев // Маркетинг и менеджмент инноваций. – 2013. – № 4. – С. 219–227. – Режим доступа : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/ru/journals/2013/4/219-227>
8. Кононов, Д. А. Формирование сценариев развития макроэкономических процессов на базе использования языка знаковых графов [Текст] / Д. А. Кононов, В. В. Кульба // Моделирование экономической динамики: риск, оптимизация, прогнозирование. – М. : МГУ, 1997. – С. 7–33.

Алферьев Дмитрий Александрович

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ**
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Редакционная подготовка

И.А. Кукушкина

Технический редактор

В.В. Ригина

Подписано в печать 07.03.2017.

Формат 60×84/16. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 1,1. Тираж 50 экз. Заказ № 76.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт социально-экономического развития территорий РАН
(ИСЭРТ РАН)

160014, г. Вологда, ул. Горького, 56а
Телефон: 59-78-03, e-mail: common@vscc.ac.ru