

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Юнаков Л. П.
(подпись) ФИО
«31» 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Направление/специальность подготовки	27.05.01 Специальные организационно-технические системы
Специализация/профиль/программа подготовки	Внешнее проектирование и эффективность авиационных и ракетных организационно-технических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	68	34	0	34	76	0	18	58	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

27.05.01 Специальные организационно-технические системы

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Афанасьев Кирилл Александрович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

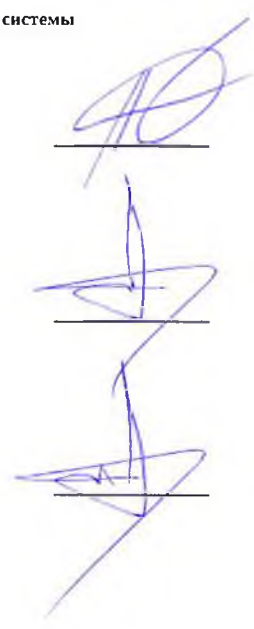
Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 — способен определять критерии и применять методы оценки эффективности полученных результатов разработки в области специальных организационнотехнических систем
ПСК-08 — способен применять методологию концептуального (внешнего) проектирования при формировании технического задания на разработку ракетных комплексов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-4

знания:

На уровне представлений: представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания принципов построения и функционирования сложных организационных и организационно-технических систем, способов построения сложных организационно-технических систем и требований к ним;

умения:

Практические: собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности, осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов; способностью выполнять работы по проведению модельных экспериментов, с применением современных информационных технологий; разрабатывать модели специальных организационно-технических систем и процессов их функционирования; создавать математический аппарат для их формализации, анализа и выработки вариантов решения;

навыки:

Формулировать естественно-научную сущность проблем, осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате, осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств сложных систем.

ПСК-08

знания:

На уровне воспроизведения: анализа организационно-технических систем специального назначения с использованием современных информационных технологий.

на уровне понимания: основных алгоритмов и принципов функционирования ОТС для решения задач специального назначения;

умения:

Теоретические: выявлять естественно-научную сущность проблем, решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий, осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;;

навыки:

Обеспечивать технико-экономическое обоснование выбора варианта конструктивного решения смоделированной ОТС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 27.05.01 *Специальные организационно-технические системы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, МОДЕЛИ ОТС И ПРОЦЕССОВ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе приобретенных знаний
- ОПК-10 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — способен формулировать задачи управления в специальных организационно-технических системах и обосновывать методы их решения
- ОПК-6 — способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления
- ОПК-7 — способен аргументировано выбирать и обосновывать, а также разрабатывать схемотехнические, системотехнические и аппаратно- программные решения управления сложными техническими объектами и технологическими процессами и реализовывать их на практике
- ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-4	ПСК-48
4	7	Раздел 1. Основные понятия и определения. Понятие операции, оперирующей стороны, цели операции, задачи операции. Математическое моделирование процессов принятия решений. Оптимизационные задачи. Общая логико-событийная модель операции. Математическая модель операции. Понятие стратегии. Неслучайные факторы. Случайные факторы. Понятие целевой функции. Принятие решений. Принципы выбора оптимального решения.	4	2	2	0	2	3	3
4	7	Раздел 2. Классические оптимизационные задачи. Однокритериальные задачи оптимизации. Многокритериальная оптимизация. Введение в оптимизацию. Локальный и глобальный экстремум. Теоремы существования. Одномерная и многомерная оптимизация. Безусловный экстремум. Условный экстремум. Проблема многокритериальности. Многокритериальность и неопределенность. Формализация понятия оптимальности. Задание предпочтений на множестве альтернатив. Парето оптимальность.	8	4	2	2	4	7	7
4	7	Раздел 3. Линейное программирование. Постановка задачи, геометрический смысл, примеры. Симплекс-метод. Двойственные задачи и теоремы двойственности. Транспортная задача, метод потенциалов. Целочисленное линейное программирование. Методы ветвей и границ.	6	4	2	2	2	10	10
4	7	Раздел 4. Динамическое программирование. Многошаговые задачи принятия решений. Формулировка задачи динамического программирования, примеры. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности и функция Беллмана вычислимой функции.	8	4	2	2	4	10	10
4	7	Раздел 5. Нелинейное программирование. Общая постановка задачи нелинейного программирования. Выпуклое программирование, двойственность, теорема Куна-Таккера. Численные методы решения.	4	2	2	0	2	5	5
4	7	Раздел 6. Игры в нормальной форме. Определение игры. Информированность и принципы поведения. Гарантированный результат. Биматричные игры. Доминирующие и доминируемые стратегии. Разрешимость по доминированию. Равновесие по Нэшу. Равновесие и паретооптимальность. Антагонистические игры. Матричная игра. Смешанные стратегии. Методы решения матричных игр.	7	3	2	1	4	7	7
4	7	Раздел 7. Позиционные игры. Позиционные игры Игры в развернутой форме. Дерево игры. Игры с полной и неполной информацией. Информационные множества. Метод обратной индукции. Теорема Куна. Совершенное равновесие. Иерархические игры.	4	2	2	0	2	5	5
4	7	Раздел 8. Модели управления запасами. Модели управления запасами. Одноэтапная модель с учетом затрат на оформление заказа Многоэтапная модель управления запасами .Управление запасами с учетом издержек на производство.	4	2	2	0	2	8	8
4	7	Раздел 9. Марковские процессы. Определение марковских процессов и их примеры. Уравнения Колмогорова-Чпмена . Марковские цепи с дискретным временем. Теорема о предельных вероятностях. Марковские цепи с непрерывным временем. Теорема о времени выхода из состояния. Уравнения Колмогорова. Простейший поток событий. Пуассоновский поток как марковский процесс. Немарковские потоки событий. Марковские процессы принятия решений. Модели с конечным горизонтом планирования. Задача о замене оборудования. Задача о наилучшем выборе. Модели с бесконечным горизонтом планирования.	9	5	2	3	4	10	10
4	7	Раздел 10. Теория массового обслуживания. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания Обслуживание с отказами, ожиданиями, приоритетами. Оптимизация обслуживания. Метод имитационного моделирования СМО.	12	4	2	2	8	10	10
4	7	Раздел 11. Основы имитационного моделирования. Моделирование как способ научного познания. Область применения имитационного моделирования (ИМ). Жизненный цикл имитационной модели. Современные парадигмы ИМ. Абстрагирование и адекватность моделей.	14	6	2	4	8	7	7
4	7	Раздел 12. Разработка имитационных моделей детерменированных систем. Современные средства ИМ. Создание и анализ ИМ детерменированных систем. Модели системной динамики. Модели динамических систем. Многоагентные системы. Простой компьютерный эксперимент. Эксперимент с варьированием параметров. Оптимизационный эксперимент.	18	8	4	4	10	7	7
4	7	Раздел 13. Статистическое моделирование. Моделирование случайных величин и случайных процессов. Моделирование систем массового обслуживания. Статистический анализ данных. Методы уменьшения дисперсии марковских цепей. Метод Монте-Карло. Подходы к решению задачи коммивояжера и к задаче размещения-распределения.	22	10	2	8	12	5	5
4	7	Раздел 14. Дискретно-событийное имитационное моделирование. Задачи с вероятностными ограничениями. Двухэтапные задачи стохастического программирования: задача управления запасами и задача о планировании урожая. Задачи теории надежности. Логико-вероятностный метод и его практическое использование.	20	10	4	6	10	5	5
4	7	Раздел 15. Выводы по курсу. Основное направление развития исследования операций. Подход к реализации методов исследования эффективности организационно технических систем на примере разнообразных ракетных комплексов.	4	2	2	0	2	1	1
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Классические оптимизационные задачи.	Практическое занятие №1 Введение в оптимизацию. Локальный и глобальный экстремум. Теоремы существования. Одномерная и многомерная оптимизация. Безусловный экстремум. Условный экстремум. Проблема многокритериальности. Многокритериальность и неопределенность. Формализация понятия оптимальности. Задание предпочтений на множестве альтернатив.	2
2	Раздел 3. Линейное программирование.	Практическое занятие №2 Постановка задачи, геометрический смысл, примеры. Симплекс-метод. Двойственные задачи и теоремы двойственности. Транспортная задача, метод потенциалов. Целочисленное линейное программирование. Методы ветвей и границ	2
3	Раздел 4. Динамическое программирование.	Практическое занятие №3 Многошаговые задачи принятия решений. Формулировка задачи динамического программирования, примеры. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности и функция Беллмана вычислимой функции.	2
4	Раздел 6. Игры в нормальной форме.	Практическое занятие №4 Определение игры. Информированность и принципы поведения. Гарантированный результат. Биматричные игры. Доминирующие и доминируемые стратегии. Антагонистические игры. Матричная игра. Смешанные стратегии. Методы решения матричных игр.	1
5	Раздел 9. Марковские процессы.	Практическое занятие №5 Определение марковских процессов и их примеры. Марковские цепи с дискретным временем. Теорема о предельных вероятностях. Марковские цепи с непрерывным временем. Теорема о времени выхода из состояния. Простейший поток событий. Пуассоновский поток как марковский процесс. Немарковские потоки событий. Задача о замене оборудования. Задача о наилучшем выборе. Модели с бесконечным горизонтом планирования.	3
6	Раздел 10. Теория массового обслуживания.	Практическое занятие №6 Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания Обслуживание с отказами, ожиданиями, приоритетами. Оптимизация обслуживания. Метод имитационного моделирования СМО.	2
7	Раздел 11. Основы имитационного	Практическое занятие №7 Моделирование как способ научного познания. Область применения имитационного моделирования (ИМ). Жизненный цикл имитационной модели. Современные	2

8	моделирования.	парадигмы ИМ. Абстрагирование и адекватность моделей	2
9	Раздел 12. Разработка имитационных моделей	Практическая работа №1 Имитационная модель процесса боевого взаимодействия сложных организационно технических систем.	2
10	детерминированных систем.	Практическое занятие №8 Современные средства ИМ. Создание и анализ ИМ детерминированных систем. Модели системной динамики. Модели динамических систем. Многоагентные системы. Простой компьютерный эксперимент. Эксперимент с варьированием параметров. Оптимизационный эксперимент.	2
11	Раздел 13. Статистическое моделирование.	Практическая работа №2 Модель оценки динамики состояний сложных организационно технических систем.	4
12		Практическое занятие №9 Моделирование случайных величин и случайных процессов. Моделирование систем массового обслуживания. Статистический анализ данных. Методы уменьшения дисперсии марковских цепей. Метод Монте-Карло. Подходы к решению задачи коммивояжера и к задаче размещения-распределения.	4
13	Раздел 14. Дискретно-событийное имитационное моделирование.	Практическая работа №3 Модель оценки динамики сложных организационно технических систем в условиях неопределенности.	6
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Подготовка к занятиям	2
2	Раздел 2. Классические оптимизационные задачи.	Подготовка к занятиям	2
3		Поиск исходной информации для выполнения практической работы №1	2
4	Раздел 3. Линейное программирование.	Подготовка к занятиям.	1
5		Поиск исходной информации для выполнения практической работы №1	1
6	Раздел 4. Динамическое программирование.	Подготовка к занятиям. Анализ порядка выполнения КР	4
7	Раздел 5. Нелинейное программирование.	Подготовка к занятиям.	2
8	Раздел 6. Игры в нормальной форме.	Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения методов динамического программирования при выполнении КР	4
9	Раздел 7. Позиционные игры.	Подготовка к занятиям.	2
10	Раздел 8. Модели управления запасами.	Подготовка к занятиям.	2
11	Раздел 9. Марковские процессы.	Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения методов анализа марковских потоков событий при выполнении КР	4
12	Раздел 10. Теория массового обслуживания.	Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения методов расчета и моделирования систем массового обслуживания при выполнении КР	4
13		Поиск исходной информации для выполнения практической работы №2	4
14	Раздел 11. Основы имитационного моделирования.	Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения имитационного моделирования при выполнении КР	4
15		Анализ исходной информации для описания логико - аналитической модели практической работы №3	4
16	Раздел 12. Разработка имитационных моделей	Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения имитационного моделирования при выполнении КР	6
17	детерминированных систем.	Поиск исходной информации для выполнения практической работы №3	4
18	Раздел 13. Статистическое моделирование.	Подготовка к занятиям. Подготовка компьютерного эксперимента. Анализ результатов применения имитационного моделирования при выполнении КР.	12
19	Раздел 14. Дискретно-событийное имитационное моделирование.	Подготовка к занятиям. Подготовка компьютерного эксперимента. Анализ чувствительности модели примененной при выполнении КР к разным сочетаниям параметров.	10
20	Раздел 15. Выводы по курсу.	Подготовка к занятиям. Подготовка презентационного материала к защите КР.	2
Всего за 7 семестр			76

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Ознакомление с заданием на работу.	1 - 2	0.5
Этап 2. Знакомство с особенностями исследуемой операции	3 - 4	0.5
Этап 3. Формирование операционной модели, физической и математической модели исследуемой операции . Обоснование допущений	5 - 6	2.5
Этап 4. Разработка алгоритма работы программного обеспечения	7 - 8	1.5
Этап 5. Составление и отладка программы для решения задачи	9 - 10	4
Этап 6. Верификация программного обеспечения	11 - 12	2
Этап 7. Планирование вычислительного эксперимента. Уточнение задания в части выполнения детальных расчетов	13 - 14	1
Этап 8. Проведение Вычислительного эксперимента в рамках исследования	15 - 15	2.5
Этап 9. Оформление пояснительной записки и иллюстративного материала	16 - 16	3
Этап 10. Защита курсовой работы	17 - 17	0.5
Всего за 7 семестр		18

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7				Собес		ДР		КР	Собес	ДР		КР	Собес	Отч. по ПЗ	КР, Вопр. Экз	ДР	КР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Собес – собеседование;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- КР – курсовая работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- собеседование;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. . Методы оптимизации. М.: Инфра-М, 2013, 10 экз.
2. В. М. Кашин, Н. И. Ахапкин. . Эффективность ракетного и артиллерийского вооружения. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
3. Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высш. шк., 2001, эл. рес.
4. М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
5. С. А. Чириков. . Основы поиска технической информации в сети Интернет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
6. С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. А. Горлач. . Исследование операций. СПб.: Лань, 2020, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук;
2. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. https://techlibrary.ru/b/2j1f1o1t1x1f1m2d_2m.2z._2q1s1s1m1f1e1p1c1a1o1j1f_1p1q1f1r1a1x1j1k._2p1a1e1a1y1j._1q1r1j1o1x1j1q2c._1n1ft1p1e1p1
2. <https://bsu.by/Cache/pdf/217753.pdf>;
3. <http://institutions.com/download/books/1440-issledovanie-operacij-kosorukov.html> — Исследование операций - Косоруков О.А. - Учебник;
4. https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_90160.pdf;
5. <https://www.szma.com/olwm.pdf> — ПК АРБИТР | СПИК СЗМА;
6. http://www.ifel.ru/surv/Res_9.pdf;
7. https://de.ifmo.ru/--books/0070/cals_p.pdf.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Prime 3.1;
2. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Mathcad Prime 3.1;
4. Matlab 2015a SP1.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *27.05.01 Специальные организационно-технические системы*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-4 способен определять критерии и применять методы оценки эффективности полученных результатов разработки в области специальных организационно-технических систем;

ПСК-08 способен применять методологию концептуального (внешнего) проектирования при формировании технического задания на разработку ракетных комплексов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с особенностями целенаправленного функционирования организационно-технических систем в процессе выполнения стадий жизненного цикла изделия (операциями) продиктованных особенностями их состава, структуры, расположения, связи и информационной взаимосвязи. Так же демонстрируются практические алгоритмы использования основных знаний, полученных на смежных дисциплинах для формирования представлений о способах определения результативности функционирования ОТС как функции от технических характеристик элементов, причинах ее изменений, влияния условий и технических характеристик на изменения эффективности работы ОТС.

Слушатели дисциплины получают навыки по представлению, адекватную современному уровню знаний, научной картины мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; формулирования естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; понимание сущность и значение информации; осуществления сбора и анализа научно-технической информации, обобщения отечественного и зарубежного опыта в области моделирования и оценки специальных организационно-технических систем; разработке моделей специальных организационно-технических систем и процессов их функционирования; создании математического аппарата для их формализации, анализа и выработки вариантов решения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- собеседование;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 з.е., **144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основные понятия и определения.		
Подготовка к занятиям	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (1)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Классические оптимизационные задачи.		
Подготовка к занятиям	А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. . Методы оптимизации: М.: Инфра-М, 2013 (1-2)	2
Поиск исходной информации для выполнения практической работы №1		2
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Линейное программирование.		
Подготовка к занятиям.	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (3)	1
Поиск исходной информации для выполнения практической работы №1	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (2)	1
	А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. . Методы оптимизации: М.: Инфра-М, 2013 (2-3)	
Итого по разделу 3		2
Раздел 4. Динамическое программирование.		
Подготовка к занятиям. Анализ порядка выполнения КР	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (2)	4
Итого по разделу 4		4
Раздел 5. Нелинейное программирование.		
Подготовка к занятиям.	А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. . Методы оптимизации: М.: Инфра-М, 2013 (3-4) Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (4)	2
Итого по разделу 5		2
Раздел 6. Игры в нормальной форме.		
Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения методов динамического программирования при выполнении КР	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (7)	4
Итого по разделу 6		4
Раздел 7. Позиционные игры.		
Подготовка к занятиям.	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (7)	2
Итого по разделу 7		2
Раздел 8. Модели управления запасами.		
Подготовка к занятиям.	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (3-5)	2
Итого по разделу 8		2
Раздел 9. Марковские процессы.		
Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения методов анализа марковских потоков событий при выполнении КР	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (6)	4
	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (5)	
Итого по разделу 9		4
Раздел 10. Теория массового обслуживания.		
Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения методов расчета и моделирования систем массового обслуживания при выполнении КР	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (6)	4
Поиск исходной информации для выполнения практической работы №2	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (5)	4
Итого по разделу 10		8
Раздел 11. Основы имитационного моделирования.		
Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения имитационного моделирования при выполнении КР	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (1)	4
Анализ исходной информации для описания логико - аналитической модели практической работы №3	С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-6) М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая	4

	работа в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-8)	
Итого по разделу 11		8
Раздел 12. Разработка имитационных моделей детерменированных систем.		
Подготовка к занятиям. Анализ возможности применения имитационного моделирования при выполнении КР	М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (7)	6
Поиск исходной информации для выполнения практической работы №3		4
Итого по разделу 12		10
Раздел 13. Статистическое моделирование.		
Подготовка к занятиям. Подготовка компьютерного эксперимента. Анализ результатов применения имитационного моделирования при выполнении КР.	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (7)	12
Итого по разделу 13		12
Раздел 14. Дискретно-событийное имитационное моделирование.		
Подготовка к занятиям. Подготовка компьютерного эксперимента. Анализ чувствительности модели примененной при выполнении КР к разным сочетаниям параметров.	С. А. Чириков. . Основы поиска технической информации в сети Интернет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-6) Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (3-5)	10
Итого по разделу 14		10
Раздел 15. Выводы по курсу.		
Подготовка к занятиям. Подготовка презентационного материала к защите КР.	В. М. Кашин, Н. И. Ахапкин. . Эффективность ракетного и артиллерийского вооружения: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (1-10)	2
Итого по разделу 15		2

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- собеседование;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Собеседование

Собеседование организуется с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанное на выяснение объемов знаний по определенному разделу. Контрольное мероприятие считается выполненным, при получении не менее 60% правильных ответов на вопросы преподавателя.

Примерные вопросы для собеседований.

1. Основные понятия и принципы исследования операций.
2. Понятие структуры сложной технической системы.
3. Иерархические структуры. Блочный-иерархический подход.
4. Методы формирования структуры, основанные на анализе функций проектируемой системы.
5. Физический принцип действия (ФПД) как связующее звено между функциями системы и элементами ее структуры.
6. Основы теории Бойда. Влияние цикла Наблюдение - Ориентация - Решение - Действие на аппаратно-информационное обеспечение ведения боевых действий
7. Эффективность - функция готовности, надежности и возможностей. Числовые показатели эффективности.
8. Модель оценки системы.
9. Логико-вероятностный метод и его практическое использование.
10. Последовательность действий при формировании описания операции методом анализа функций.
11. Операционная модель взаимодействия снаряда и цели, условия, описание порядка взаимодействия.
12. Понятие элементарной цели. Классификация целей как геометрических объектов. Совокупности элементарных целей.
13. Определение вероятности попадания снаряда в элементарные цели на примере бронезащиты.
14. Основы динамического программирования. Многошаговые процессы принятия решений. Задача распределения ресурсов.
15. Основы динамического программирования. Многошаговые процессы принятия решений. Динамика боя. Последовательное преодоление системы рубежей. Последовательные удары по обороняемому объекту.
16. Система массового обслуживания (СМО). Схема гибели-размножения. Формулы Литтла.
17. Система массового обслуживания (СМО). Графовая модель СМО. Уравнения Колмогорова-Эрланга. Финишные вероятности.
18. Постановка задачи оптимизации ОТС как функции от потребной вероятности решения задачи, или как функции от существующих ресурсов.
19. Цели и задачи статистических методов исследования операций. Статистический анализ данных. Метод Монте - Карло
20. Метод имитационного моделирования. Цели и задачи имитационного моделирования.
21. Подготовка простого компьютерного эксперимента. Эксперимент с варьированием параметров.
22. Статистическая модель поражения цели. Факторы, определяющие поражение объекта.
23. Характерные виды показателей эффективности (без накопления ущерба, с накоплением ущерба, при действии по одинаковым и разным по характеристикам объектам и т. п.).
24. Показательный закон поражения цели.
25. Числовой закон поражения цели. Его представления.
26. Координатный закон поражения цели. Его представления. Понятие приведенной зоны поражения цели.
27. Характеристики систем ошибок. Схема двух групп ошибок.
28. Квазирегулярные модели процессов боя между однородными группами. Учет пополнения сил. Модели Оиспова - Ланчестера.
29. Вероятность попадания точки в "прямоугольник" (без смещения).
30. Вероятность попадания точки в "прямоугольник" (со смещением).
31. Вероятность попадания точки в "круг" (без смещения).
32. Вероятность попадания точки в "эллипс" (со смещением).
33. Вероятность попадания БП в фигуру произвольных размеров.
34. Поражение цели при нескольких выстрелах (независимых, зависимых в схеме двух групп ошибок и функционально зависимых).
35. Количество боеприпасов, необходимое для поражения целей (объектов) с заданной эффективностью.

Критерии оценивания:

правильные полные и четкие ответы на все вопросы преподавателя, при технически грамотном представлении, правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на поставленные преподавателем вопросы, при грамотном представлении материала - «зачтено»; правильные ответы на большую часть поставленных вопросов при недостаточном полном их освещении при достаточном грамотном оформлении материала - «не зачтено».

Отчет по практическому заданию

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому занятию. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета, доклад студента по выполненной работе и ответы на вопросы преподавателя во время защиты соответствуют требованиям, предъявляемым к знаниям студента по данному практическому занятию, отчет по практическому занятию считается принятым.

Основаниями для дополнительной доработки отчета являются:

- небрежное выполнение,
 - низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:
- отсутствия необходимых разделов,
 - отсутствия необходимого графического материала,
 - некорректной обработки результатов.

Шаблоны отчетов по практическим работам;

Практическая работа, выполняемая в ходе практического занятия № 1 (раздел № 2)

Создание 2D-модели объекта поражения, подготовка модели операции, расчет вероятности поражения цели сложной формы (аналитическим методом).

В отчете необходимо представить:

1. Систему исходных данных
2. Построенную 2D-модель
3. Подготовленную математическую модель
4. План проведения вычислительного эксперимента
5. Результаты проведения эксперимента (таблицы, графики, выводы по графикам)
6. Выводы по проделанной работе

Контрольные вопросы.

1. Как собирались исходные данные
2. Как построена математическая модель
3. Как влияют отдельные ТТХ систем на результат функционирования
4. Как осуществлялся вычислительный эксперимент
5. Как выбирались ограничения

Практическая работа, выполняемая в ходе практического занятия № 2 (раздел № 2)

Создание 2D-модели объекта поражения с учетом влияния окружающей среды, подготовка модели операции, расчет вероятности поражения цели сложной формы (методом статистических испытаний).

В отчете необходимо представить:

1. Систему исходных данных
2. Построенную 2D-модель
3. Подготовленную математическую модель
4. План проведения вычислительного эксперимента
5. Результаты проведения эксперимента (таблицы, графики, выводы по графикам)
6. Выводы по проделанной работе

Контрольные вопросы.

1. Как собирались исходные данные
2. Как построена математическая модель
3. Как влияют отдельные ТТХ систем на результат функционирования
4. Как осуществлялся вычислительный эксперимент
5. Как выбирались ограничения

Практическая работа, выполняемая в ходе практического занятия № 3 (раздел № 3)

Создание 2D-модели объекта поражения с учетом противодействия систем и влияния окружающей среды, подготовка модели операции, расчет вероятности поражения цели сложной формы (методом статистических испытаний).

В отчете необходимо представить:

1. Систему исходных данных
2. Построенную 2D-модель
3. Подготовленную математическую модель
4. План проведения вычислительного эксперимента
5. Результаты проведения эксперимента (таблицы, графики, выводы по графикам)
6. Выводы по проделанной работе

Контрольные вопросы.

1. Как собирались исходные данные
2. Как построена математическая модель
3. Как влияют отдельные ТТХ систем на результат функционирования
4. Как осуществлялся вычислительный эксперимент
5. Как выбирались ограничения

Курсовая работа

Курсовая работа представляется в печатном виде в формате, соответствующим «Положению по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ». Перечень тем курсовых работ входит в состав УМК дисциплины.

Защита курсовой работы проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя или членов комиссии. В ходе защиты КР обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

В результате защиты курсовой работы студенту выставляется оценка:

- оценка «отлично» выставляется, при правильном выполнении курсовой работы, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 90 до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсовой работы, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 75 до 90%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсовой работы, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 50 до 75%.
- оценка «не защитил» выставляется, при значительных ошибках в содержании курсовой работы, при допущении принципиальных ошибок в ответах на вопросы преподавателя - правильных ответов менее 50%.

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и принципы исследования операций.
2. Понятие структуры сложной технической системы.
3. Иерархические структуры. Блочнo-иерархический подход.
4. Понятие о формировании структуры технической системы.
5. Понятие о существующих методах формирования структуры сложных систем: использование архивных структур и подструктур.
6. Понятие о существующих методах формирования структуры сложных систем: морфологические методы, эвристические методы, методы ТРИЗa.
7. Методы формирования структуры, основанные на анализе функций проектируемой системы.
8. Физический принцип действия (ФПД) как связующее звено между функциями системы и элементами ее структуры. База физических эффектов.
9. Последовательность действий при формировании описания операции методом анализа функций.
10. Понятие задачи линейного программирования.
11. Задача линейного программирования с двумя переменными. Канонический вид задачи линейного программирования.
12. Опорные решения задачи линейного программирования. Переход от одного опорного решения к другому.
13. Выражение целевой функции через свободные переменные. Оценки свободных переменных.
14. Признак оптимальности целевой функции в допустимой области.
15. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Алгоритм.

16. Получение исходного опорного допустимого решения задачи линейного программирования.
17. Математическая модель транспортной задачи.
18. Методы получения исходного допустимого решения транспортной задачи.
19. Циклы в матрице перевозок транспортной задачи.
20. Методы решения транспортных задач.
21. Предмет и задачи теории игр. Классификация игр.
22. Антагонистические матричные игры. Теорема минимакса.
23. Оптимальные смешанные стратегии. Основная теорема матричных игр.
24. Антагонистические матричные игры 2×2 . Антагонистические матричные игры $2 \times n$ и $m \times 2$. Методы упрощения конечных матричных игр.
25. Задачи целочисленного программирования. Метод Гомори.
26. Задачи целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.
27. Методы безусловной оптимизации. Методы решения многомерных и одномерных задач.
28. Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.
29. Основы динамического программирования. Многошаговые процессы принятия решений. Задача распределения ресурсов.
30. Система массового обслуживания (СМО). Схема гибели-размножения. Формулы Литтла.
31. Система массового обслуживания (СМО). Графовая модель СМО. Уравнения Колмогорова-Эрланга. Фinitные вероятности.
32. Постановка задачи оптимизации ОТС как функции от потребной вероятности решения задачи, или как функции от существующих ресурсов.
33. Перспективные методы оптимизации ОТС
34. Цели и задачи статистических методов исследования операций. Статистический анализ данных
35. Метод Монте - Карло
36. Подходы к решению задачи коммивояжера и к задаче размещения-распределения.
37. Логико-вероятностный метод и его практическое использование.
38. Метод имитационного моделирования. Цели и задачи имитационного моделирования.
39. Подготовка простого компьютерного эксперимента. Эксперимент с варьированием параметров.
40. Постановка оптимизационного эксперимента.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

За каждый ответ на вопрос билета выставляется оценка по пятибалльной шкале. Средняя оценка является итоговой.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при наличии двух и более неудовлетворительных ответов.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-4	ПСК-08	
4	7	Раздел 1. Основные понятия и определения.	4	2	2	0	2	3	3	Собеседование
4	7	Раздел 2. Классические оптимизационные задачи.	8	4	2	2	4	7	7	Собеседование
4	7	Раздел 3. Линейное программирование.	6	4	2	2	2	10	10	Собеседование
4	7	Раздел 4. Динамическое программирование.	8	4	2	2	4	10	10	Собеседование, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 5. Нелинейное программирование.	4	2	2	0	2	5	5	Собеседование
4	7	Раздел 6. Игры в нормальной форме.	7	3	2	1	4	7	7	Собеседование
4	7	Раздел 7. Позиционные игры.	4	2	2	0	2	5	5	Собеседование
4	7	Раздел 8. Модели управления запасами.	4	2	2	0	2	8	8	Собеседование
4	7	Раздел 9. Марковские процессы.	9	5	2	3	4	10	10	Собеседование
4	7	Раздел 10. Теория массового обслуживания.	12	4	2	2	8	10	10	Собеседование
4	7	Раздел 11. Основы имитационного моделирования.	14	6	2	4	8	7	7	Собеседование, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 12. Разработка имитационных моделей детерминированных систем.	18	8	4	4	10	7	7	Собеседование, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 13. Статистическое моделирование.	22	10	2	8	12	5	5	Собеседование, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 14. Дискретно-событийное имитационное моделирование.	20	10	4	6	10	5	5	Собеседование, Курсовая работа
4	7	Раздел 15. Выводы по курсу.	4	2	2	0	2	1	1	Курсовая работа, Вопросы к экзамену
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	