

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БАЛЛИСТИКЕ БПЛА

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления беспилотными летательными аппаратами
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	
3	6	3	108	68	0	0	68	40	0	0	40	диф. зач.
4	7	3	108	68	0	0	68	40	0	0	40	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	136	0	0	136	80	0	0	80	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.06 Системы управления летательными аппаратами**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Петрова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

## 1. Общие характеристики

Практика	Тип практики
Учебная практика	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БАЛЛИСТИКЕ БПЛА

## 2. Цели практики

Целью практики является получение следующих результатов образования, направленных на закрепление и углубление теоретической подготовки обучающихся, приобретение ими практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной деятельности.

В результате освоения Учебной практики, у обучающегося будет сформирована готовность к проведению физических и численных экспериментов по заданным методикам; умение выполнять измерения и проводить наблюдения, составлять описания исследований, обрабатывать и анализировать полученные результаты исследований, готовность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию), подготовку информационных обзоров, рецензий, отзывов и заключений на техническую документацию в области баллистики, гидроаэродинамики и управления движением объектов.

## 3. Задачи практики

- закрепление теоретических знаний в процессе самостоятельного решения практических задач в области баллистики и гидроаэродинамики;
- развитие у обучающихся способности к самостоятельным обоснованным суждениям и выводам;
- развитие у обучающихся способности использовать научные знания и быстро адаптироваться при изменении ситуаций и требований к своей деятельности и профессии;
- развитие у обучающихся способности анализировать и решать инженерные задачи в области баллистики и гидроаэродинамики на основе теоретических знаний;
- закрепление навыков умения получения, сбора, систематизации и анализа информации в области баллистики и гидроаэродинамики.
- закрепление практических навыков математического моделирования в баллистике БПЛА.

## 4. Место практики в структуре образовательной программы

*МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БАЛЛИСТИКЕ БПЛА* является дисциплиной *обязательной части блока 2*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ, АЭРОГАЗОДИНАМИКА**.

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;

**ПК-3** — Способен к проведению анализа летно-технических характеристик БПЛА;

**ПК-91** — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ДИНАМИКА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА**.

## 5. Место и время проведения практики

Практика проводится в передовых организациях, промышленных предприятиях, научных и научно-исследовательских учреждениях, ведущих деятельность по направлению подготовки обучающихся, с которыми заключены соответствующие соглашения, например: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова.

Практика может проводиться в структурных подразделениях Университета, обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом, материально технической базой.

Время проведения: 6/7 семестр, общая трудоемкость - 3/3 з.е.

## **6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики**

В результате прохождения данной практики обучающийся должен приобрести следующие компетенции

### **Общепрофессиональные компетенции:**

ОПК-9 — способность разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
--

### **Профессиональные компетенции:**

ПК-9 — способность к разработке программного обеспечения для систем управления БПЛА
---

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

#### **ОПК-9**

*знания:*

знать различные методы математического моделирования, используемые при математическом моделировании (баллистическом проектировании) БПЛА;;

*умения:*

уметь обоснованно выбирать тот или иной метод математического моделирования в зависимости от поставленной задачи;;

*навыки:*

владеть навыками практического использования методов математического моделирования процессов баллистического проектирования ракет и космических систем...

#### **ПК-9**

*знания:*

знать цели и задачи математического моделирования в ходе баллистического проектирования ракет и космических систем;;

*умения:*

уметь применять методы математического моделирования в ходе баллистического проектирования ракет и космических систем;

*навыки:*

владеть навыками практического использования методов математического моделирования процессов баллистического проектирования ракет и космических систем.

## 7. Структура и содержание практики

Общая трудоемкость практики составляет 3/3 з.е. (в 6/7 семестре соответственно) 108/108 часов.

№ п/п	Курс	Семестр	Разделы (этапы) практики	Вид производственной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
				Производственный инструктаж	Изучение документации	Выполнение заданий	Обработка результатов	Оформление отчета
1	3	6	Подготовительный этап: инструктаж по технике безопасности, обсуждение задания с руководителем, разработка плана выполнения задания, формирование индивидуального задания на практику.	2	5	0	0	0
2	3	6	Обзор литературных источников по теме исследования, изучение технической документации.	0	10	0	0	0
3	3	6	Обзор математических моделей, применяемых в баллистике БПЛА. Обзор алгоритмов решения задач динамики движения БПЛА. Разработка математической модели, алгоритма, программы изучаемого объекта.	0	2	20	0	0
4	3	6	Проведение численных расчетов по разработанным моделям, методикам	0	2	20	0	0
5	3	6	Обработка и анализ результатов исследования.	0	2	10	20	5
6	3	6	Подготовка отчета по практике за 6 семестр	0	0	0	0	10
<b>Всего за 6 семестр</b>				2	21	50	20	15
<b>Итого за 6 семестр</b>				108				
7	4	7	Подготовительный этап: инструктаж по технике безопасности, обсуждение задания с руководителем, разработка плана выполнения задания, формирование индивидуального задания на практику.	2	5	0	0	0
8	4	7	Обзор литературных источников по теме исследования, изучение технической документации.	0	10	0	0	0
9	4	7	Обзор математических моделей, применяемых в баллистике БПЛА. Обзор алгоритмов решения задач динамики движения БПЛА. Разработка математической модели, алгоритма, программы изучаемого объекта.	0	2	20	0	0
10	4	7	Проведение численных расчетов по разработанным моделям, методикам	0	2	20	10	0
11	4	7	Обработка и анализ результатов исследования.	0	2	10	20	0
12	4	7	Подготовка отчета по практике за 7 семестр	0	0	0	0	5
<b>Всего за 7 семестр</b>				2	21	50	30	5
<b>Итого за 7 семестр</b>				108				
<b>Всего</b>				4	42	100	50	20
<b>Итого</b>				216				

## **8. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на практике**

При проведении Учебной практики используются специализированные научно-исследовательские технологии по математическому моделированию процессов в области баллистики и гидроаэродинамики на базе разработанных и стандартных пакетов прикладных программ.

## **9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на практике**

Сбор и систематизация материалов определяются заданием на практику.

Готовность обучающегося к реализации плана Учебной практики определяется руководителем практики по результатам собеседования на усмотрение руководителя.

В процессе выполнения задания, обучающийся должен стремиться самостоятельно решать поставленные задачи с использованием материалов ранее изученных дисциплин Блока 1 ФГОС в области баллистики и гидроаэродинамики, активно использовать ресурсы сети Интернет, знакомиться с соответствующими литературными источниками. Обсуждение результатов текущей работы проводится регулярно с руководителем практики путем собеседования.

Вид самостоятельной работы

- Инструктаж по технике безопасности
- Работа с инструкцией по технике безопасности с целью полного и точного соблюдения требований техники безопасности при выполнении работ.

Обзор литературных источников по теме практики.

- Работа с основной и дополнительной литературой, работа с электронными библиотечными системами. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать руководителю на практическом занятии.

Разработка моделей, проведение расчетов, обработка и анализ результатов.

- Использование существующих в литературе примеров, использование материалов освоенных учебных дисциплин, всестороннее обсуждение результатов с руководителем учебной практики и получение конкретных рекомендаций.

Оформление отчетных материалов.

При оформлении отчета необходимо руководствоваться:

- Положением о практиках обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, от 13.02.2017 с изм.
- ГОСТ 7.32 – 2001 с изм. 2005.

Подготовка к дифференцированному зачету

- При подготовке к дифференцированному зачету необходимо ориентироваться на основную и дополнительную литературу, уметь четко и точно формулировать выводы по проведенной работе.

## **10. Формы текущего контроля успеваемости**

Обязательной формой текущего контроля успеваемости по практике является диагностическая работа, проводимая по результатам половины периода, отведенного на прохождение практики в соответствии с календарным учебным графиком.

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle.

## **11. Форма промежуточной аттестации (по итогам практики)**

Формой промежуточной аттестации по практике является дифференцированный зачет, выставаемый с учетом результатов текущего контроля успеваемости и итогов защиты отчета о прохождении практики.

Промежуточная аттестация по итогам практики проводится в следующих формах:

- составление и защита отчета;
- собеседование;
- дифференцированный зачет.

Время проведения аттестации - в рамках промежуточной аттестации.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение практики**

### **а) Основная литература:**

1. . Исследование динамики систем управления беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
2. А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. . Методы оптимизации. М.: РИОР, 2012, 13 экз.
3. А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. . Методы оптимизации. М.: Инфра-М, 2013, 10 экз.
4. А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
5. А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
6. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
7. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, О. А. Толпегин. . Автоматизация расчёта траекторий ЛА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
8. А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова. . Ситуационные модели динамики полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
9. И. Л. Петрова. . ТАУ дискретных и цифровых систем ЛА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
10. И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 44 экз.
11. Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах. СПб.: Лань, 2009, 6 экз.
12. Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. Численные методы. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987, 17 экз.
13. О. А. Толпегин. . Прикладные методы оптимального управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, эл. рес.
14. О. А. Толпегин. . Экспериментальная баллистика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.
15. О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
16. О. А. Толпегин. . Методы оптимального управления. М.: Юрайт, 2021, эл. рес.
17. О. А. Толпегин. . Экспериментальная баллистика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
18. О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 50 экз.

### **б) Дополнительная литература:**

не требуется.

### **в) Ресурсы сети Интернет:**

1. <https://urait.ru> — Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> - Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;

3. <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.

### **13. Материально-техническое обеспечение практики**

Материально- техническое обеспечение практики для каждого обучающегося определяется тематикой его работы на практике. Оно включает конкретные составляющие из следующего общего списка:

1. Измерительные установки и экспериментальные стенды.
2. Средства измерения и регистрации физических величин.
3. Пакеты вычислительных программ для математического моделирования.
4. Аудитория ВЦ БГТУ с выходом в Интернет.

### **14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств на практике включает:

- задания для проведения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы;
- требования к отчету о прохождении практики и критерии оценивания;
- иные оценочные средства, необходимые для оценки сформированности компетенций, формируемых в результате прохождения практики.

Дифференцированный зачет оформляется по результатам защиты отчета о прохождении практики.

Отчет по практике представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Защита отчета проводится в форме собеседования с преподавателем, в ходе которого студент докладывает о проделанной работе и отвечает на вопросы. Перечень заданий по практике входит в состав УМК практики.

Результаты ответов студента оцениваются следующими оценками

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он выполнил все поставленные перед ним в индивидуальном задании на практику задачи и ответил на 5 вопросов руководителя практики, связанные с материалами, изложенными в отчете.

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он выполнил поставленные перед ним в индивидуальном задании на практику задачи и ответил не менее, чем на 3 вопроса руководителя практики, связанные с материалами, изложенными в отчете.

- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он частично выполнил поставленные перед ним в индивидуальном в задании на практику задачи, но не ответил на вопросы руководителя практики, связанные с материалами, изложенными в отчете.