


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛА

Направление/специальность подготовки	24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Физическое и вычислительное моделирование теплоаэродинамических и теплогидравлических процессов
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	
6	11	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)

### 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Сизова Анастасия Александровна, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛА**

## **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:

ПСК-1.01 — способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена
ПСК-1.04 — способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-1.01**

*знания:*

знать основные понятия динамики полета летательных аппаратов;  
знать методы наведения летательных аппаратов различных типов;  
знать типовые траектории летательных аппаратов различных типов;  
знать состав и особенности построения и применения математических моделей летательных аппаратов различных типов;  
знать принципы функционирования и математические модели подвижных объектов и комплексов взаимодействующих подвижных объектов;

*умения:*

выбрать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель управляемого движения ЛА;  
использовать методические приемы упрощения моделей движения ЛА;  
произвести оценку установившихся режимов полета, расчет и оптимизацию траектории полета ЛА различных типов на основе использования математических моделей движения;  
использовать математические модели управляемых летательных аппаратов при решении задач проектирования ЛА и синтеза их систем управления;  
разрабатывать алгоритмы и методы численного решения инженерных задач в области динамики, баллистики и управления полетом ЛА;

*навыки:*

владеть основными методами анализа и синтеза математических моделей динамики ЛА и систем управления ЛА различных типов;  
иметь навыки использования аналитических и численных методов для анализа и обработки результатов натурных (летных) испытаний ЛА, а также проектирования ЛА;  
владеть методикой проектирования ЛА и проведения научных исследований на основе анализа математических моделей движения.

## **ПСК-1.04**

*знания:*

знать основные понятия динамики полета летательных аппаратов;  
знать методы наведения летательных аппаратов различных типов;  
знать типовые траектории летательных аппаратов различных типов;  
знать состав и особенности построения и применения математических моделей летательных аппаратов различных типов;  
знать принципы функционирования и математические модели подвижных объектов и комплексов взаимодействующих подвижных объектов;

*умения:*

разрабатывать и использовать математические модели движения летательных аппаратов в различных системах координат с учетом различных возмущающих факторов;  
выбрать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель управляемого движения ЛА;  
использовать методические приемы упрощения моделей движения ЛА;  
произвести оценку установившихся режимов полета, расчет и оптимизацию траектории полета ЛА различных типов на основе использования математических моделей движения;  
использовать математические модели управляемых летательных аппаратов при решении задач проектирования ЛА и синтеза их систем управления;  
разрабатывать алгоритмы и методы численного решения инженерных задач в области динамики, баллистики и управления полетом ЛА;

*навыки:*

владеть основными методами анализа и синтеза математических моделей динамики ЛА и систем управления ЛА различных типов;  
иметь навыки использования аналитических и численных методов для анализа и обработки результатов натурных (летных) испытаний ЛА, а также проектирования ЛА;

владеть методикой проектирования ЛА на основе анализа математических моделей движения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ В ЖИДКОСТЯХ И ГАЗАХ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ОПК-6 — Способен разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров
- ПСК-1.04 — способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов

### 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		ПСК-1.01	ПСК-1.04
6	11	Раздел 1. Цели и задачи курса. Связь курса с фундаментальными и прикладными науками. Основные принципы построения моде-лей движения летательных аппаратов (ЛА). 1.1. Состав математической модели движения ЛА. Основные законы механики, используемые при составлении модели движения тела с переменной массой. 1.2. Системы координат, используемые при описании движения ЛА. Связь между системами координат.	16	8	4	4	8	15	15
6	11	Раздел 2. Основные геометрические и кинематические соотношения, используемые при описании движения ЛА. 2.1.Кинематические соотношения, определяющие положение ЛА при старте с неподвижного носителя. 2.2. Геометрические соотношения, определяющие связь между углами, ориентирующими ЛА в различных системах координат.	8	2	2	0	6	10	10
6	11	Раздел 3. Уравнения динамики пространственного движения жесткого ЛА с переменной массой. 3.1. Силы и моменты, действующие на ЛА. Выражения для проекций сил и моментов на различные координатные оси. 3.2. Уравнения поступательного движения ЛА в пространстве. Понятие о маневренности. 3.3. Уравнения вращательного движения ЛА в пространстве. 3.4. Система уравнений пространственного движения ЛА при закрепленных рулях, анализ этой системы. Методы упрощения системы уравнений пространственного движения. Уравнения некоторых программных движений. 3.5. Учет влияния постоянного ветра в уравнениях движения ЛА. Уравнения продольного движения ЛА с учетом влияния ветра.	26	16	12	4	10	30	30
6	11	Раздел 4. Расчет траекторий неуправляемых и автономно-управляемых ЛА. 4.1 Математическая постановка задачи расчета идеальной траектории ЛА. Расчет траектории неуправляемых реактивных снарядов ближнего действия. Система уравнений, алгоритмы и методы расчета. 4.2. Расчет активного участка траектории баллистических ракет (БР) и ракет-носителей космических аппаратов (КА). Программная траектория, требования к программе, постановка задачи выбора оптимальной программы. Особенности программы для двух и более ступенчатых ракет. 4.3. Расчет пассивного участка траектории баллистических ракет и ракет-носителей КА. Эллиптическая теория. 1-ая и 2-ая космические скорости. Дальность и время полета БР. Оптимальный угол бросания в условиях допущений эллиптической теории. 4.4. Задача управления дальностью БР. Простейшие функционалы.	32	14	8	6	18	25	25
6	11	Раздел 5. Расчет траекторий телеуправляемых и самонаводящихся ЛА. 5.1. Кинематический метод анализа траекторий. Классификация методов наведения. Требования к методам наведения. Уравнения для расчета траектории методов наведения двухточечного типа. Формулы промаха ракеты для методов наведения двухточечного типа. 5.2.Уравнения для расчета траектории методов наведения трехточечного типа. Сравнительный анализ. Уравнения для расчета траектории методов наведения трехточечного типа. Понятие динамической ошибки наведения.	26	11	8	3	15	20	20
Всего за 11 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 1. Цели и задачи курса. Связь курса с фундаментальными и прикладными науками. Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов (ЛА).	Связь между системами координат. Направляющие косинусы.	4
2	Раздел 3. Уравнения динамики пространственного движения жесткого ЛА с переменной массой.	Вывод уравнений поступательного движения ЛА в пространстве в проекциях на оси связанной и полускоростной систем координат. Выражения для перегрузок.	2
3		Методика линеаризации уравнений.	2
4	Раздел 4. Расчет траекторий неуправляемых и автономно-управляемых ЛА.	Использование формул эллиптической теории для расчета параметров движения БР на пассивном участке	2
5		Определение географических координат	2

		точки падения БР	
6		Исследование влияния аэродинамического качества ЛА на траекторию неуправляемого спуска в атмосфере Земли с учетом кривизны ее поверхности	2
7	Раздел 5. Расчет траекторий телеуправляемых и самонаводящихся ЛА.	Примеры расчета кинематических траекторий для различных методов наведения в частном случае движения цели: скорость полета постоянна, угол возвышения равен 180 град.	3
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Цели и задачи курса. Связь курса с фундаментальными и прикладными науками. Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов (ЛА).	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе.	8
2	Раздел 2. Основные геометрические и кинематические соотношения, используемые при описании движения ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	6
3	Раздел 3. Уравнения динамики пространственного движения жесткого ЛА с переменной массой.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	10
4	Раздел 4. Расчет траекторий неуправляемых и автономно-управляемых ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам.	18
5	Раздел 5. Расчет траекторий телеуправляемых и самонаводящихся ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам.	15
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>57</b>

## 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
11				Контр.Р.	ТекК	ДР			Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ			ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

- Промежуточная аттестация** проводится в формах:
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 100 экз.
3. Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
4. Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация баллистических ракет. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007, эл. рес.
5. О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
6. О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 50 экз.
7. Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова. . Траекторные задачи в динамике движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 46 экз.
8. Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова. . Траекторные задачи в динамике движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
9. Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
10. Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 45 экз.
11. Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) - Электронная библиотека БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### 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](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. 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. 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 **БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.01 способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена;

ПСК-1.04 способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим моделированием движения объектов космической и ракетной техники, обеспечением устойчивости и управляемости ЛА, определением основных летных характеристик необходимых для определения критических проблем конкретных разработок и путей их решения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

**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.
<b>Раздел 1. Цели и задачи курса. Связь курса с фундаментальными и прикладными науками. Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов (ЛА).</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе.	Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 (1) Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1) Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)	8
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Основные геометрические и кинематические соотношения, используемые при описании движения ЛА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)	6
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Уравнения динамики пространственного движения жесткого ЛА с переменной массой.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1,2) Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация баллистических ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (4) Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 (1) Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е.	10

	Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2,4)	
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Расчет траекторий неуправляемых и автономно-управляемых ЛА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам.	<p>Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (3,4)</p> <p>Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 (2,3)</p> <p>Л. Н. Лысенко. . Наведение и навигация баллистических ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (5)</p> <p>В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1,2)</p> <p>В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1,2)</p> <p>Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова. . Траекторные задачи в динамике движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1,2,3,4)</p> <p>Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова. . Траекторные задачи в динамике движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1,2,3,4)</p>	18
Итого по разделу 4		18
<b>Раздел 5. Расчет траекторий телеуправляемых и самонаводящихся ЛА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам.	<p>Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова. . Траекторные задачи в динамике движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (5)</p> <p>О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1,4)</p> <p>О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1,4)</p> <p>В. А. Санников, А. Г. Юрескул. . Основные принципы расчёта траектории летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3)</p>	15
Итого по разделу 5		15

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- 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.

#### Контрольная работа

Результаты выполнения контрольной работы оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Контрольная работа включает в себя две задачи. Задачи приведены в УМК дисциплины.

Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо полностью и правильно решить 1 задачу.

Для получения оценки «отлично» необходимо полностью и правильно решить 2 задачи.

Для получения оценки «хорошо» необходимо решить 2 задачи, при этом допускается иметь 1-2 замечания.

При отсутствии положительной оценки за контрольную работу в плановый срок ее проведения студенту необходимо полностью или частично переписывать контрольную работу в часы плановых консультаций и приема задолженностей вплоть до получения положительной оценки.

Допускается повторное выполнение контрольных работ с целью повышения оценки.

#### Вопросы для текущего контроля

Магистранту предлагается 3 вопроса по результатам прохождения раздела дисциплины, на которые необходимо дать правильный ответ. Вопросы для текущего контроля приведены в УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Практическое задание (ПЗ) считается выполненным, если студент полностью выполнил все пункты ПЗ.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненному заданию и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении практических заданий требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

-В начале описательной части отчета излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.

-Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями. Все вычисления заносятся в таблицы.

-Табличные данные представляются также в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.

-При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ.

-По каждому ПЗ студент должен представить выводы на основании выполненных расчетов.

Студент обязан выполнять все ПЗ в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

Отчет по ПЗ считается принятым в случае, если оформление отчета соответствует указанным требованиям, и студент ответил не менее чем на 60% вопросов преподавателя по теме ПЗ.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала.

### **Дифференцированный зачет**

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.

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Допуск к дифференцированному зачету оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий.

Оценка за дифференцированный зачет выставляется как среднеарифметическая оценка, полученная суммированием оценок за контрольную работу и за тестовое задание, включающее 15 тестовых вопросов.

Оценка «удовлетворительно» проставляется при правильном ответе не менее чем на 60% вопросов Тестового задания.

Оценка «хорошо» проставляется при правильном ответе не менее чем на 80% вопросов Тестового задания. Оценка «отлично» проставляется при правильном ответе не менее чем на 90% вопросов Тестового задания.

Вопросы Тестового задания приведены в УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

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		ПСК-1.01	ПСК-1.04	
6	11	Раздел 1. Цели и задачи курса. Связь курса с фундаментальными и прикладными науками. Основные принципы построения моделей движения летательных аппаратов (ЛА).	16	8	4	4	8	15	15	Контрольная работа
6	11	Раздел 2. Основные геометрические и кинематические соотношения, используемые при описании движения ЛА.	8	2	2	0	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 3. Уравнения динамики пространственного движения жесткого ЛА с переменной массой.	26	16	12	4	10	30	30	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 4. Расчет траекторий неуправляемых и автономно-управляемых ЛА.	32	14	8	6	18	25	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 5. Расчет траекторий телеуправляемых и самонаводящихся ЛА.	26	11	8	3	15	20	20	Отчет по практическому заданию
Всего за 11 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	