

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.18	Исследование операций

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
Профессор	д.т.н., доцент	Лейбов Р.Л.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики, Протокол № 12 от 12.05.2017.

Заведующий кафедрой
(руководитель структурного подразделения)

_____ / Осипов Ю.В. /
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 5 от 29.05.2017

Председатель (зам. председателя)
методической комиссии

_____ / Широкова О.Л. /
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП

_____ /
дата

_____ / Беспалов А.Е. /
Подпись, ФИО

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Исследование операций» является формирование уровня освоения компетенций обучающегося в области исследования и решения прикладных задач исследования операций с использованием компьютера, в том числе для решения следующих задач:

формирование представлений об исследовании операций как о фундаментальной науке,

приобретение знаний, умений и навыков в области принципов и технологии решения задач исследования операций с использованием средств вычислительной техники.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень образования - бакалавриат).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области исследования операций с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1	Знает основные закономерности и современные методы исследования с использованием прикладных программных средств, применяемые в исследовании операций.	З1
		Умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы и современные прикладные программные средства для исследования и решения проблем исследования операций.	У1
		Имеет навыки владения основными современными методами исследования операций и применяемыми для этого традиционными и современными прикладными программными средствами (ФОРТРАН, MATLAB).	Н1
способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные	ОПК-2	Знает основные технические приемы и методы исследования операций, в частности, теории статистических решений и теории игр.	З2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
технологии исследования операций		Умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач исследования операций.	У2
		Имеет навыки владения основными методами и прикладными программными средствами исследования операций.	Н2
способность демонстрации общенаучных базовых знаний теории исследования операций, понимание основных фактов, концепций и принципов, связанных с теорией исследования операций	ПК-1	Знает и понимает основные факты, концепции и принципы, связанные с теорией исследования операций.	З3
		Умеет демонстрировать общенаучные базовые знания теории исследования операций.	У3
		Имеет навыки демонстрации базовых знаний теории исследования операций в научно-исследовательской деятельности.	Н3
готовность применять математический аппарат теории исследования операций для решения поставленных задач, способность построить и применить соответствующую математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования и принять решение на основе полученных результатов	ПК-10	Знает основные модели теории исследования операций, а также области их практического применения.	З4
способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	ПК-12	Имеет навыки расширения своих математических познаний по разделу теория исследования операций.	Н5

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Исследование операций» относится к базовой части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению 01.03.04 «Прикладная математика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Исследование операций» базируется на знаниях, умениях и навыках полученных студентами в ходе изучения школьного курса математики, а также при изучении дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия».

Требования к входным знаниям, умениям студентов.

Для освоения дисциплины «Исследование операций» студент должен:

Знать: математический анализ, линейную алгебру, информатику и прикладную математику.

Уметь: оперировать с действительными числами; оперировать с векторами и матрицами; решать обыкновенные дифференциальные уравнения.

Владеть: навыками дифференциального и интегрального исчисления, навыками методов линейной алгебры, навыками программирования.

Дисциплины, для которых дисциплина «Исследование операций» является предшествующей:

«Теория управления».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 акад. часа.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися			В период теор. обуч.	В сессию			
				Лекции	Практико-ориентированные занятия						
				Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия – комп. практикум					
1	Теория статистических решений	4	1-4	8		4			9	9	Выдача задания на курсовую работу

									Тестирование	
2	Теория игр	4	4-16	24		12		60	18	Защита курсовой работы
	ИТОГО:	4	16	32		16		69	27	Зачет с оценкой, курсовая работа

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Теория статистических решений	<p>1.1. Основные понятия исследования операций. Операция. Оперирующая сторона. Активные средства. Стратегии допустимые и оптимальные. Действующие факторы. Критерий эффективности. Состояние операции. Математическая модель операции. Решение. Системы. Модели систем.</p> <p>1.2 Основные понятия теории статистических решений. Решение. Состояние природы. Эксперимент. Априорные и апостериорные вероятности состояний природы. Стратегии нерандомизированные (чистые) и рандомизированные (смешанные). Критерии и принципы принятия решений. Принцип гарантированного результата. Максимальная и минимаксная стратегии. Бейесовская стратегия.</p> <p>1.3 Проверка простой гипотезы против простой альтернативы. Уровень значимости. Мощность правила выбора решения. Критерии минимального среднего риска, максимальной апостериорной вероятности, максимальной функции правдоподобия. Многоальтернативная задача выбора решения.</p>	8
2	Теория игр	<p>2.1. Основные понятия теории игр. Игра. Парная игра. Антагонистическая игра с нулевой суммой. Матричная игра. Стратегия игрока.</p> <p>2.2-2.4 Матрица игры. Нижняя цена игры. Максимальная стратегия. Верхняя цена игры. Минимаксная стратегия. Чистая цена игры с седловой точкой.</p> <p>2.5-2.7 Смешанные стратегии. Основная теорема матричных игр. Свойства оптимальных смешанных стратегий. Метод решения бесконечных игр.</p> <p>2.8-2.10 Конечная биматричная неантагонистическая игра. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето. Смешанное расширение биматричной игры. Ситуация равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях.</p>	24

		<p>2.12 Бескоалиционная неантагонистическая игра n игроков. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето.</p> <p>2.13-2.15 Кооперативная игра n игроков. Коалиция. Характеристическая функция. Условия индивидуальной и коллективной рациональности. Существенная игра. Дележи. Доминирование. С-ядро.</p> <p>Носитель игры. Вектор Шепли. Аксиомы Шепли. Простая игра. Линейная комбинация простых игр. Понятие о дифференциальных играх.</p>	
		Итого	32

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Теория статистических решений	<p>1. Выбор решения о летной / нелетной погоде.</p> <p><u>1.1.</u> Определение апостериорных вероятностей состояний природы, средних рисков для каждого решения, байесовых рисков каждого эксперимента, байесова решения и байесова эксперимента.</p> <p><u>1.2.</u> Определение уровня значимости и мощности правила выбора решения при проверке простой гипотезы против простой альтернативы, определение полных вероятностей обоих решений.</p>	4
2	Теория игр	<p>2. Решение матричной игры в чистых стратегиях.</p> <p><u>2.1.</u> Определение нижней цены игры (максимина) и верхней цены игры (минимакса), максиминной и минимаксной гарантирующих стратегий.</p> <p><u>2.2.</u> Определение чистой цены игры при наличии седловой точки.</p> <p>3. Решение матричной игры в смешанных стратегиях.</p> <p><u>3.1.</u> Определение оптимальных смешанных стратегий и цены игры с помощью решения системы линейных уравнений с помощью MATLAB.</p> <p><u>3.2.</u> Определение оптимальных смешанных стратегий и цены игры с помощью линейного программирования.</p> <p>Решение прямой и двойственной задач при ограничениях в виде неравенств с помощью MATLAB.</p> <p>4. Решение кооперативной игры трех лиц.</p> <p><u>4.1.</u> Определение С-ядра недоминируемых дележей в кооперативной игре. Решение задачи линейного программирования при ограничениях в виде неравенств с помощью MATLAB.</p> <p><u>4.2.</u> Определение вектора Шепли (оптимального дележа)</p>	12

		в кооперативной игре с помощью MATLAB.	
			Итого 16

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом групповые консультации по курсовой работе не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во академических часов	
			В период теор. обуч.	В сессию
1	Теория статистических решений	Изучение и проработка теоретического материала. Подготовка к зачету с оценкой.	9	9
2	Теория игр	Изучение и проработка теоретического материала. Самостоятельное изучение темы: «Итерационный метод Брауна-Робинсона решения матричной игры в смешанных стратегиях». Подготовка курсовой работы по теме: «Решение задачи о распределении оплаты в терминах теории кооперативных игр». Подготовка к зачету с оценкой.	60	18
		Итого	69	27

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Основные принципы организации самостоятельной работы обучающихся изложены в Положении об организации самостоятельной работы обучающихся (НИУ МГСУ).

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключается в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Исследование операций» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;

4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;

5) развивать познавательные способности будущих специалистов

Самостоятельная работа включает как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

В разделе «Теория игр» тема для самостоятельного изучения: «Итерационный метод Брауна-Робинсона решения матричной игры в смешанных стратегиях».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Матричная игра.
2. Чистые и смешанные стратегии.
3. Цена игры.

При подготовке курсовой работы по теме «Решение задачи о распределении оплаты в терминах теории кооперативных игр» вопросы для самоконтроля:

1. Принципы индивидуальной и коллективной рациональности.
2. Методы определения допустимого и оптимального дележей.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения математических задач. Необходима выработка первичных навыков математического исследования инженерных задач (перевод реальной задачи на математический язык, построение математической модели, выбор нужного математического метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата) на примерах задач теории исследования операций.

При подготовке к сдаче зачета с оценкой рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач. Вначале надо изучить задачи, разобранные на практических занятиях, а затем самостоятельно решить аналогичные задачи и примеры.

Для подготовки к защите курсовой работы надо повторить теоретический материал, изложенный на лекциях.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины (модуля).

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине (модуля) хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

- учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,
- учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,

– методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научный журнал «Academia. Архитектура и строительство».	http://raasn.ru/pub.php?pub=pub1-1
Международный научный журнал “International Journal for Computational Civil and Structural Engineering” (IJCCSE)	http://raasn.ru/pub.php?pub=pub2-1
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Перечень тем по разделам дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Теория статистических решений	<p>Основные понятия исследования операций. Операция. Оперирующая сторона. Активные средства. Стратегии допустимые и оптимальные. Действующие факторы. Критерий эффективности. Состояние операции. Математическая модель операции. Решение. Системы. Модели систем.</p> <p>Основные понятия теории статистических решений. Решение. Состояние природы. Эксперимент. Априорные и апостериорные вероятности состояний природы. Стратегии нерандомизированные (чистые) и рандомизированные (смешанные).</p> <p>Критерии и принципы принятия решений. Принцип гарантированного результата. Максиминная и минимаксная стратегии. Бейесовская стратегия.</p> <p>Проверка простой гипотезы против простой альтернативы. Уровень значимости. Мощность правила выбора решения. Критерии минимального среднего риска, максимальной</p>

		апостериорной вероятности, максимальной функции правдоподобия. Многоальтернативная задача выбора решения.
2	Теория игр	Основные понятия теории игр. Игра. Парная игра. Антагонистическая игра с нулевой суммой. Матричная игра. Стратегия игрока. Матрица игры. Нижняя цена игры. Максиминная стратегия. Верхняя цена игры. Минимаксная стратегия. Чистая цена игры с седловой точкой. Смешанные стратегии. Основная теорема матричных игр. Свойства оптимальных смешанных стратегий. Метод решения бесконечных игр. Конечная биматричная неантагонистическая игра. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето. Смешанное расширение биматричной игры. Ситуация равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях. Бескоалиционная неантагонистическая игра n игроков. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето. Кооперативная игра n игроков. Коалиция. Характеристическая функция. Условия индивидуальной и коллективной рациональности. Существенная игра. Дележи. Доминирование. С-ядро. Носитель игры. Вектор Шепли. Аксиомы Шепли. Простая игра. Линейная комбинация простых игр. Понятие о дифференциальных играх.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) приведён в п.6.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии
1	Теория статистических решений	Основные понятия исследования операций. Операция. Оперирующая сторона. Активные средства. Стратегии допустимые и оптимальные. Действующие факторы. Критерий эффективности. Состояние операции. Математическая модель операции.	Электронные образовательные ресурсы, электронный курс лекций

		<p>Решение. Системы. Модели систем. Основные понятия теории статистических решений. Решение. Состояние природы. Эксперимент. Априорные и апостериорные вероятности состояний природы. Стратегии нерандомизированные (чистые) и рандомизированные (смешанные). Критерии и принципы принятия решений. Принцип гарантированного результата. Максиминная и минимаксная стратегии. Бейесовская стратегия. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы. Уровень значимости. Мощность правила выбора решения. Критерии минимального среднего риска, максимальной апостериорной вероятности, максимальной функции правдоподобия. Многоальтернативная задача выбора решения.</p>	
2	Теория игр	<p>Основные понятия теории игр. Игра. Парная игра. Антагонистическая игра с нулевой суммой. Матричная игра. Стратегия игрока. Матрица игры. Нижняя цена игры. Максиминная стратегия. Верхняя цена игры. Минимаксная стратегия. Чистая цена игры с седловой точкой. Смешанные стратегии. Основная теорема матричных игр. Свойства оптимальных смешанных стратегий. Метод решения бесконечных игр. Конечная биматричная неантагонистическая игра. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето. Смешанное расширение биматричной игры. Ситуация равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях. Бескоалиционная неантагонистическая игра n игроков. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето. Кооперативная игра n игроков. Коалиция. Характеристическая функция. Условия индивидуальной и коллективной рациональности. Существенная игра. Дележи. Доминирование. С-ядро.</p>	Электронные образовательные ресурсы, электронный курс лекций

		Носитель игры. Вектор Шепли. Аксиомы Шепли. Простая игра. Линейная комбинация простых игр. Понятие о дифференциальных играх.	
--	--	--	--

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.18	Исследование операций

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)	
	1	2
ОПК-1	+	+
ОПК-2	+	+
ПК-1	+	+
ПК-10	+	+
ПК-12	+	+

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине (модулю), указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя оценивания)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Тестирование	Защита курсовой работы	Зачет с оценкой	
1	2	3	7	8	9
ОПК-1	31	+		+	+
	У1			+	+
	Н1			+	+
ОПК-2	32	+	+	+	+
	У2		+	+	+
	Н2		+	+	+
ПК-1	33	+	+	+	+
	У3		+	+	+
	Н3		+	+	+
ПК-10	34	+		+	+
ПК-12	Н5			+	+
ИТОГО		+	+	+	

2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачёта, защиты курсовых работ/курсовых проектов используется четырёхбалльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов
	Правильность ответов

	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик - умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий Объём выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения зачета с оценкой в 4 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1	Теория статистических решений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные определения теории исследования операций. 2. Основные определения теории статистических решений. 3. Критерии и принципы принятия решений. 4. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы. 5. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы по критерию минимального среднего риска. 6. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы по критерию максимальной апостериорной вероятности. 7. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы по критерию максимальной функции правдоподобия. 8. Многоальтернативная задача выбора решения.
2	Теория игр	<ol style="list-style-type: none"> 9. Основные определения теории игр. 10. Матричная игра с нулевой суммой. Нижняя цена игры, верхняя цена игры. Максиминная и минимаксная стратегии. 11. Игра с седловой точкой, чистая цена игры.

		12. Чистые и смешанные стратегии. Средний результат матричной игры. 13. Основная теорема матричных игр. Цена игры. Решение игры. 14. Свойства оптимальных смешанных стратегий. 15. Решение матричной игры $m \times n$. 16. Метод решения бесконечных игр. 17. Биматричные игры. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето. 18. Смешанное расширение биматричной игры. Средние выигрыши. Ситуация равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях. 19. Игры n игроков. Ситуация равновесия по Нэшу. Ситуация оптимальная по Парето. 20. Кооперативная игра n игроков. Характеристическая функция. 21. Доминируемые и недоминируемые дележи, С-ядро. 22. Носитель игры. Аксиомы Шепли. Простая игра n игроков. Вектор Шепли. 23. Понятие о дифференциальных играх.
--	--	--

Тематика курсовых работ.

1. Оптимальное решение корпоративной игры 3-х игроков
2. Кооперативная игра. Вектор Шепли
3. Игры n игроков.

Состав типового задания на курсовую работу.

Решить поставленную задачу графическим методом

Примерные вопросы к защите курсовой работы

1. Основные определения теории игр.
2. Матричная игра с нулевой суммой. Нижняя цена игры, верхняя цена игры. Максиминная и минимаксная стратегии.
3. Игра с седловой точкой, чистая цена игры.
4. Чистые и смешанные стратегии. Средний результат матричной игры.
5. Основная теорема матричных игр. Цена игры. Решение игры.
6. Свойства оптимальных смешанных стратегий.
7. Решение матричной игры $m \times n$.
8. Метод решения бесконечных игр.
9. Биматричные игры. Ситуация равновесия по Нэшу. Сильно равновесная ситуация. Ситуация оптимальная по Парето.
10. Смешанное расширение биматричной игры. Средние выигрыши. Ситуация равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях.
11. Игры n игроков. Ситуация равновесия по Нэшу. Ситуация оптимальная по Парето.
12. Кооперативная игра n игроков. Характеристическая функция.

3.2. Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля. Контролируется посещение лекций и практических занятий, выполнение работ на практических занятиях, компьютерное тестирование.

Пример задания для практического занятия.

«Определение нижней цены игры (максимина) и верхней цены игры (минимакса), максиминной и минимаксной гарантирующих стратегий».

Примерный вариант.

Определить цену игры, максиминную и минимаксную стратегии для заданной матрицы игры

	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	2	5	8	3
x_2	8	4	3	7
x_3	4	5	6	5

Контролирующие тесты

Образец:

Имеется ли у заданной матрицы игры седловая точка?

А) нет

В) да

Типовые контрольные задания мероприятий текущего контроля:

1. Основные определения теории исследования операций.
2. Основные определения теории статистических решений.
3. Критерии и принципы принятия решений.
4. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы.
5. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы по критерию минимального среднего риска.
6. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы по критерию максимальной апостериорной вероятности.
7. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы по критерию максимальной функции правдоподобия.
8. Многоальтернативная задача выбора решения.

Типовые задания практических занятий:

№	Тема	Задание
1, 2	Выбор решения о летной / нелетной погоде.	Определение апостериорных вероятностей состояний природы, средних рисков для каждого решения, байесовых рисков каждого эксперимента, байесова решения и байесова эксперимента. Определение уровня значимости и мощности правила выбора решения при проверке простой гипотезы против простой альтернативы, определение полных вероятностей обоих решений.
3	Решение матричной игры в чистых стратегиях.	Определение нижней цены игры (максимина) и верхней цены игры (минимакса), максиминной и минимаксной гарантирующих стратегий. Определение чистой цены игры при наличии седловой точки.
4, 5	Решение матричной игры в	Определение оптимальных смешанных стратегий и цены игры с помощью решения системы линейных уравнений с помощью MATLAB.

	смешанных стратегиях.	Определение оптимальных смешанных стратегий и цены игры с помощью линейного программирования. Решение прямой и двойственной задач при ограничениях в виде неравенств с помощью MATLAB.
6 ÷ 8	Решение кооперативной игры трех лиц.	Определение С-ядра недоминируемых дележей в кооперативной игре.
		Решение задачи линейного программирования при ограничениях в виде неравенств с помощью MATLAB.
		Определение вектора Шепли (оптимального дележа) в кооперативной игре с помощью MATLAB.

4. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

4.1 *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена/дифференцированного зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) проводится в форме зачета с оценкой в 4 семестре.

Используется четырех балльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2.

Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31, 32, 33, 34	Обучающийся не знает значительной части приемов, методов и прикладных программных средств теории статистических решений и теории игр, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания основных технических приемов, методов и прикладных программных средств теории статистических решений и теории игр. Теоретическое содержание курса освоено, необходимые	Теоретическое содержание соответствующего раздела курса теории игр освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, качество выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал,	Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает содержание работы по теории кооперативных игр, использует в ответе дополнительный материал. Обучающийся анализирует полученные

		практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.	грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей.	результаты; проявляет самостоятельность.
У1, У2, У3	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения, допускает существенные ошибки. Необходимые практические компетенции не сформированы.	Частично освоено использование алгоритмических приёмов решения задачи. Пробелы не носят существенного характера, но имеются ошибки. При ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.	Обучающийся твердо знает алгоритмические приёмы решения задачи, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей. Качество выполнения работы достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил алгоритмические приёмы решения задачи, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал из дополнительной литературы, правильно обосновывает принятое решение.
Н1, Н2, Н3, Н5	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет работу или не выполняет совсем.	Большая часть работы выполнена обучающимся, но имеются ошибки и неточности.	Обучающийся владеет необходимыми методами соответствующего раздела теории игр.	Вся работа выполнена, качество выполнения отличное. Обучающийся анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность.

4.2. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачета не проводится.

4.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме защиты курсовой работы/проекта

Процедура защиты курсовой работы (проекта) определена Положением о курсовом проекте (работе) обучающихся НИУ МГСУ.

Используется четырёх балльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2.

Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
32	Обучающийся не знает значительной части приемов, методов и прикладных программных средств теории игр, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных технических приемов, методов и прикладных программных средств теории игр, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении.	Теоретическое содержание соответствующего раздела курса теории игр освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, качество выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей.	Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает содержание работы по теории кооперативных игр, использует в ответе дополнительный материал. Обучающийся анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность.
У2	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения, допускает существенные ошибки. Необходимые практические компетенции не сформированы.	Частично освоено использование алгоритмических приёмов решения задачи. Пробелы не носят существенного характера, но имеются ошибки. При ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.	Обучающийся твердо знает алгоритмические приёмы решения задачи, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей. Качество выполнения работы достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил алгоритмические приёмы решения задачи, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал из дополнительной литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Н2	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет работу или не выполняет совсем.	Большая часть работы выполнена обучающимся, но имеются ошибки и неточности.	Обучающийся владеет необходимыми методами соответствующего раздела теории игр.	Вся работа выполнена, качество выполнения отличное. Обучающийся анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность.
З3	Обучающийся не знает значительной части методов соответствующего раздела теории игр, допускает существенные ошибки.	Обучающийся знает только основные методы соответствующего раздела теории игр, но не усвоил деталей, допускает неточности и нарушения логической последовательности в изложении.	Теоретическое содержание соответствующего раздела курса и основные методы освоены полностью. Обучающийся твердо знает основные факты, концепции и принципы, демонстрирует способность излагать их, не допуская неточностей в ответе на вопрос.	Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно демонстрирует общенаучные базовые знания, основные методы теории игр, свободно использует в ответе дополнительный материал. Качество выполнения отличное. Обучающийся проявляет самостоятельность при выполнении заданий.
У3	Не умеет использовать основные факты, концепции и принципы теории игр, допускает существенные ошибки. Необходимые практические компетенции не сформированы.	Частично освоено использование основных фактов, концепций и принципов при решения задачи теории игр. Пробелы не носят существенного характера, но имеются ошибки. При ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.	Обучающийся твердо знает основные факты, концепции, принципы и приёмы решения задач теории игр, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей в решении.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил основные факты, концепции, принципы и приёмы решения задач теории игр, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, правильно обосновывает принятое решение.

НЗ	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет работу или не выполняет ее совсем.	Большая часть работы выполнена, но с ошибками и неточностями.	Обучающийся владеет необходимыми навыками решения задач теории игр.	Вся работа выполнена, качество выполнения отличное. Обучающийся анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность.
----	---	---	---	---

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.18	Исследование операций

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Исследование операций	Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения [Текст] : учебное пособие для высших технических учебных заведений / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - Москва : КноРус, 2013. - 441 с.	15	25
2	Исследование операций	Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Шевкопляс Е.В. Теория игр. – Спб.: БХВ-Петербург, 2012. –424 с.	50	25
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Исследование операций	Есипов, Б. А. Методы исследования операций [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. А. Есипов. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 253 с.	150	25

2	Исследование операций	Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель. - 5-е изд., стер. - Москва : КноРус, 2010. - 191 с	56	25
---	-----------------------	--	----	----

Согласовано:

НТБ

_____ / _____ / _____
дата *Подпись* *ФИО*

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.18	Исследование операций

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Теория статистических решений	Основные понятия исследования операций. Основные понятия теории статистических решений. Проверка простой гипотезы против простой альтернативы. Многоальтернативная задача выбора решения.	Microsoft Windows	DreamSpark subscription
			Microsoft Office	Open License
			Mathworks Matlab	Платное ПО
2	Теория игр	Основные понятия теории игр. Смешанные стратегии. Конечная биматричная неантагонистическая игра. Носитель игры. Вектор Шепли. Аксиомы Шепли. Простая игра. Линейная комбинация простых игр. Понятие о дифференциальных играх.	Microsoft Windows	DreamSpark subscription
			Microsoft Office	Open License
			Mathworks Matlab	Платное ПО

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.18	Исследование операций

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда.
2	Практические занятия	28 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,8 ГГц, HDD 240 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19".	Помещения для компьютерного практикума: 129337, г. Москва, Ярославское ш, д. 26, 310, 312, 417, 418, 420, 421, 623 КМК
3	Самостоятельная работа	32 персональных компьютера с конфигурацией: 2,6 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19", 48 персональных компьютеров с конфигурацией: 3 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19", 40 персональных компьютеров с конфигурацией: 2,9 ГГц, HDD 250 Гб, RAM 4 Гб, Video RAM 512 Мб, DVD-R/RW, монитор 19".	Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославское ш, д. 26, корп. 2, Учебный корпус (Библиотека), комн. 10, комн. 41)
		29 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17".	Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославское ш, д. 26, корп. 2, Учебный корпус (Библиотека), комн. 10)