


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЕКТНОЙ БАЛЛИСТИКЕ

|  |   |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки       | 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Проектная баллистика ракет и космических систем                                 |
| 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<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|-------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|       |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|       |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 3     | 6       | 3                                       | 108                             | 68                 | 0      | 0                         | 68                      | 40                     | 0               | 0               | 40                            | диф.<br>зач.                   |
| 4     | 7       | 3                                       | 108                             | 68                 | 0      | 0                         | 68                      | 40                     | 0               | 0               | 40                            | диф.<br>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)

**24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Петрова Ирина Леонидовна, 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

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

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



## 1. Общие характеристики

| Практика         | Тип практики  |
|------------------|---|
| Учебная практика | МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЕКТНОЙ БАЛЛИСТИКЕ |

## 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.

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **знания:**

*на уровне представлений:*

- знать различные методы математического моделирования, используемые при математическом моделировании (баллистическом проектировании) БПЛА; на уровне воспроизведения и понимания;
- знать цели и задачи математического моделирования в ходе баллистического проектирования ракет и космических систем;

### **умения:**

*теоретически и практически:*

- уметь обоснованно выбирать тот или иной метод математического моделирования в зависимости от поставленной задачи;
- уметь применять методы математического моделирования в ходе баллистического проектирования ракет и космических систем;

### **навыки:**

*иметь навыки и владеть:*

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

## 3. Задачи практики

Задачами практики являются:

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



#### 4. Место практики в структуре образовательной программы

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

**ОПК-7** — Способен проводить экспериментальные исследования в области аэробаллистики, организовывать проведение научных космических исследований и разработок, а также представлять и аргументированно защищать полученные результаты;

**ПСК-3** — Способность к проведению анализа летно-технических характеристик ЛА;

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ГИДРОАЭРОДИНАМИКИ, СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА В СЕМЕСТРЕ**.

#### 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:

АО "Конструкторское бюро специального машиностроения", АО "НПП "Радар ммс", ООО НПП "ЦРТС", ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

В форме контактной работы по расписанию практика организуется на выпускающей кафедре А5.

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-2 — способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности |
|--|

## 7. Структура и содержание практики

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

| №<br>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           | 4   | 5                     | 0                  | 0                     | 0                 |
| 2                         | 3    | 6       | Обзор литературных источников по теме исследования, изучение технической документации  | 0   | 12                    | 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   | 4                     | 16                 | 0                     | 0                 |
| 4                         | 3    | 6       | Проведение численных расчетов по разработанным моделям, методикам  | 0   | 4                     | 20                 | 0                     | 0                 |
| 5                         | 3    | 6       | Обработка и анализ результатов исследования  | 0   | 2                     | 16                 | 12                    | 5                 |
| 6                         | 3    | 6       | Подготовка отчета по практике за 6 семестр   | 0   | 0                     | 0                  | 0                     | 8                 |
| <b>Всего за 6 семестр</b> |      |         |  | 4   | 27                    | 52                 | 12                    | 13                |
| <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           | 4   | 5                     | 0                  | 0                     | 0                 |
| 8                         | 4    | 7       | Обзор литературных источников по теме исследования, изучение технической документации  | 0   | 12                    | 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   | 4                     | 16                 | 0                     | 0                 |
| 10                        | 4    | 7       | Проведение численных расчетов по разработанным моделям, методикам  | 0   | 4                     | 20                 | 0                     | 0                 |
| 11                        | 4    | 7       | Обработка и анализ результатов исследования  | 0   | 2                     | 16                 | 14                    | 5                 |
| 12                        | 4    | 7       | Подготовка отчета по практике за 7 семестр   | 0   | 0                     | 0                  | 0                     | 6                 |
| <b>Всего за 7 семестр</b> |      |         |  | 4   | 27                    | 52                 | 14                    | 11                |
| <b>Итого за 7 семестр</b> |      |         |  | 108   |                       |                    |                       |                   |
| <b>Всего</b>              |      |         |  | 8   | 54                    | 104                | 26                    | 24                |
| <b>Итого</b>              |      |         |  | 216   |                       |                    |                       |                   |

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

При проведении Учебной практики используются специализированные научноисследовательские 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 на 6, 10 и 16 неделях учебного семестра. 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.

Защита отчета проводится в форме собеседования с преподавателем, в ходе которого студент докладывает о проделанной работе и отвечает на вопросы.

## **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.: Инфра-М, 2013, 10 экз.
3. А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
4. А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
5. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
6. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, О. А. Толпегин. . Автоматизация расчёта траекторий ЛА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
7. А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова. . Ситуационные модели динамики полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
8. И. Л. Петрова. . ТАУ дискретных и цифровых систем ЛА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
9. 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.
10. Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах. СПб.: Лань, 2009, 6 экз.
11. Н. М. Розанова. . Научно-исследовательская работа студента. М.: КноРус, 2018, 50 экз.
12. О. А. Толпегин. . Области достижимости летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 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, 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. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
3. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <http://library.voenmeh.ru> — Библиотечно-издательский центр 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»;
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.

Критерии оценивания:

- 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 задании на практику задачи, но не ответил на вопросы руководителя практики, связанные с материалами, изложенными в отчете.

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не выполнил поставленные перед ним в индивидуальном задании на практику задачи.