

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖАЮ
 Проректор по учебно-методической работе
 А.А.Панфилов
 «06» 02 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки Прикладная информатика в экономике

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач, ед, час.	Лек- ций, час.	Практик. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экс./зачет)
4	4/144	36	18	-	45	КР, экзамен (45 час.)
5	4/144	36	18	-	45	экзамен (45 час.)
Итого	8/288	72	36	-	90	КР, 2 экзамена (90 час.)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» являются:

- формирование у студентов компетенции, направленной на поиск наиболее эффективных решений поставленных прикладных задач, освоение типовых моделей этих задачи и алгоритмов их решения

- ознакомление студентов с основами теории принятия решений и исследования операций как методологического инструмента в профессиональной деятельности для принятия адекватных (т.е. обоснованных, целесообразных и реализуемых) управленческих решений;

- ознакомление студентов с основными современными научно-практическими и методическими направлениям и методами принятия решений применительно к техническим системам и процессам.

Задачи дисциплины:

- изучение методов оптимизации;
- изучение теоретических основ методов исследования операций и принятия решений;
- формирование представлений о современных направлениях и методах в области исследования операций и принятия решений применительно к процессам в различных прикладных областях;

- формирование представлений о методах практического применения методов исследования операций и принятия решений в задачах, связанных с управлением в различных прикладных областях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

Для освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» из математики и дискретной математики студент должен знать и уметь применять основные математические методы, которые могут быть использованы в процессе принятия решений по управлению сложными техническими системами, знать и владеть принципами системного анализа, знать основные положения теории вероятностей и математической статистики и условия их корректного применения, знать и владеть методами применения современных программных средств.

По «выходу» дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» находится во взаимосвязи с дисциплинами «Моделирование бизнес-процессов», «Компьютерные системы поддержки принятия решений».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» позволит студентам овладеть следующей компетенцией:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности (ОПК - 3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности;
- общую формулировку задачи оптимизации, классификацию оптимизационных задач, типовые модели этих задач и методы их решения.

Уметь:

- формулировать содержательную постановку задачи и осуществить ее формализацию, определить тип полученной модели,
- выбрать соответствующий метод решения, применить его к поставленной задаче, используя для этого компьютерную технику с соответствующим программным обеспечением;
- анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
- проводить оценку экономических затрат и рисков при создании информационных систем.

Владеть:

- методами классического математического анализа, методами линейного и нелинейного программирования, сетевого планирования и динамического программирования, универсальным и специальным программным обеспечением.
- методами исследования оценки экономических затрат и рисков при создании информационных систем;
- системным подходом и математическими методами формализации решения прикладных задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единицы, 288 часа

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоя- тельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с при- мене- нием ин- терактив- ных мето- дов (в часах / %)	Формы теку- щего кон- троля успеваемости (по неделям семестра) , форма про- меж-й аттестации (по сем)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач. Примеры оптимизационных задач.	4	1-2	4				2		2/50	
2	Методика формализации оптимизационных задач. Классификация их по виду математической модели.	4	3-4	4	2			3		3/50	
3	Задачи, модели и методы линейного программирования	4	5-6	4	4			6		4/50	1 рейтинг-контроль
4	Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения	4	7-8	4	3			6		2/28	
5	Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения	4	9-10	4	3			6		3/42	
6	Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа	4	11-12	4	2			4		3/50	2 рейтинг-контроль
7	Численные методы поиска экстремума целевой функции	4	13-14	4	2			8		3/50	
8	Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования	4	15-16	4	2			4		3/50	
9	Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации	4	17	2				3		1/50	
10	Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации	4	18	2				3		1/50	3 рейтинг-контроль
Итого за семестр		4		36	18			45	КР	25/46%	3 р-к, экзамен

11	Введение. Основные понятия исследования операций.	5	1-4	8				16		4/50	
12	Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности.	5	5-7	6						3/50	4 рейтинг-контроль
13	Решение игр	5	8-11	8	10			16		9/50	
14	Основы теории статистических игр (статистических решений)	5	12-14	6				5		3/50	5 рейтинг-контроль
15	Принятие решений в условиях полной неопределенности.	5	15-16	4	4			4		4/50	
16	Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).	5	17-18	4	4			4		4/50	6 рейтинг-контроль
Итого за семестр		5		36	18			45		27/50%	3 р-к, экзамен
Итого				72	36			90	КР	52/48%	6 р-к, 2 экз

Содержание дисциплины

Лекции

Тема 1. «Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач».

Примеры оптимизационных задач из реальных областей техники, экономики и т.п. Понятие о критерии оптимальности (целевой функции) и ограничениях.

Тема 2. «Методика формализации оптимизационных задач их классификация».

Разбор различных примеров с описанием содержательной постановки задачи и получения ее математической модели. Изложение общей методики формализации. Классификация оптимизационных задач: скалярная и векторная, статическая и динамическая, детерминированная и стохастическая. Задачи и модели математического программирования и их разновидности: линейное, нелинейное, квадратичное, сепарабельное, геометрическое программирование.

Тема 3. «Задачи, модели и методы линейного программирования (ЛП)».

Модель ЛП и ее запись в развернутом и векторно-матричном виде. Общая и каноническая задачи ЛП. Понятие о свободных и базисных переменных, основные свойства систем линейных алгебраических уравнений. Геометрическая интерпретация задач ЛП и их графическое решение. Основные свойства решения задач ЛП. Сущность алгебраического метода решения задач ЛП – симплекс-метод. Проблемы отыскания начального опорного решения и ее решение методом штрафов.

Тема 4. «Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения».

Основные сведения о графах. Формулировка задачи о кратчайших путях в графе и ее решение методом Дейкстры. Формулировка задачи о критическом пути в графе и алгоритм ее решения, понятие о сетевом планировании и его связь с задачей о критическом пути. Понятие о транспортной сети, формулировка задачи об отыскании максимального потока в транспортной сети и ее решение методом Форда – Фалкерсона. Формулировка задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети и алгоритм ее решения.

Тема 5. «Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения».

Формулировка классической транспортной задачи, ее прикладное значение. Решение транспортной задачи с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов. Особенность несбалансированных транспортных задач, многопродуктовых задач и задач с промежуточными пунктами.

Тема 6 «Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа».

Модель задачи оптимизации с нелинейной целевой функцией, примеры прикладных задач такого типа. Необходимое и достаточное условия экстремума. Понятие градиента и матрицы Гессе и их использование при использовании необходимого и достаточного условий экстремума. Трудности использования аналитических условий для отыскания экстремума в реальных практических задачах.

Тема 7 «Численные методы поиска экстремума целевой функции».

Алгоритмы поиска экстремума, использующие производные: алгоритм Ньютона-Рафсона, градиентные алгоритмы и их версии, графическая интерпретация поиска экстремума с использованием градиентного метода. Алгоритмы поиска, не использующие производных: алгоритм полного перебора узловых точек сетки в области допустимых значений, покоординатный поиск, симплекс-метод, алгоритм случайного поиска.

Тема 8 «Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования».

Общая формулировка задачи динамической оптимизации, понятие о функционале качества, роль и характер ограничений. Основные направления математической теории динамической оптимизации (оптимального управления):

- классическое вариационное исчисление;
- принципы максимума Понтрягина;
- динамическое программирование Беллмана.

Формулировка классической задачи динамического программирования и принципа оптимальности Р.Беллмана. Иллюстрация его применения. Примеры задач динамического программирования.

Тема 9 «Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации».

Прикладные значения задач многокритериальной оптимизации. Методы сведения их к однокритериальной задаче.

Тема 10 «Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации».

Прикладное значение задач стохастической оптимизации, методика их математического описания, основные подходы к решению.

Тема 11. «Введение»

Основные понятия исследования операций. Операция, эффективность операции. Математическая модель операции. Общая постановка задачи исследования операций. Детерминированный случай. Оптимизация решения в условиях неопределенности.

Тема 12. «Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности»

Основы теории стратегических игр. Основные понятия теории игр. Матричные игры. Игры с седловой точкой. Определение оптимальных чистых стратегий. Игры без седловой точки. Построение смешанных стратегий.

Тема 13. «Решение игр»

Доминирующие и полезные стратегии. Решение игры путем сведения ее к задаче линейного программирования. Графоаналитический метод решения стратегических игр. S-игра в играх 2×2 , $2 \times n$ и $m \times 2$. S-игра при решении игр $m \times n$. S-игра в бесконечных играх.

Тема 14. Основы теории статистических игр(статистических решений)

Отличия теории статистических решений от теории стратегических игр. Байесовское действие. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции. Статистические игры с последовательными выборками.

Тема 15. Критерии принятия решений в условиях неопределенности

Классические критерии принятия решений. Минимаксный критерий. Критерий Байеса – Лапласа. Критерий Сэвиджа. Производные критерии. Критерий Гурвица. Критерий Ходжа–Лемана.

Тема 16. Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры)

Темы практических занятий

4 семестр

Тема №1. Разбор примеров задач оптимизации и их формализации.

Тема № 2. Решение задач линейного программирования графическим способом.

Тема № 3. Решение задач линейного программирования симплекс-методом.

Тема № 4. Решение задач линейного программирования, интерпретируемых на графах – задачи о кратчайших путях и критическом пути. Сетевое планирование.

Тема № 5. Транспортные сети и решение задач о максимальном потоке и оптимальном распределении заданного потока.

Тема № 6. Решение классических транспортных задач с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов.

Тема № 7. Решение задач с нелинейной целевой функцией средствами классического математического анализа.

Тема № 8. Примеры задач динамического программирования – о распределении выделенных средств одному предприятию, об оптимальном календарном графике замены оборудования, об оптимальном управлении персоналом при неравномерном плане производства.

5 семестр

Тема 1. Решение матричных игр. Проверка седловой точки. Определение доминирования стратегий.

Тема 2. Решение матричной игры методами линейного программирования.

Тема 3. Графоаналитический метод решения игр.

Тема 4. Статистические игры. Нахождение Байесовского действия.

Тема 5. Нахождение решений в условиях полной неопределенности

Тема 6. Нахождение решения с использованием деревьев решений.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» предполагает не только запоминание и понимание, но и анализ, синтез, рефлексия, формирует универсальные умения и навыки, являющиеся основой становления специалиста-профессионала. Для реализации компетентностного подхода предлагается интегрировать в учебный процесс интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), при осуществлении различных видов учебной работы:

- учебную дискуссию;
- электронные средства обучения (слайд-лекции, компьютерные тесты).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости студентов предусмотрено шесть рейтинг-контроля, проводимых согласно принятому в университете графику.

Промежуточной аттестацией оценки знаний студентов является экзамен, который проводится в письменной форме.

Задания для курсовой работы

1. Для заданной целевой функции и системы ограничений решить задачу линейного программирования.
2. Для графа, заданного соответствующей матрицей, найти кратчайшие пути из исходной точки в каждую из остальных вершин, используя метод Дейкстры.
3. Для заданного графа найти критический путь.

4. Для транспортной сети, заданной соответствующей матрицы, найти максимальный поток, используя алгоритм Форда-Фалкерсона.
5. Для транспортной сети из задания № 4 с заданной матрицы удельных стоимостей решить задачу об оптимальном распределении заданной величины потока.
6. Разработать алгоритм и соответствующую программу для построения линий равного уровня заданной нелинейной целевой функции двух переменных. Для заданного выражения ЦФ построить семейство соответствующих линий.
7. Выбрать алгоритм и составить программу для поиска экстремума заданной целевой функции.
8. Для заданной функции с помощью компьютера осуществить поиск экстремума, используя для этого: - программу, разработанную в соответствии в п.7; - соответствующие ресурсы MATLAB.

ВОПРОСЫ

к рейтинг-контролю знаний студентов

Рейтинг-контроль №1

1. В чем состоит сущность оптимизации?
2. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
3. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
4. Что представляет собой критерий оптимизации?
5. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
6. В чем состоит формализации оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
7. Примеры формализации оптимизационных задач:
 - об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
 - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.
 - об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
 - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
 - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
 - задача о рюкзаке.
8. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
9. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
10. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования: - квадратичного; - геометрического; - сепарабельного; - линейного; - целочисленного.
11. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
12. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
13. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
14. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
15. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?
16. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?
17. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
18. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?
19. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
20. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?

21. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?

Рейтинг-контроль №2

1. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
2. Как определяется матрица смежности графа?
3. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
4. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
5. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
6. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.
7. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
8. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.
9. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
10. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования?
11. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
12. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
13. В чем состоит много продуктовая транспортная задача?

Рейтинг-контроль №3

1. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
2. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
3. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
4. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
5. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
6. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
7. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
8. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
9. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
10. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для $n=2$.
11. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
12. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
13. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.

14. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
15. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
16. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
17. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
18. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
19. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
20. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
 - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
 - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
 - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
 - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
21. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

Рейтинг-контроль №4

№1

1. Жизненный цикл неопределенности в системе
2. Особенности игр с седловой точкой

№2

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

№3

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Жизненный цикл неопределенности в системе.

№4

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.

№5

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?

№6

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

№7

1. Жизненный цикл неопределенности в системах.
2. Определение минимаксных стратегий в стратегических играх.

№8

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. Чистые и смешанные стратегии.

№9

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№10

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№11

1. Энтропия и неопределенность.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

№12

1. Системы управления. Классификация систем.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

№13

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Основные особенности стратегических игр.

№14

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

№15

1. Энтропия и неопределенность
2. Использование эквивалентных S-игр.

№ 16

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?

№17

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.

№ 18

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

№19

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№20

1. Энтропия и неопределенность.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

№21

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№22

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми?

№23

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

№24

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.
2. Чистые и смешанные стратегии.

№25

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Чистые и смешанные стратегии.

№26

1. Энтропия и неопределенность.
2. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии?

Рейтинг –контроль №5

№1

1. Жизненный цикл неопределенности в системе
2. Особенности игр с седловой точкой
3. Принятие решений с помощью деревьев решений.

№2

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Статистические игры с единичным экспериментом.

№3

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Жизненный цикл неопределенности в системе.
3. Использование апостериорных вероятностей.

№4

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.
3. Функции риска и решающие функции в статистических играх.

№5

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?

№6

1. Понятие риска, виды рисков.
2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?
3. Принятие решений с использованием деревьев решений.

№7

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Эквивалентные S-игры в статистических играх.

№8

1. Жизненный цикл неопределенности в системах.
2. Основные особенности статистических игр.
3. Определение минимаксных стратегий в стратегических играх.

№9

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. Основные особенности статистических игр.
3. Чистые и смешанные стратегии.

№10

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№11

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№12

1. Энтропия и неопределенность.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Использование апостериорных вероятностей при решении статистических игр.

№13

1. Системы управления, Классификация систем.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Нахождение байесовских стратегий.

№14

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Основные особенности статистических игр.

3. Деревья решений и их использование для принятия решений.

№15

1. Управление системами. Оптимальное управление.

2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

3. Игры с единичным экспериментом.

№16

1. Энтропия и неопределенность

2. Нахождение байесовских стратегий.

3. Использование эквивалентных S-игр.

№17

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?

3. Функции риска и решающие функции.

№18

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.

3. Игры с единичным экспериментом.

№19

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Использование апостериорных вероятностей.

№20

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. Основные особенности статистических игр.

3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№21

1. Энтропия и неопределенность.

2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

3. Статистические игры. Основные понятия и определения.

№22

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. Нахождение байесовских стратегий.

3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№23

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми.

№24

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.

2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Определение Байесовских действий.

№25

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.

2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3. Чистые и смешанные стратегии.

№26

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Нахождение байесовских стратегий.

3. Чистые и смешанные стратегии.

№27

1.Энтропия и неопределенность.

2.Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии?

Рейтинг-контроль №6

№1

1.Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Гурвица)

2. Особенности игр с седловой точкой.

3 Принятие решений с помощью деревьев решений.

№2

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.

2.В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Статистические игры с единичным экспериментом.

№3

1.Системы управления. Классификация систем.

2.Жизненный цикл неопределенности в системе.

3.Использование апостериорных вероятностей.

№4

1. Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Сэвиджа)

2.Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.

3.Функции риска и решающие функции в статистических играх.

№5

1.Управление системами. Оптимальное управление.

2.Нахождение байесовских стратегий.

3.В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?

№6

1.Понятие риска, виды рисков.

2.В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?

3.Принятие решений с использованием деревьев решений.

№7

1.Функции полезности Неймана-Моргенштерна

2.Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

3.Эквивалентные S-игры в статистических играх.

№8

1. Принятие решений в условиях полной неопределенности (критерий Лапласа)

2.Основные особенности статистических игр.

3.Определение минимаксных стратегий в стратегических играх.

№9

1.Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Вальда).

2.Основные особенности статистических игр.

3.Чистые и смешанные стратегии.

№10

1.Системы управления. Классификация систем.

2.Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3.Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№11

1.Моделирование систем. Основные типы моделей.

2.Нахождение байесовских стратегий.

3. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№12

1. Функции полезности Неймана-Моргенштерна
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Использование апостериорных вероятностей при решении статистических игр.

№13

1. Системы управления, Классификация систем.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Нахождение байесовских стратегий.

№14

1. Функции полезности Неймана-Моргенштерна
2. Основные особенности статистических игр.
3. Деревья решений и их использование для принятия решений.

№15

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Игры с единичным экспериментом.

№16

1. Измерение отношения к риску
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Использование эквивалентных S-игр.

№ 17

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?
3. Функции риска и решающие функции.

№18

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.
3. Игры с единичным экспериментом.

№ 19

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Использование апостериорных вероятностей.

№20

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Основные особенности статистических игр.
3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№21

1. Измерение отношения к риску
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Статистические игры. Основные понятия и определения.

№22

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№23

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми?

№24

1. Измерение отношения к риску
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Определение Байесовских действий.

№25

1. Измерение отношения к риску
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. Чистые и смешанные стратегии .

№26

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Чистые и смешанные стратегии.

№27

1. Энтропия и неопределенность.
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

4 семестр

1. В чем состоит сущность оптимизации?
2. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
3. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
4. Что представляет собой критерий оптимизации?
5. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
6. В чем состоит формализации оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
7. Примеры формализации оптимизационных задач:
 - об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
 - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.
 - об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
 - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
 - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
 - задача о рюкзаке.
8. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
9. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
10. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования:
 - квадратичного;
 - геометрического;
 - сепарабельного;
 - линейного;
 - целочисленного?
11. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
12. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
13. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
14. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
15. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?

16. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?
17. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
18. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?
19. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
20. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?
21. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?
22. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
23. Как определяется матрица смежности графа?
24. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
25. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
26. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
27. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.
28. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
29. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.
30. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
31. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования.
32. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
33. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
34. В чем состоит много продуктовая транспортная задача?
22. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
23. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
24. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
25. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
26. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
27. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
28. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
29. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
30. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
31. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для $n=2$.
32. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.

33. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
34. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
35. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
36. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
37. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
38. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
39. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
40. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
41. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
 - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
 - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
 - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
 - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
42. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

5 семестр

1. Основные понятия исследования операций. Операция, эффективность операции.
2. Общая постановка задачи исследования операций. Детерминированный случай.
3. Оптимизация решения в условиях неопределенности.
4. Стратегические игры основные понятия и определения.
5. Особенности игр с седловой точкой.
6. Чистые и смешанные стратегии.
7. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.
8. Принцип минимакса в стратегических играх.
9. Решение игры путем сведения ее к задаче линейного программирования.
10. Статистические игры (решения). Основные понятия, определения.
11. Основные особенности статистических игр.
12. Эквивалентные S-игры в статистических играх.
13. Статистические игры с единичным экспериментом.
14. Функции риска и решающие функции в статистических играх.
15. Использование апостериорных вероятностей.
16. Нахождение байесовских стратегий.
17. Принятие решений в условиях полной неопределенности.
18. Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).
19. Принятие решений с применением дерева решений.
20. Анализ и решение задач с помощью дерева решений.
21. Функции полезности Неймана-Моргенштерна.
22. Основные определения и аксиомы.
23. Измерение отношения к риску.
24. Страхование от риска.

ТЕМЫ И ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПРОРАБОТКУ

4 семестр

1. Анализ примеров оптимизационных задач.
2. Формализация оптимизационных задач: изучение примеров из различных предметных областей; изучение общей методики получения математической модели.
3. Модель линейного программирования, графическое и алгебраическое решение, отыскание начального опорного решения, самостоятельное решение задач с заданными исходными условиями.
4. Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах: изучение формулировок задач и методов решения – задачи о кратчайших путях, задачи о графе наименьшей длины, задачи о критическом пути в графе, задачи о максимальном потоке в транспортной сети, задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети. Самостоятельное решение задач каждого типа с заданными исходными условиями.
5. Модели и алгоритмы решения классической транспортной задачи, самостоятельное решение задач с помощью метода северо-западного угла и метода потенциалов.
6. Поиск экстремума нелинейной целевой функции методами классического математического анализа: изучение теории, разбор примеров, самостоятельное решение задач.
7. Поиск экстремума нелинейной целевой функции с использованием численных методов: изучение алгоритмов и программ поиска экстремума, самостоятельное решение задач.
8. Динамическая оптимизация и динамическое программирование: изучение теории, анализ прикладных задач с разбором техники их решения.
9. Многокритериальная оптимизация: изучение прикладных задач, ознакомление с примерами их формализации и решение.
10. Стохастическая оптимизация: изучение примеров прикладных задач, их формализация и решение.

5 семестр

1. Почему при исследовании операций можно ограничиться лишь задачей максимизации критерия эффективности?
2. Какие виды решения задач исследования операций могут использоваться в детерминированных ситуациях?
3. В игре с седловой точкой:
 - нижняя цена игры не равна верхней;
 - нижняя цена игры меньше верхней;
 - нижняя цена игры значительно меньше верхней;
 - нижняя цена игры равна верхней.
4. В игре с седловой точкой:
 - игрок может гарантировать себе выигрыш меньше цены игры;
 - игрок может гарантировать себе выигрыш больше цены игры;
 - игрок гарантирует себе выигрыш равный цене игры.
5. Смешанные стратегии представляют собой:
 - произвольную комбинацию чистых стратегий;
 - линейную комбинацию чистых стратегий;
 - комбинацию чистых стратегий, выбираемых с помощью механизма случайного выбора;
 - комбинацию чистых стратегий, предлагаемых третьей стороной.
6. Полезные стратегии находятся:
 - на правой верхней границе многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;

- на левой нижней границе многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
 - внутри многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
 - вне многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
7. Минимаксный критерий выбора решений позволяет:
- минимизировать возможные потери;
 - получить наибольший выигрыш;
 - исключить возможность наихудшего результата;
 - позволяет получить результат оптимальный в среднем.
8. Минимаксный критерий выбора решений применяют в условиях:
- детерминированных;
 - решение реализуется несколько раз;
 - когда известно распределение вероятностей состояний природы;
 - когда необходимо исключить какой –либо риск;
 - неизвестно распределение вероятностей состояний природы;
 - решение реализуется один раз;
 - допускается некоторый уровень риска.
9. Критерий Байеса -Лапласа применяют в условиях:
- распределение вероятностей состояний природы не изменяется во времени;
 - решение реализуется многократно;
 - необходимо исключить риск при любом числе реализаций решений;
 - распределение вероятностей состояний природы может изменяться во времени;
 - когда известно распределение вероятностей состояний природы;
 - допускается некоторый риск при малом числе реализации решений;
 - детерминированных.
10. Критерий недостаточного основания Лапласа применяют в условиях:
- детерминированных;
 - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
 - вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
 - не известно распределение вероятностей состояний природы;
 - вероятности отдельных состояний природы примерно одинаковы;
 - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
 - известно распределение состояний природы.
11. Критерий Гурвица применяют в условиях:
- вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
 - детерминированных;
 - когда известно распределение вероятностей состояний природы;
 - решение реализуется многократно;
 - когда неизвестно распределение вероятностей состояний природы;
 - решение реализуется однократно;
 - решение реализуется малое число раз.
12. Критерий Ходжа-Лемана это:
- комбинация критериев Байеса –Лапласа и Гурвица;
 - комбинация критериев Байеса –Лапласа и ММ –критерия;
 - комбинация критериев недостаточного основания Лапласа и Гурвица;
 - комбинация критериев Гурвица и ММ –критерия.
13. Критерий Ходжа-Лемана применяют в условиях:
- не известно распределение вероятностей состояний природы и нет возможности выдвинуть какую-либо гипотезу о нем;
 - решение реализуется многократно;
 - решение реализуется только малое число раз;
 - риск допускается только при большом числе реализаций решения;

- не известно распределение вероятностей состояний природы, но имеется возможность выдвинуть какую-либо гипотезу о нем;
 - вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
 - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
 - риск допускается только при малом числе реализаций решения;
 - допускается только однократное использование решения.
14. Статистические игры – это игры, в которых:
- один из участников может провести дополнительный эксперимент;
 - участвуют несколько сторон;
 - моделируется конфликтная ситуация;
 - все участники стремятся к выигрышу;
 - у одной из сторон нет стремления к выигрышу.
15. Рандомизация – это процедура, когда:
- решения выбираются по заранее установленному правилу;
 - решения выбираются группой экспертов;
 - решения выбираются случайным образом;
 - решение выбирается случайным образом без учета наблюдаемой реализации случайной величины;
 - решение выбирается случайным образом с учетом наблюдаемой реализации случайной величины.
16. Функция риска определяет:
- вероятность возникновения нежелательного состояния природы;
 - вероятность возникновения потерь статистика при произвольном состоянии природы;
 - выбор статистиком некоторого решения при наблюдаемой реализации случайной величины;
 - потери статистика в статистической игре;
17. Функция риска определяется как:
- минимальный элемент матрицы потерь;
 - максимальный элемент матрицы потерь;
 - среднее арифметическое элементов матрицы потерь;
 - математическое ожидание на множестве элементов матрицы потерь и множестве состояний природы;
 - среднегеометрическое элементов матрицы потерь.
18. Функция решений:
- определяется в начале решения игры;
 - определяется внешними условиями;
 - определяется, исходя из необходимости минимизации функции риска;
 - определяется на основе максиминного критерия;
 - определяется величиной среднего арифметического элементов матрицы потерь.
19. В полностью расширенной статистической игре:
- один из участников использует чистые стратегии;
 - смешанные стратегии использует только статистик;
 - оба участника используют чистые стратегии;
 - оба участника используют смешанные стратегии;
 - смешанные стратегии использует только статистик.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Сеславин А.И., Сеславина Е.А. - М. : УМЦ ЖДТ, 2015 Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>
2. "Методы прогнозирования и исследования операций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Э.В. Минько, А.Э. Минько; под ред. А.С. Будагова.- М. : Финансы и статистика, 2012." - Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>
3. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: Учебник для бакалавров / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - 6-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К°", 2014. - 880 с. ISBN 978-5-394-02170-1 Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>

б) дополнительная литература:

1. Исследование операций и методы оптимизации: учеб. пособие. - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015. - 200 с. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271>
2. Васин А.А. Теория игр и модели математической экономики.-М.: Академия ,2008 Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271>
3. Охорзин В.А. Математическая экономика : Учебник / В.А. Охорзин. - М. : Абрис, 2012. - 263 с. : ил. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271>

г) периодические издания

1. Журнал «Теория и системы управления»
2. Журнал «Проблемы теории и практики управления». ISBN 0234-4505
3. Журнал «Прикладная информатика»
4. Журнал «Информационно-управляющие системы»

г) Интернет-ресурсы:

1. <http://www.exponenta.ru/>
2. <http://matlab.exponenta.ru/index.php>
3. <http://elibrary.ru>. Научная электронная библиотека.
4. <http://www.gpss.ru/index-h.html>,
5. <http://www.wintersim.org/prog99.htm>,
- 6.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Лекционные, практические занятия проводятся в аудитории, обеспеченной мультимедийной аппаратурой, позволяющей использовать различные варианты демонстрации изучаемого материала.

Набор слайдов:

1. Для чтения лекций используется мультимедийное оборудование.
2. Программные пакеты: MATLAB.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «**Прикладная информатика**»

Рабочую программу составил



В.Г.Чернов

д.э.н., профессор

Рецензент

Начальник отдела планирования и
Развития Владимирского городского
Ипотечного фонда, к.э.н.



А.П.Чернявский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИТЭС

Протокол № 1/1 от 6.02.15 года

Заведующий кафедрой



А.Б.Градусов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления «**Прикладная информатика**»

Протокол № 2 от 6.02.15 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов