

Ульяновский государственный университет

Институт экономики и бизнеса

Кафедра цифровой экономики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
И ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы оптимизации»**

для направления подготовки

38.03.05 Бизнес-информатика, профиль «Цифровая экономика»

Ульяновск – 2019

Методические рекомендации по самостоятельной работе и изучению дисциплины **«Методы оптимизации»** для направления подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, профиль «Цифровая экономика» / Составитель Мартыненко Ю.В. УлГУ, Институт Экономики и Бизнеса. - Ульяновск, 2019. – 33 с.

Рекомендовано к введению в образовательный процесс решением Ученого совета Института экономики и бизнеса УлГУ от 23 мая 2019 г., протокол № 222/08.

Настоящие методические рекомендации предназначены для студентов направления подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, профиль «Цифровая экономика»

Составитель: к.ф.-м.н., доцент кафедры цифровой экономики Мартыненко Ю.В.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина **«Методы оптимизации»** принадлежит вариативной части ОПОП ВО по направлению «Бизнес-информатика». Дисциплина изучается студентами 3 курса бакалавриата в 1 семестре.

Изучение дисциплины «Методы оптимизации» базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных у обучающихся в процессе изучения дисциплин Математические методы в экономике, Вероятностные методы в экономике, Дискретная математика, Статистика, Эконометрическое моделирование, а также прохождения практики: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

Параллельно с овладением знаниями, умениями и навыками, полученными в результате изучения дисциплины «Методы оптимизации» осваиваются знания, умения и навыки, получаемые в результате изучения дисциплин Анализ финансовых рынков, Оптимальное управление в экономических процессах (5 семестр), Экономико-математические модели (5 семестр).

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Методы оптимизации», необходимы для изучения дисциплин Математические модели рекламных воздействий, Оптимальное управление в экономических процессах (6 семестр), Экономико-математические модели (6 семестр), Актуарная математика/Страховая математика, Имитационное моделирование, Системы массового обслуживания/ Программные продукты моделирования систем массового обслуживания, Теория игр/Исследование операций, Теория классификации и кодирования информации/Основы теории информации, Численные методы, а также прохождения практик: Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика; в процессе прохождения государственной итоговой аттестации: при подготовке к сдаче и сдаче государственного экзамена, защите выпускной квалификационной

работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ(МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-17 способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Знать: основные классы оптимизационных задач; примеры практического применения оптимизационных задач; аналитические и численные методы решения оптимизационных задач. Уметь: строить модели оптимизационных задач для различных ситуаций; находить аналитическое решение для оптимизационных задач; использовать полученные результаты для принятия оптимальных решений; строить математические модели объектов профессиональной деятельности. Владеть: навыками моделирования конфликтных ситуаций распределения ограниченных ресурсов; навыками решения оптимизационных задач с помощью прикладного ПО; навыками построения математических моделей объектов профессиональной деятельности.
ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Знать: оптимизационные модели в экономике, управлении и ИКТ. Уметь: обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию об объектах профессиональной деятельности с помощью методов оптимизации Владеть: навыками решения профессиональных задач с помощью аналитических и численных методов оптимизации

ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины в зачетных единицах (всего:) 5 зачетных единиц

Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	3
1	2	3	4	5
Контактная работа с преподавателем в соответствии с УП	72	72		
Аудиторные занятия:	72	72		
Лекции	36	36		
Семинары и практические занятия	18	18		
Лабораторные работы, практикумы	18	18		
Самостоятельная работа	72	72		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др.(не менее 2 видов)	Тестирование, собеседование, практические задания, кейс-стади	Тестирование, собеседование, практические задания, кейс-стади		
Курсовая работа	отсутствует	отсутствует		
Виды промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен 36	Экзамен 36		
Всего часов по дисциплине	180	180		

Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции и	практические занятия, семинары	лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Сущность оптимизационных методов и задач	8	2	2	-	2	4	Тесты, практические задания, собеседования

							е
Основные классы оптимизационных задач в экономике	12	4	2	2	4	4	Тесты, практические задания, собеседование
Численные методы оптимизации	16	4	2	6	6	4	Тесты, практические задания
Модели управления запасами	46	6	6	4	8	30	Кейс-стади
Сетевое планирование	24	6	2	4	5	12	Кейс-стади
Нелинейное программирование	20	6	2	2	2	10	Практические задания
Многокритериальная оптимизация	18	8	2	-	-	8	Тесты, практические задания
Подготовка и сдача экзамена	36					36	
Итого	180	36	18	18	27	108	

ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины «**Методы оптимизации**» разбито на темы с определением количества как аудиторной, так и самостоятельной работы. Предусмотрены следующие виды аудиторной работы: лекции, практические занятия, лабораторные работы. Лекции составляют основу теоретической подготовки в рамках дисциплины «**Методы оптимизации**» и предусматривают преимущественную передачу учебной информации преподавателем обучающимся. Они дают систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывают основные приемы программирования на языке высокого уровня.

Специфика дисциплины «**Методы оптимизации**» обуславливает проведение следующих типов лекций:

- лекция-информация, ориентированная на изложение и объяснение информации, подлежащей осмыслению и

запоминанию обучающимся;

- проблемная лекция, где новое знание вводится через практическую задачу в области методов оптимизации;
- лекция-пресс-конференция, проводится как научно-практическое занятие с заранее поставленной проблемой и системой докладов.

Во время лекции обучающемуся рекомендуется писать ее конспект. Написание конспекта лекции формирует навыки выделения наиболее важных элементов изучаемого материала. Кроме этого, конспект позволяет зафиксировать в ходе проводимого занятия возникающие вопросы, подлежащие дальнейшему изучению за пределами лекционных занятий.

Практические занятия являются видом учебных занятий, направленных на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение ими умений и навыков. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекциях знания. Практическое занятие предполагает выполнение обучающимся практической работы. Специфика дисциплины **«Методы оптимизации»** обуславливает следующую форму проведения практических занятий: собеседование, выполнение практических заданий, решение кейсов (практических ситуаций). Поэтому перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории.

Лабораторные работы являются одним из видов практических занятий, проводимых с применением современных информационных технологий, на которых предполагается в значительной степени самостоятельное выполнение обучающимся задания, направленного на закрепление и углубление знаний, полученных на лекционных занятиях. Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в приложении к РПД **«Методы оптимизации»**.

Также по каждой теме дисциплины предусмотрен необходимый объем самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающегося – это

способ активного, целенаправленного приобретения обучающимся новых для него знаний, умений и навыков с участием и без участия в этом процессе преподавателя. Самостоятельная работа проводится с целями: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся; углубления и расширения теоретических знаний; формирования умений использовать нормативную, справочную и иную необходимую документацию и специальную литературу; приобретения навыков решения профессиональных задач.

Рекомендуется, что необходимый объем самостоятельной работы по теме осваивается обучающимся через текущую самостоятельную работу и внеаудиторную самостоятельную работу.

Текущая самостоятельная работа обеспечивает подготовку к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям в рамках изучения дисциплины. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа – это часть учебного процесса, выполняемая обучающимся во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Она направлена на углубление и закрепление знаний обучающегося, полученных им на аудиторных занятиях, формирование и развитие соответствующих компетенций, умений и навыков. Дисциплина **«Методы оптимизации»** предусматривает самостоятельную работу в виде подготовки к собеседованию, проработки учебного материала, подготовки к тестированию, подготовки к выполнению практических заданий и кейсов, подготовки к выполнению лабораторных работ. Также эта форма самостоятельной работы включает в себя подготовку к экзамену по дисциплине.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Подготовка к лекциям включает в себя проработку конспекта лекций и самостоятельное изучение литературы. Необходимость самостоятельной работы по подготовке к лекциям определяется тем, что изучение дисциплины строится по определенной логике освоения ее тем, представленных в рабочей программе дисциплины. Преподаватель при чтении новой лекции указывает на связь ее содержания с тем, которое было прежде изучено. Поэтому, если предыдущие лекции были пропущены, возникают сложности с освоением нового материала. Качество освоения содержания дисциплины прямо зависит оттого, насколько обучающийся сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине.

Рекомендуется следующая схема работы. Перед лекцией следует ознакомиться с соответствующим материалом из учебной литературы. Это позволит лучше усвоить содержание лекции. Во время лекции составляется ее конспект, в котором зафиксированы основные положения лекции, а также изученные примеры, комментарии к ним, и иная информация, которую обучающийся считает нужным зафиксировать. После прохождения лекции рекомендуется повторно обратиться к учебной литературе, сопоставить полученную информацию, и, при необходимости, дополнить конспект. Также следует составить список вопросов, оставшихся непонятыми, чтобы на следующем занятии обратиться к преподавателю за разъяснением.

Тема 1. Сущность оптимизационных методов и задач

Лекция 1 – [1, глава 1]; [2, глава 1]

Тема 2. Основные классы оптимизационных задач в экономике

Лекция 1 – [1, глава 1]; [3, глава 1]

Лекция 2 – [1, глава 1]; [4, глава 1]

Тема 3. Численные методы оптимизации

Лекция 1 – [2, глава 2]

Лекция 2 – [1, п.10.3-10.4]

Тема 4. Модели управления запасами

Лекция 1 – [1, глава 13]

Лекция 2 – [3, п.3.3]

Лекция 3 – в формате лекция-пресс-конференция, см. далее

Тема 5. Сетевое планирование и управление

Лекция 1 – [1, глава 14]

Лекция 2 – [3, п.3.5]

Лекция 3 – в формате лекция-пресс-конференция, см. далее

Тема 6. Нелинейное программирование

Лекция 1 – [1, глава 9]

Лекция 2 – [1, глава 10]

Лекция 3 – [1, глава 11]

Тема 7. Многокритериальная оптимизация

Лекция 1 – [3, глава 4]

Лекция 2 – [3, глава 4]

Лекция 3 – [3, глава 4]

Лекция 4 – [3, глава 4]

Практические занятия по дисциплине «**Методы оптимизации**» проводятся в форме собеседования по предложенным вопросам, индивидуального и группового выполнения практических заданий, кейсов.

Тема 1. Сущность оптимизационных методов и задач

По данной теме предусмотрено одно практическое занятие. В начале занятия 20 минут отводится на собеседование, закрепляющее изученный на лекциях материал. По желанию студента или по вызову преподавателя

студенты выступают по каждому из вопросов, остальные дополняют и развивают сообщения своих товарищей, преподаватель резюмирует ход обсуждения. Далее обучающиеся выполняют практические задания. Задания выполняются индивидуально с последующей проверкой и обсуждением результатов. По желанию обучающихся возможно совместное выполнение заданий, тогда каждый участник группы получает одну и ту же оценку.

Контрольные вопросы для собеседования:

1. Сформулируйте понятие «оптимизации». Приведите примеры сфер деятельности, где можно использовать методы оптимизации.
2. Когда были впервые заложены математические основы оптимизации? Причины, обусловившие развитие методов оптимизации в XX веке.
3. Постановка задачи оптимизации. Условия необходимые для постановки задачи оптимизации.
4. Сущность системного подхода при постановке задачи оптимизации.
5. Как определяется целевая функция?
6. Может ли целевая функция не зависеть от одной или двух из трех переменных задачи оптимизации?
7. Как определяется допустимое решение задачи оптимизации?
8. Что называется оптимальным решением задачи оптимизации?

Практические задания:

1.

Построить область допустимых решений задачи оптимизации

$$-x_1^2 + 2x_1x_2 - 2x_2^2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 10 \\ x_1 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2.

Построить область допустимых решений задачи оптимизации

$$2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

3. Является ли точка (2, 3) допустимым решением, сформулированной ниже, задачи оптимизации?

$$2x_1 + 7x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 20 \\ 3x_1 + 8x_2 \leq 18 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Тема 2. Основные классы оптимизационных задач в экономике

По данной теме предусмотрено одно практическое занятие. В начале занятия 20 минут отводится на собеседование, закрепляющее изученный на лекциях материал. По желанию студента или по вызову преподавателя студенты выступают по каждому из вопросов, остальные дополняют и развивают сообщения своих товарищей, преподаватель резюмирует ход обсуждения. Далее обучающиеся выполняют практические задания. Задания выполняются индивидуально с последующей проверкой и обсуждением результатов. По желанию обучающихся возможно совместное выполнение заданий, тогда каждый участник группы получает одну и ту же оценку.

Контрольные вопросы для собеседования:

1. Сущность и значимость экономико-математического моделирования.
2. Этапы экономико-математического моделирования.
3. Область применения экономико-математических моделей.
4. Для задачи составления плана производства описать переменные и параметры задачи.
5. Для задачи составления плана производства описать основные

экономические условия.

6. Для задачи составления плана производства сформулировать ограничения задачи.

7. Что принимается в качестве целевой функции в задаче составления плана производства?

8. Дать экономический смысл точного равенства в ограничении задачи составления плана производства.

9. Экономический смысл оптимального решения в задаче составления плана производства.

10. Экономический смысл строгого неравенства в ограничении задачи составления плана производства.

Практические задания:

Составить экономико-математическую модель заданной ситуации.

1. При изготовлении изделий И1 и И2 используются сталь и цветные металлы, а также токарные и фрезерные станки. По технологическим нормам на производство единицы изделия И1 требуется 300 и 200 станко-часов соответственно токарного и фрезерного оборудования, а также 10 и 20 кг соответственно стали и цветных металлов. Для производства единицы изделия И2 требуется 400, 100, 70 и 50 соответствующих единиц тех же ресурсов. Цех располагает 12400 и 6800 станко-часами соответственно токарного и фрезерного оборудования и 640 и 840 кг соответственно стали и цветных металлов. Прибыль от реализации единицы изделия И1 составляет 6 руб. и от единицы изделия И2 – 16 руб. Постройте математическую модель задачи, используя в качестве показателя эффективности прибыль и учитывая, что время работы фрезерных станков должно быть использовано полностью.

2. Для сохранения нормальной жизнедеятельности человек должен в сутки потреблять белков не менее 120 условных единиц (усл. ед.), жиров – не менее 70 и витаминов – не менее 10 усл. ед. Содержание их в каждой единице продуктов П1 и П2 равно соответственно (0,2; 0,075; 0) и (0,1; 0,1;

0,1) усл. ед. Стоимость 1 ед. продукта П1 – 2 руб., П2 – 3 руб. Постройте математическую модель задачи, позволяющую так организовать питание, чтобы его стоимость была минимальной, а организм получил необходимое количество питательных веществ.

3. В районе лесного массива имеются лесопильный завод и фанерная фабрика. Чтобы получить 2,5 куб.м. коммерчески реализуемых комплектов пиломатериалов, необходимо израсходовать 2,5 куб.м. еловых и 7,5 куб.м. пихтовых лесоматериалов. Для приготовления листов фанеры по 100 кв.м требуется 5 куб.м еловых и 10 куб.м. пихтовых лесоматериалов. Лесной массив содержит 80 куб.м. еловых и 180 куб.м. пихтовых лесоматериалов. Согласно условиям поставок, в течение планируемого периода необходимо произвести по крайней мере 10 куб.м. пиломатериалов и 1200 кв.м фанеры. Доход с 1 куб.м. пиломатериалов составляет 160 руб., а со 100 кв.м фанеры – 600 руб. Постройте математическую модель для нахождения плана производства, максимизирующего доход.

4. Предприятию необходимо изготовить два вида продукции А и В, с использованием трех видов ресурсов R_1 , R_2 , R_3 количество которых ограничено. Исходные данные задачи представлены в таблице:

Вид ресурсов	Количество ресурсов, идущих на изготовление единицы продукции		Запасы ресурсов
	А	В	
R_1	6	6	36
R_2	4	2	20
R_3	4	8	40
Цена продукции	12	15	

Требуется составить такой план выпуска продукции, чтобы при ее реализации получить максимальный доход.

5. На птицеферме употребляются два вида кормов - I и II. В единице массы корма I содержатся единица вещества А, единица вещества В и

единица вещества С. В единице массы корма II содержатся четыре единицы вещества А, две единицы вещества В и не содержится вещество С. В дневной рацион каждой птицы надо включить не менее единицы вещества А, не менее четырех единиц вещества В и не менее единицы вещества С. Цена единицы массы корма I составляет 3 рубля, корма II - 2 рубля. Составьте ежедневный рацион кормления птицы так, чтобы обеспечить наиболее дешевый рацион.

Тема 3. Численные методы оптимизации

По данной теме предусмотрено одно практическое занятие, на котором обучающиеся выполняют практические задания. Задания выполняются индивидуально с последующей проверкой и обсуждением результатов. По желанию обучающихся возможно совместное выполнение заданий, тогда каждый участник группы получает одну и ту же оценку.

Практические задания:

1. Записать общую схему и вычислительные формулы для нахождения экстремума функции $f(x) = x^3 - 2x^2 - x + 2$
 - А) градиентным методом
 - Б) методом золотого сечения
 - В) методом деления отрезка пополам
2. Записать общую схему и вычислительные формулы для нахождения экстремума функции $z = 2xy - 4x - 2y$, $z = Ax^{q_1}y^{q_2}$ методом Ньютона.

Тема 4. Модели управления запасами

По данной теме предусмотрено три практических занятия в формате кейс-стади. Кейс-стади сочетает в себе несколько методов и форм обучения (самостоятельная работа с литературой, анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм, работа в группах и т.д.). Общие рекомендации по решению кейсов см. далее **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕШЕНИЯМ КЕЙСОВ.**

По теме 4 каждое практическое занятие посвящено кейсу, в котором описывается ситуация в гипотетической организации, связанная с управлением материальными запасами. Необходимо предложить свое решение проблемы, описанной в кейсе, начиная свои рассуждения от возможности применить в данной ситуации изученные модели управления запасами, и далее развивая эти идеи. На занятии происходит ознакомление с постановкой проблемы и групповое обсуждение возможных путей решения. Далее кейсы выполняются самостоятельно, консультируясь по мере необходимости с преподавателем. Представление результатов проводится на завершающей по теме 4 лекции в формате пресс-конференции, детали согласовываются с обучающимися при обсуждении кейсов.

Кейс-стади:

1. Распределительный центр универмага специализируется на ежедневной покупке и хранении предметов торговли, вышедших из моды. Постоянный спрос на такие предметы поступает от многочисленных торговых точек универмага. В прошлом решения относительно того, когда и сколько товара заказывать, перекладывались на отдел поставки, главная задача которого состояла в том, чтобы приобрести продукцию в достаточно больших объемах, дабы гарантировать низкие закупочные цены. Эта стратегия применялась без надлежющего рассмотрения фактора хранения продукции. Действительно, решения относительно того, сколько товара закупать, основывались на годовой стоимости спроса на товар на уровне распределительного центра. Например, если единица продукции приобретается по цене 25 долл. и в год используется 10 000 единиц, то годовая стоимость спроса на этот товар составляет 250 000 долл. Отдел поставки руководствовался основным принципом: чем выше годовая стоимость спроса на товар, тем больше его следует запасать в распределительном центре. Этот принцип затем выражался в объеме запаса продукции, который должен храниться в распределительном центре в период между пополнениями. Например, отдел поставки мог закупать заранее

определенное количество продукции каждые три месяца.

Чтобы улучшить стратегию управления запасами, руководство универмага решило прибегнуть к услугам консультанта по исследованию операций. Изучив ситуацию, он пришел к выводу, что интенсивность потребления большинства видов продукции в распределительном центре с практической точки зрения является постоянной и что проводится политика отсутствия дефицита. Дальнейшее изучение показало, что стоимость хранения всех рассматриваемых видов продукции составляет один и тот же постоянный процент от закупочной цены.

Кроме того, стоимость размещения заказа для всех рассматриваемых видов продукции является одинаковой. С помощью этой информации консультант смог построить для каждого вида продукции соответствующую кривую, которая устанавливает связь годовой стоимости спроса на товар со средним временем между пополнениями товара. Эта кривая была затем использована для того, чтобы выяснить, какой продукции в настоящее время имеется излишний запас, а какой — недостаточный. Как консультант сделал это?

2. Месячная программа изготовления деталей типа «звездочка», выпускаемых механообрабатывающим цехом, составляет 2812 шт. Детали производятся на одной из однопредметных поточных линий, установленных в цехе. В месяце 19 рабочих дней, цех работает в две смены, продолжительность смены - 8 часов. Исходными заготовками все линии обеспечивает заготовительный участок цеха. Производительность участка — 60 заготовок в час. По системе транспортеров сделанные заготовки сразу передаются на заказавшую их поточную линию, где попадают либо в дальнейшую обработку, либо на склад. Заготовки для деталей «звездочка» заказывает старший мастер линии, где они производятся. Известны затраты, обусловленные наладкой оборудования заготовительного участка - 135 руб. и затраты хранения в течение месяца каждой заготовки на складе поточной

линии — 1,82 руб. Требуется разработать политику управления запасами для данного цеха.

3. Предположим, что вся деятельность в некоторой организации *СЕD* направлена на выпуск четырех продуктов: *A, B, B, Г*. Объемы производства этих продуктов соответствуют уровню потребности в них и составляют 30 тыс., 20 тыс., 4300 и 700 шт. соответственно. Цена за единицу продукции *A* и *B* — 4 у. е., за продукт *B* — 6,2 у. е. и *Г* — 6,5 у. е. На производство единицы продукции каждого вида затрачивается 0,02 трудо-часа производственных рабочих и 0,1 машино-часа. Известен уровень производственных затрат по продуктам.

Необходимо провести:

- 1) анализ расходов по видам деятельности традиционным способом и с использованием метода ABC;
- 2) сравнить системы; объяснить и конкретизировать, в каких обстоятельствах необходимо использовать каждую из систем.

Показатель	Управление машинами	Управление производственными циклами	Наладка машин	Поддержка продукции	Общие расходы, у. е.
Труд производственных рабочих с учетом дополнительных выплат		50%	45%	5%	72 000
Расходы на оргтехнику и программное обеспечение		60%		40%	25 000
Амортизация оборудования	100%				20 000
Ремонт и техническое обслуживание	100%				7500
Расходы на энергию	100%				2000
Расходы от выполнения видов деятельности, у. е.	29 500	51 000	32 400	13 600	126 500

Тема 5. Сетевое планирование и управление

По данной теме предусмотрено одно практическое занятие в формате кейс-стади. Кейс-стади сочетает в себе несколько методов и форм обучения (самостоятельная работа с литературой, анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм, работа в группах и т.д.). Общие рекомендации по решению кейсов см. далее **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕШЕНИЯМ КЕЙСОВ**.

По теме 5 практическое занятие посвящено кейсу, в котором описывается ситуация в реальной организации. Необходимо предложить свое решение проблемы, описанной в кейсе, начиная свои рассуждения от возможности применить в данной ситуации изученные модели сетевого планирования и управления, и далее развивая эти идеи. На занятии происходит ознакомление с постановкой проблемы и групповое обсуждение возможных путей решения. Далее кейсы выполняются самостоятельно, консультируясь по мере необходимости с преподавателем. Представление результатов проводится на завершающей по теме 5 лекции в формате пресс-конференции, детали согласовываются с обучающимися при обсуждении кейсов.

Кейс-стади (по материалам onagile.ru):

В 1975 году небольшая фабрика одежды, которой владел Амансио Ортега Гаона, оказалась на грани банкротства по причине внезапной отмены крупного заказа, в который были вложены все оборотные средства. Найти другого покупателя на уже изготовленную продукцию не удалось, и тогда у Ортега не осталось другого выхода, кроме как продать товар самостоятельно. Это и стало причиной открытия первого розничного магазина ZARA. Из этой истории Ортега вынес главный урок, который определил будущую стратегию ZARA: «Чтобы добиться успеха, нужно одной рукой держаться за фабрику, а другой за покупателя».

В ZARA очень малый процент распродаж: более 85% товаров ZARA продает по обычной цене, в то время как у конкурентов этот показатель составляет лишь 60-70%. Этого удалось достичь благодаря использованию подхода «Точно вовремя», который был разработан в компании Toyota в 1948 году. В понятиях Toyota этот термин означает «делать только то, что необходимо, когда это необходимо, и только в необходимом количестве». Эта методика нацелена на уменьшение потерь и несоответствий, на исключение ненужных этапов рабочего процесса, что в итоге приводит к повышению продуктивности.

Термин «Точно вовремя» широко использовался в бизнес-среде в 80-х годах, но начиная с 90-х годов этот подход начали называть термином «Lean». В самостоятельной форме термин «Lean» обычно не переводится на русский, однако в словосочетаниях, таких как «Lean Production», «Lean Software Development», переводят как прилагательное: «Бережливое производство», «Бережливая разработка программного обеспечения».

Именно с помощью подхода «Точно вовремя», или «Lean», компании ZARA удалось сломать привычные правила игры в индустрии моды, обеспечив практически непрерывное обновление коллекций, и свести складские запасы к минимуму. Это значит, что если модель оказалась неудачной и не продается, то это не приводит к существенным потерям. И в то же время, если одна из моделей вдруг пользуется высоким спросом, то ZARA оперативно производит необходимое количество нужного товара.

Поток единичных изделий (One Piece Flow) — способ организации производства, предложенный Тайити Оно, главой компании Toyota. Это система, при которой изделия обрабатываются по одному либо небольшими партиями в соответствии с запросами потребителей. Поток единичных изделий является противоположным подходу массового производства:

- Массовое производство — это производство огромного количества стандартных изделий.
- Поток единичных изделий — продвижение изделий по производственной цепочке по одному в каждый момент времени.

Система массового производства фокусируется на снижении стоимости изделия путем увеличения объема: чем больше изделий мы производим в один момент времени, тем дешевле стоимость одного изделия. В то время как «Поток единичных изделий» сфокусирован на выстраивании равномерного процесса и на устранении всех видов потерь в нем. Этот подход позволяет компаниям, таким как ZARA, быть быстрыми, гибкими и реагировать на запросы потребителей гораздо быстрее и эффективнее.

В системах массового производства создается большое количество

запасов, которые нужно хранить, перемещать, которые связывают капитал и увеличивают риски. Lean подход рассматривает запасы как один из видов потерь и предлагает выстраивать процесс таким образом, чтобы количество незавершенной и нереализованной продукции было минимальным.

В ZARA товар не задерживается на складе, а в магазинах запасы сведены к минимуму. Отсутствие запасов компенсируется системой оперативного заказа, быстрого производства и доставки готовой продукции в магазины. Каждый магазин дважды в неделю в строго определенное время размещает заказ, исходя из текущих потребностей. Примерно через 8 часов после размещения заказа товар уже упакован и готов к отправке со склада на северо-западе Испании. Благодаря централизованной системе логистики этот товар будет доставлен в любую точку мира в течении 48 часов.

ZARA является одним из ярчайших примеров хорошо отлаженной и устойчивой бережливой (Lean) бизнес-модели вне индустрии машиностроения. Именно благодаря использованию принципов Lean у ZARA самый высокий показатель прибыльности в модной индустрии — 28%, что в среднем в 4 раза выше, чем у конкурентов. Именно использование Lean позволило получить ключевые конкурентные преимущества, которые сделали ZARA лидером модной индустрии

Lean подход позволяет ZARA свести запасы к минимуму и производить одежду только в том объеме, который требуется. ZARA не приходится устраивать грандиозные распродажи, ZARA производит модели и цвета которые пользуются спросом, что положительно сказывается на прибыли. Однако это не единственное следствие.

В ZARA хорошо отлажен не только процесс производства и логистики, но и процесс дизайна новых моделей. С момента принятия решения о разработке новой модели до появления ее в магазинах (**Time to Market**) проходит всего 15 дней, в то время как у конкурентов это занимает 6 месяцев. Такая скорость произвела настоящую революцию в мире моды. Классический подход подразумевает обновление коллекций один раз в сезон.

Коллекцию заранее разрабатывают, затем производят большими партиями, затем доставляют в магазины. В ZARA все совсем не так: модели обновляются постоянно, в среднем ZARA создает около 1000 новых моделей каждый месяц. Такой подход получил свое название — **Fast Fashion**, и он позволяет компании всегда оставаться в модном тренде.

Парадигма скорости пришла на смену парадигме масштабов. Если раньше для победы в конкурентной борьбе нужно было укрупняться, то сейчас на первый план выходит скорость. ZARA не переносила свое производство в Китай, как это делало большинство компаний. Такой перенос позволил бы снизить себестоимость изделий, но время поставки при этом бы увеличилось. В парадигме **Big** перенос производства в Китай — это отличное решение: пусть чуть дольше, зато дешевле. В Zara думают по-другому: в парадигме **Fast** такой перенос несет больше вреда, чем пользы.

ZARA быстро поняла, что модные тренды очень сложно предсказать. Поэтому, когда ZARA заказывает текстиль у своих поставщиков, часть текстиля заказывается без определенного цвета. Цвет определяется, когда ZARA получит реальные данные о предпочтениях покупателей.

ZARA также постоянно получает информацию о предпочтениях покупателей с помощью современных IT-решений, которые позволяют дизайнерам находить новые тренды и предсказывать поведение покупателей.

Процесс дизайна в ZARA сфокусирован на потребителях больше, чем вы можете себе представить. Это яркий пример методики непрерывных улучшений (Kaizen).

Каждый вечер менеджеры розничных магазинов отправляют информацию о поведении покупателей в информационный центр. Эта информация обрабатывается и передается дизайнерам, которые на основе полученной информации вносят улучшения и создают отличные модели.

В базе данных хранится информация как о покупках, так и о возвратах моделей. Это очень важная информация, так как она позволяет очень быстро принять решение о доработке либо о снятии модели с продаж. Например,

покупатели жалуются на быстрое вытирание рукава на одной из моделей кардигана. В этом случае дизайнер либо дорабатывает модель, либо на общем собрании принимают решение, что модель в целом неудачная, и ее снимают с продажи.

«Узнай реальные потребности заказчика, как можно быстрее создай продукт, удовлетворяющий этим потребностям. Сокращай время поставки (Time to Market), не делай лишнего, получай обратную связь как можно раньше». Все это принципы **Agile**, которые применимы во всех областях человеческой деятельности. И ZARA — это один из примеров воплощения этих принципов на практике.

Представьте, что вы консультант-аналитик, и к вам обратился менеджер ZARA, ответственный за своевременный выпуск новой коллекции, желающий улучшить качество планирования и снизить риски. Какие методы и модели сетевого планирования и управления вы можете ему посоветовать?

Тема 6. Нелинейное программирование

По данной теме предусмотрено одно практическое занятие, на котором обучающиеся выполняют практические задания. Задания выполняются индивидуально с последующей проверкой и обсуждением результатов. По желанию обучающихся возможно совместное выполнение заданий, тогда каждый участник группы получает одну и ту же оценку.

Практические задания:

1. В 4-тонный самолет загружаются предметы трех наименований. Приведенная ниже таблица содержит данные о весе одного предмета w , (в тоннах) и прибыли r , (в тысячах долларов), получаемой от одного загруженного предмета. Как необходимо загрузить самолет, чтобы получить максимальную прибыль?

Предмет i	w_i	r_i
1	2	31
2	3	47
3	1	14

2. Некто планирует инвестировать C тыс. долл. через фондовую биржу в течение последующих n лет. Инвестиционный план состоит в покупке акций в начале года и продаже их в конце этого же года. Накопленные деньги затем могут быть снова инвестированы (все или их часть) в начале следующего года. Степень риска инвестиции представлена тем, что прибыль имеет вероятностный характер. Изучение рынка свидетельствует о том, что прибыль от инвестиции зависит от m условий рынка (благоприятных или неблагоприятных). При этом условие i приводит к прибыли r_i , с вероятностью p_i , $i=1,2, \dots, n$. Как следует инвестировать C тыс. долл. для наибольшего накопления к концу n лет?

Составьте общую схему решения задачи и решить ее при условиях: объем инвестиции составляет $C=10\,000$ долл. на 4-летний период. Существует 40%-ная вероятность того, что вы удвоите деньги, 20%-ная — останетесь при своих деньгах и 40%-ная — потеряете весь объем инвестиции.

Тема 7. Многокритериальная оптимизация

По данной теме предусмотрено одно практическое занятие, на котором обучающиеся выполняют практические задания. Задания выполняются индивидуально с последующей проверкой и обсуждением результатов. По желанию обучающихся возможно совместное выполнение заданий, тогда каждый участник группы получает одну и ту же оценку.

Практические задания:

1. Найдите Парето-оптимальную границу и оптимальное решение методом обобщенного критерия ($\alpha_1=3$, $\alpha_2=1$)

$$\begin{aligned}
 f_1 &= 3x_1 + x_2 \rightarrow \max; \\
 f_2 &= x_1 + x_2 \rightarrow \max; \\
 \begin{cases}
 x_1 + 2x_2 \leq 26, \\
 3x_1 + 2x_2 \leq 42, \\
 x_1 \leq 12, \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
 \end{cases}
 \end{aligned}$$

2. Найдите Парето-оптимальную границу и компромиссное решение методом идеальной точки

$$\begin{aligned}
 f_1 &= 4x_1 + x_2 \rightarrow \max; \\
 f_2 &= x_1 + 3x_2 \rightarrow \max; \\
 \begin{cases}
 x_1 + x_2 \leq 9, \\
 x_1 \leq 5, \\
 x_2 \leq 7, \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
 \end{cases}
 \end{aligned}$$

3. Найдите решение методом приоритетов. В качестве приоритетного выберите первый критерий.

$$\begin{aligned}
 f_1 &= 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max; \\
 f_2 &= 3x_1 + 5x_2 \rightarrow \max; \\
 \begin{cases}
 x_1 + 4x_2 \leq 36, \\
 3x_1 + 2x_2 \leq 28, \\
 5x_1 - x_2 \leq 25, \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
 \end{cases}
 \end{aligned}$$

4. Найдите решение методом уступок. Для начального решения выберите первый критерий, величина уступки – 6 единиц:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= 5x_1 + 4x_2 \rightarrow \max; \\
 f_2 &= 5x_1 + 5x_2 \rightarrow \max; \\
 \begin{cases}
 -4x_1 + 5x_2 \leq 30, \\
 9x_1 + 4x_2 \leq 90, \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Подготовка к лабораторным работам включает в себя изучение и повторение необходимого для выполнения работы теоретического материала. На лабораторном занятии следует внимательно ознакомиться с предложенным заданием, выполнить его, консультируясь по мере

надобности с преподавателем, а затем сдать задание преподавателю. Преподаватель может задать уточняющие вопросы или попросить что-либо скорректировать в выполненной работе.

После проведения лабораторной работы следует проанализировать полученный результат, замечания и комментарии преподавателя о выполненной работе. Рекомендуется составить в свободной форме конспект выполнения работы, зафиксировав в нем наиболее важные и сложные моменты, в том числе рефлексию своих образовательных результатов. В таком случае обучающийся фиксирует, что он знал и умел в начале проекта, какие навыки и знания он получил в процессе работы.

Данный конспект может быть использован и при подготовке к следующим лабораторным работам и/или другим формам работы в ходе изучения дисциплины.

При согласовании с преподавателем задание на лабораторную работу может быть групповым, т.е. выполняться совместно несколькими обучающимися. В этом случае дополнительно рекомендуется провести совместное обсуждение выполненной работы внутри своей группы.

Список вопросов для подготовки к защите лабораторных работ

- 1) Какие методы и техники были использованы?
- 2) Как была организована работа по выполнению задания?
- 3) В чем заключалась сложность в выполнении данного задания?
- 4) Какие вопросы остались не решенными?
- 5) Какие направления дальнейшей работы над предложенным в работе решением можно указать?

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕШЕНИЯМ КЕЙСОВ

Кейс-технология предполагает обучение с использованием моделей реальных ситуаций. Студенты должны проанализировать ситуацию(кейс), разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать

лучшие из них. Кейсы, в отличие от обычных практических заданий, имеют много решений и альтернативных путей, приводящих к ним. Целью применения кейсов в рамках дисциплины «Методы оптимизации» является формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации и способности применять изученные методы и техники в нестандартных ситуациях.

Работа над кейсом проводится в следующей форме. На практическом занятии студенты получают кейс-задание. Двадцать минут отводится на индивидуально изучение кейса. Далее проводится групповое обсуждение и анализ ситуации. Необходимо ответить на следующие вопросы:

- 1) в чем заключается проблема?
- 2) какие известные студентам методы и техники (изученные как в рамках данной дисциплины, так и других дисциплин) могут помочь в поиске решения?
- 3) какой информации не хватает, по каким вопросам необходимо обратиться к учебной, научной и справочной литературе?
- 4) какие инструментальные средства для проведения расчетов, составления схем и диаграмм могут понадобиться?

В конце практического занятия планируются дальнейшие работы по решению кейса, оговариваются сроки и форма работы: индивидуальная или групповая. Также определяется формат представления результатов работы. Это может быть сдача письменного индивидуального отчета, устное собеседование с преподавателем, конференция и т.д.

Далее студенты самостоятельно работают над кейсами, подбирая необходимую информацию, выполняя расчеты, и т.д. К установленному сроку оформляется отчет о проделанной работе. В отчете о выполнении кейса должны быть следующие элементы:

- проблема (проблемы), которые имеются в кейсе;
- проблема (проблемы), которые были решены обучающимся;
- методы и техники, которые были использованы для решения;

- аргументация в пользу того решения, которое было предложено (его преимущества и недостатки);
- список использованной литературы с указанием типа источников (учебник, статья, нормативный документ и т.д.);
- анализ того, какие знания, умения и навыки понадобились для решения кейса, в рамках изучения каких дисциплин эти знания были получены.

При оценивании результатов решения кейса учитываются следующие факторы: соответствие отчета установленным требованиям, корректность применения изученных методов и техник, системный взгляд на изучаемую проблему.

Критерии и шкала оценки:

- критерии оценивания – правильное и полное раскрытие вопросов;
- показатель оценивания – глубина и качество отработанных вопросов;
- шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:

высокий (отлично) – отчет сформулирован грамотным и правильным языком, структура отчета соответствует требованиям. Суть проделанной работы всесторонне раскрыта и полностью соответствуют заявленной проблеме. Решение имеет логическую связанность и цельность, хорошо обоснованы выводы и аргументация в пользу выбранного решения. Выбор методов и техник для решения тщательно продуман, имеются квалифицированные ссылки на изученный теоретический материал.

достаточный (хорошо) – отчет сформулирован грамотным языком, при этом допустимо отсутствие одного из требуемых элементов отчета. Суть проделанной работы раскрыта и в основном соответствует заявленной проблеме. Хорошо подобраны методы и техники, правильно используются теоретические основы. При этом имеются 2-3 замечания по корректности применения методов и техник, системности взгляда на изучаемую проблему.

пороговый (удовлетворительно) – сформулировано достаточно

поверхностное решение заявленной проблемы, слабо проработаны методы и техники решения, есть недочеты в использовании теоретического материала.

критический (неудовлетворительно) – решение имеет отдельные части, которые в логическое целое не связаны. Отмечается недостаточное понимание заявленной проблемы. Плохо подобраны методы и техники, в использовании теоретического материала допускаются грубые ошибки.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Изучение дисциплины «**Методы оптимизации**» завершается промежуточной аттестацией в форме экзамена. Экзамен представляет собой форму контроля учебной деятельности студента, которая используется, если объем учебной дисциплины составляет две и более зачетных единиц, т. е. более 72 часов. Оценка выявленных на экзамене знаний, умений и компетенций дифференцирована: в зачетной книжке ставится оценка «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично».

Самостоятельная подготовка к экзамену должна осуществляться в течение всего семестра, а не за несколько дней до его проведения. Подготовка включает следующие действия. Прежде всего нужно перечитать все лекции, а также иные материалы, подготовленные в рамках изучения дисциплины.

Затем надо соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к экзамену. Если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их взаимоотношения.

Рекомендуется подготовку к экзамену осуществлять в два этапа. На первом, в течение 2–3 дней, подбирается из разных источников весь материал, необходимый для развернутых ответов на все вопросы. Ответы

можно записать в виде краткого конспекта. На втором этапе по памяти восстанавливается содержание того, что записано в ответах на каждый вопрос. Если какие-либо вопросы остаются непроясненными, их следует задать преподавателю на консультации перед экзаменом. Накануне экзамена необходимо повторить ответы, не заглядывая в записи.

Список вопросов для подготовки

1. Общая постановка оптимизационной задачи.
2. Графический метод решения оптимизационных задач.
3. Общая постановка задачи исследования операций.
4. Принцип оптимальности в планировании и управлении.
5. Классификация задач оптимального программирования.
6. Решение оптимизационных задач с помощью информационных технологий.
7. Задачи линейного программирования.
8. Методы оптимизации функции одной переменной.
9. Градиентный метод.
10. Метод Ньютона.
11. Методы оптимизации функции нескольких переменных.
12. Однопериодные модели управления запасами.
13. Многопериодные модели управления запасами.
14. Статическая детерминированная модель без дефицита.
15. Статическая детерминированная модель с дефицитом.
16. Стохастические модели управления запасами.
17. Стохастические модели управления запасами с фиксированным временем задержки поставок.
18. Назначение и области применения сетевого планирования и управления.
19. Сетевая модель и ее основные элементы.
20. Порядок и правила построения сетевых графиков.
21. Классические методы оптимизации.

22. Необходимое и достаточное условия экстремума функции нескольких переменных.
23. Условный экстремум.
24. Метод множителей Лагранжа.
25. Выпуклое программирование.
26. Модели динамического программирования.
27. Задачи многокритериальной оптимизации.
28. Доминирование и оптимальность по Парето.
29. Метод идеальной точки.
30. Метод приоритетов.
31. Метод последовательных уступок.
32. Метод свертки.
33. Метод STEM.
34. Методы многокритериального анализа альтернатив для слабоструктурированных проблем.
35. Метод аналитической иерархии.
36. Метод ELECTRE.
37. Метод MAUT.
38. Метод SMART.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты являются эффективным средством контроля образовательных результатов на уровне знания и понимания. Тестирование по дисциплине «**Методы оптимизации**» позволяет оценить уровень освоения обучающимся основных теоретических понятий, изучаемых в курсе, и взаимосвязей между ними. Критерием оценки теста являются правильные ответы на поставленные вопросы, показателем оценивания – процент верных ответов на вопросы, шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня:

высокий (отлично) - более 80% правильных ответов;

достаточный (хорошо) – от 60 до 80 % правильных ответов;

пороговый(удовлетворительно)— от 50 до 60% правильных ответов;
критический(неудовлетворительно)— менее 50% правильных ответов.

Для подготовки к тестированию рекомендуется повторить предметные понятия из конспектов лекций, как в прямом порядке, т.е. по названию термина даем его определение, так и в обратном, т.е. по определению называем, о каком термине идет речь. Далее выявляем связи (общее-частное, предшествующее-последующее и т.д.) между этими понятиями. После прохождения темы рекомендуется выполнить соответствующие тестовые задания для самоконтроля.

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

основная

1. Исследование операций в экономике: учебник для академического бакалавриата / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 438 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9922-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/412529>.
2. Методы оптимизации: учебное пособие / О. А. Васильева, Е. А. Ларионов, А. Ю. Лемин, В. И. Макаров. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 96 с. — ISBN 978-5-7264-0864-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/26859.html>.

дополнительная

3. Набатова, Д. С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Д. С. Набатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 292 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02699-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/432926>.

4. Зенков, А. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 201 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05377-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/409397>.