

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических 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	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Никольченко Юлия Александровна, 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 В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ

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-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте

ПК-1 — Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-7

знания:

- знание практических примеров применения исследовательских методов для повышения надёжности, безопасности и экономической эффективности ракетно-космических комплексов, а также для разработки инновационных решений в профессиональной деятельности.;

умения:

- Умение критически оценивать достижения отрасли с точки зрения их влияния на оптимизацию технологических процессов, логистику, управление проектами и эксплуатацию космических систем, используя методы математического моделирования, теории игр, теории массового обслуживания и другие инструменты исследования операций.;

навыки:

- Навык разработки и отладки алгоритмов и программных средств для решения инженерных задач в области ракетостроения и космонавтики, включая расчет траекторий, управление ресурсами и оценку рисков.

ПК-1

знания:

– знать основные классы моделей исследования операций, принципы и методы принятия решений в условиях многокритериальности, неопределенности с учетом ограничений;

– знать принципы критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода;

умения:

– уметь выбирать показатели эффективности системы, применять базовые методы обоснования оптимальных и компромиссных решений

– уметь вырабатывать стратегию действий в условиях неопределенности, многокритериальности и с учетом ограничений;

навыки:

– иметь навыки применения методов математического программирования, игровых методов обоснования решений в условиях неопределенности, методов решения многокритериальных задач

– иметь навыки выбора стратегии действий в условиях неопределенности, многокритериальности и с учетом ограничений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ, ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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-7	ПК-1
4	7	Раздел 1. Основные понятия и задачи исследования операций. Предмет, объект и задачи исследования операций и его роль в теории и практике анализа и синтеза ракетных систем. Задачи выбора решений, функции полезности, критерии. Классы задач исследования операций: детерминированные, стохастические задачи, задачи в условиях неопределенности; задачи скалярной оптимизации, линейные, нелинейные, дискретные; многокритериальные задачи. Примеры формализации задач исследования операций и принятия решений.	10	4	4	0	6	10	5
4	7	Раздел 2. Модели систем в исследовании операций. Постановка задачи построения модели системы с учетом реальных условий функционирования. Основные свойства и характеристики моделей. Модели оценки эффективности сложных систем. Показатели эффективности.	8	4	4	0	4	15	15
4	7	Раздел 3. Математическое программирование. Линейное программирование: постановка и примеры формализации и решения задач. Нелинейное программирование: постановка и примеры формализации и решения задач. Динамическое программирование: постановка и примеры формализации и решения задач.	18	10	6	4	8	10	10
4	7	Раздел 4. Теория массового обслуживания. Задачи теории массового обслуживания. Классификация систем. Схема гибели и размножения. Формула Литта. Простейшие системы массового обслуживания и их характеристики. Сложные задачи теории массового обслуживания.	10	6	4	2	4	10	15
4	7	Раздел 5. Игровые методы обоснования решений. Предмет и задачи теории игр. Стратегическая матричная игра. Постановка задачи и основные термины. Матрица игры. Обоснование решений в чистых и смешанных стратегиях. Методы упрощения игр. Геометрическая интерпретация. Статистические матричные игры: критерии и методы решения статистических матричных игр.	14	6	4	2	8	10	15
4	7	Раздел 6. Основы имитационного моделирования. Область применения имитационного моделирования (ИМ). Жизненный цикл имитационной модели. Абстрагирование и адекватность моделей.	12	2	2	0	10	15	15
4	7	Раздел 7. Разработка имитационных моделей детерминированных систем. 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.	21	11	5	6	10	15	15
4	7	Раздел 8. 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 задаче коммивояжера и к задаче размещения-распределения.	15	8	5	3	7	15	10
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Математическое программирование.	Формализация и геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Решение задач линейного программирования.	2
2		Формулировка задачи динамического программирования, примеры. Решение задач динамического программирования.	2
3	Раздел 4. Теория массового обслуживания.	Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания Обслуживание с отказами, ожиданиями, приоритетами. Оптимизация обслуживания. Метод имитационного моделирования СМО.	2
4	Раздел 5. Игровые методы обоснования решений.	Составление математических моделей с учетом неопределенности и формализация игровых задач.	1
5		Решение различных типов задач теории игр.	1
6	Раздел 7. Разработка имитационных	Практическая работа №1 Имитационная модель процесса боевого взаимодействия сложных организационно технических систем.	3

7	моделей детерминированных систем.	Практическая работа №2 Модель оценки динамики состояний сложных организационно технических систем.	3
8		Практическая работа №3 Модель оценки динамики сложных организационно технических систем в условиях неопределенности.	2
9	Раздел 8. Статистическое моделирование.	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.	1
Всего за 7 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия и задачи исследования операций.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
2	Раздел 2. Модели систем в исследовании операций.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
3	Раздел 3. Математическое программирование.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
4		Подготовка к практическому занятию	4
5	Раздел 4. Теория массового обслуживания.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
6		Подготовка к практическому занятию	2
7	Раздел 5. Игровые методы обоснования решений.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
8		Подготовка к практическому занятию	4
9	Раздел 6. Основы имитационного моделирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
10		Подготовка к практическому занятию	4
11	Раздел 7. Разработка имитационных моделей детерминированных систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
12		Подготовка к практическому занятию	6
13	Раздел 8. Статистическое моделирование.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
14		Подготовка к практическому занятию	3
Всего за 7 семестр			57

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		ТекК, Отч. по ПЗ, ВПЗ	ТекК	ТекК, Отч. по ПЗ, ВПЗ	ТекК	ДР	ТекК, Отч. по ПЗ, ВПЗ	ТекК	ТекК, Отч. по ПЗ, ВПЗ	ДР	ТекК	ТекК	Отч. по ПЗ, ВПЗ, ТекК	ТекК	ТекК	ДР	ТекК, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Болотский. . Математическое программирование и теория игр. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
2. А. Г. Кремлёв. . Теория игр: основные понятия. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
3. В. А. Абчук, Ф. А. Матвейчук, Л. П. Томашевский. . Справочник по исследованию операций. М.: Воениздат, 1979, 5 экз.
4. Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высш. шк., 2001, эл. рес.
5. И. К. Волков, Е. А. Загоруйко. . Исследование операций . М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002, 48 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. А. Горлач. . Исследование операций. СПб.: Лань, 2020, 3 экз.
2. Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высш. шк., 2001, 1 экз.
3. Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. . Теория случайных процессов и её инженерные приложения. М.: Высш. шк., 2000, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник воздушно-космической обороны;
2. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
3. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

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. Python 3.4;
2. MATLAB R 2015a.

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. Python 3.4;
4. MATLAB R 2015a.

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 В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-7 Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте;

ПК-1 Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными методами системного анализа и исследования операций, принципами, методами и средствами принятия решений в автоматизированных системах обработки информации и управления и в других областях. Рассматриваются основные классы и особенности задач и методов принятия решений: экстремальные задачи, математическое программирование, стратегические и статистические матричные игры, многокритериальные задачи.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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 задачи исследования операций.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	И. К. Волков, Е. А. Загоруйко. . Исследование операций : М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 (Глава 1) Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 1)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Модели систем в исследовании операций.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 2)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Математическое программирование.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 3, 4) А. В. Болотский. . Математическое программирование и теория игр: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (Глава 1-4)	4
Подготовка к практическому занятию	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (Глава 1, 4)	4
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Теория массового обслуживания.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 6) В. А. Абчук, Ф. А. Матвейчук, Л. П. Томашевский. . Справочник по исследованию операций: М.: Воениздат, 1979 (Глава 7)	2
Подготовка к практическому занятию		2
Итого по разделу 4		4
Раздел 5. Игровые методы обоснования решений.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Г. Кремлёв. . Теория игр: основные понятия: Москва: Юрайт, 2022 (Глава 1-3) А. В. Болотский. . Математическое программирование и теория игр: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (Глава 1-3)	4
Подготовка к практическому занятию	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 8)	4

	В. А. Абчук, Ф. А. Матвейчук, Л. П. Томашевский. . Справочник по исследованию операций: М.: Воениздат, 1979 (Глава 3)	
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Основы имитационного моделирования.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 7)	6
Подготовка к практическому занятию		4
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Разработка имитационных моделей детерминированных систем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 7) Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. . Теория случайных процессов и её инженерные приложения: М.: Высш. шк., 2000 (Глава 5)	4
Подготовка к практическому занятию		6
Итого по разделу 7		10
Раздел 8. Статистическое моделирование.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Б. А. Горлач. . Исследование операций: СПб.: Лань, 2020 (Глава 5) Е. С. Вентцель. . Исследование операций. Задачи, принципы, методология: М.: Высш. шк., 2001 (Глава 7) В. А. Абчук, Ф. А. Матвейчук, Л. П. Томашевский. . Справочник по исследованию операций: М.: Воениздат, 1979 (Глава 3)	4
Подготовка к практическому занятию		3
Итого по разделу 8		7

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- дифференцированный зачет.

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.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Оценивание работы обучающегося производится по пяти критериям:

1. Полнота и правильность ответа. Максимальный балл ставится в случае, если ответ содержит все ключевые элементы, раскрывающие суть вопроса или задания. Ошибок в логике и фактах нет или они незначительны (не более 1–2 мелких неточностей).
2. Аргументация и обоснование. Максимальный балл ставится в случае, если приведены чёткие и логичные аргументы, подтверждающие выбранный ответ. Используются математические методы и термины, соответствующие дисциплине.
3. Соответствие теме и требованиям задания. Максимальный балл ставится в случае, если ответ полностью соответствует формулировке вопроса или условиям задания. Соблюдён объём и формат ответа, указанные преподавателем.
4. Самостоятельность и глубина анализа. Максимальный балл ставится в случае, если ответ отражает личное понимание и осмысленное применение знаний. Присутствует анализ, сравнение или выводы, а не только перечисление фактов.
5. Ясность и структурированность изложения. Максимальный балл ставится в случае, если ответ изложен понятно, логично и последовательно. Используются абзацы, списки или формулы для удобства восприятия.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном методическими указаниями к практическому заданию.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Отчет принимается и работа считается выполненной при выполнении требований к оформлению отчета и получении не менее 80% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Перечень практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

Вопросы для текущего контроля

Текущая аттестация проводится в форме тестирования в системе Moodle, которое студенты выполняют во время практического занятия. Тест включает 10 вопросов. Аттестация считается пройденной, если студент дал правильные ответы как минимум на 6 вопросов.

Дифференцированный зачет

Для допуска к дифференцированному зачёту необходимо выполнение всех контрольных мероприятий,

предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Экзамен проводится в форме итогового тестирования и предполагает ответы студента на теоретические и практические вопросы к экзамену.

Результаты тестирования оцениваются следующим образом:

- оценка «не зачтено» при наличии менее 60% правильных ответов;

- оценка «зачтено-удовлетворительно» при наличии 60-74% правильных ответов;
- оценка «зачтено-хорошо» при наличии 75-84% правильных ответов;
- оценка «зачтено-отлично» при наличии более 85% правильных 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-7	ПК-1	
4	7	Раздел 1. Основные понятия и задачи исследования операций.	10	4	4	0	6	10	5	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 2. Модели систем в исследовании операций.	8	4	4	0	4	15	15	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 3. Математическое программирование.	18	10	6	4	8	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 4. Теория массового обслуживания.	10	6	4	2	4	10	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 5. Игровые методы обоснования решений.	14	6	4	2	8	10	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию

4	7	Раздел 6. Основы имитационного моделирования.	12	2	2	0	10	15	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 7. Разработка имитационных моделей детерминированных систем.	21	11	5	6	10	15	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 8. Статистическое моделирование.	15	8	5	3	7	15	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ

ОПК-7 - Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая из перечисленных моделей чаще всего используется для описания процессов функционирования ракетных комплексов?

- А) Стохастическая модель
- Б) Модель линейного программирования
- В) Модель динамического программирования
- Г) Все перечисленные модели могут применяться в зависимости от задачи

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Упорядочьте этапы, через которые, как правило, проходит любое операционное исследование:

- А) постановка задачи
- Б) построение содержательной (вербальной) модели рассматриваемого объекта (процесса)
- В) построение математической модели
- Г) решение задач, сформулированных на базе построенной математической модели
- Д) проверка полученных результатов на адекватность природе изучаемой системы
- Е) реализация полученного решения на практике

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите этапы исследования операций с их описанием, характерным для анализа ракетных систем:

Этап исследования операций	Описание
1. Постановка задачи	А. Определение критериев эффективности боевого применения ракет и формулирование целей
2. Построение содержательной модели	Б. Формализация процессов запуска, наведения и поражения целей в вербальной форме
3. Построение математической модели	С. Создание математических уравнений и алгоритмов, описывающих динамику работы ракет
4. Решение задачи	Д. Применение методов оптимизации для выбора наилучшей тактики использования ракет
5. Проверка адекватности модели	Е. Сравнение результатов моделирования с реальными испытаниями и боевыми данными
6. Реализация решения	Ф. Внедрение разработанных рекомендаций в практическую эксплуатацию ракетных систем

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие преимущества даёт применение численного моделирования при проектировании ракетно-космической техники?

- А) Сокращение затрат и времени на полевые испытания
- Б) Полное исключение необходимости физических испытаний

- С) Исключение ошибок проектирования
- Д) Автоматическое создание технической документации
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой из перечисленных этапов является ключевым для проверки того, насколько математическая модель отражает реальное поведение ракетной системы?
- А) Построение содержательной (вербальной) модели системы
 В) Проверка полученных результатов на соответствие природе изучаемой системы
 С) Решение задач, сформулированных на основе построенной математической модели
 Д) Реализация полученного решения на практике
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
- Установите правильную последовательность основных этапов пуска баллистической ракеты из шахтной пусковой установки, учитывая следующие операции:
- А) открытие защитной крышки пусковой шахты;
 Б) переход ракеты на собственные источники питания;
 В) ввод полётного задания в бортовую аппаратуру;
 Г) запуск двигательной установки первой ступени;
 Д) перевод пусковой установки в автономный режим.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите правильные методы исследования операций, применяемые для оценки эффективности ракетных комплексов:
- А) Стохастическое моделирование
 Б) Линейное программирование
 В) Динамическое программирование
 Г) Анализ химического состава топлива
- № 8 Прочитайте текст и установите соответствие
- Соотнесите показатели эффективности с соответствующими задачами:

**Показатели
эффективности**

Задачи исследования операций

- | | |
|--|---|
| 1. Вероятность обнаружения и перехвата | А) Оценка эффективности противоракетной обороны |
| 2. Минимизация затрат | Б) Оптимизация расходов на техническое обслуживание |
| 3. Максимизация вероятности поражения цели | В) Планирование ударных операций |
| 4. Среднее время обслуживания | Г) Организация работы ремонтных мастерских |

- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Какие этапы включает процесс построения и верификации математической модели ракетной системы? Почему важна проверка адекватности модели?
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Какие преимущества даёт применение численного моделирования при проектировании ракетно-космической техники?
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие из перечисленных показателей эффективности используются в моделях противоракетной

обороны?

- А) Вероятность обнаружения и перехвата ракет противника
- Б) Максимизация прибыли
- В) Минимизация затрат на производство
- Г) Скорость запуска ракет

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие этапы входят в процесс проверки адекватности математической модели ракетной системы?

- А) Построение содержательной (вербальной) модели
- Б) Проверка результатов на соответствие реальной системе
- В) Решение задач на основе модели
- Г) Реализация решения на практике

ПК-1 - Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

В ракетном канале зенитного ракетного комплекса необходимо выполнить операции:

- А) подготовка пускового устройства;
- Б) определение координат ракеты и цели;
- В) передача команд управления ракетой;
- Г) запуск ракеты.

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что является основной целью исследования операций в ракетных системах?

- А) Разработка новых типов ракет
- Б) Оптимизация управления и применения ракетных комплексов
- В) Изучение физических свойств ракетного топлива
- Г) Проектирование космических кораблей

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая из следующих задач относится к динамическому программированию в исследовании операций?

- А) Определение оптимального маршрута доставки боеприпасов
- Б) Расчёт аэродинамических характеристик ракеты
- В) Анализ химического состава топлива
- Г) Проектирование стартового комплекса

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой показатель эффективности чаще всего используется в моделях противоракетной обороны?

- А) Максимизация прибыли
- Б) Минимизация затрат на производство
- В) Вероятность обнаружения и перехвата ракет противника
- Г) Скорость запуска ракет

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите методы исследования операций с примерами их применения в ракетных системах:

**Методы
исследования
операций**

Применение в ракетных системах

1. Линейное
программирование

А) Оптимизация распределения ресурсов на подготовку пуска

**Методы
исследования
операций**

Применение в ракетных системах

- | | |
|----------------------------------|--|
| 2. Динамическое программирование | Б) Оптимальное управление многоступенчатой ракетой |
| 3. Стохастические модели | В) Анализ вероятности отказа элементов системы |
| 4. Теория игр | Г) Моделирование взаимодействия противоракетных комплексов |

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите этапы исследования операций с их характеристиками:

**Этапы
исследования
операций**

Описание этапа

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Построение модели | А) Формализация задачи и создание математической модели |
| 2. Решение задачи | Б) Поиск оптимального решения с помощью выбранного метода |
| 3. Верификация модели | В) Проверка адекватности модели по сравнению с реальными данными |
| 4. Внедрение решения | Г) Практическое применение полученного решения |

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие задачи решаются с помощью динамического программирования в ракетных системах?

- А) Оптимальное управление многоступенчатой ракетой
- Б) Анализ химического состава топлива
- В) Определение оптимального маршрута доставки боеприпасов
- Г) Планирование траекторий полёта

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из перечисленных факторов учитываются при построении моделей боевых действий с применением ракетного оружия?

- А) Вероятность обнаружения объекта противника
- Б) Интенсивность потоков между состояниями системы атака-оборона
- В) Химический состав топлива
- Г) Вероятность поражения цели

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие основные показатели эффективности используются при оценке работы противоракетной обороны? Объясните, почему именно эти показатели являются ключевыми.

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Рассмотрите многоступенчатую ракету с последовательной (тандемной) схемой компоновки. Установите правильный порядок операций при отделении ступеней:

- А) отделение хвостового обтекателя;
- Б) отделение отработавшего ракетного блока;
- В) отделение головного обтекателя;
- Г) разделение ступеней по команде системы управления.

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите роль динамического программирования в исследовании операций для ракетных систем и приведите примеры задач, которые решаются с его помощью.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие задачи решаются с помощью динамического программирования в ракетных системах?

- А) Оптимальное управление многоступенчатой ракетой
- Б) Определение оптимального маршрута доставки боеприпасов
- В) Анализ химического состава топлива
- Г) Планирование траекторий полёта