

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

 Юнаков Л. П.

(подпись) ФИО

« 31 » 05 20 22

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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	8	4	144	26	0	0	26	118	0	0	118	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Чернышов Михаил Викторович, д.т.н., профессор



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

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



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

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



## 1. Общие характеристики

Практика	Тип практики
Учебная практика	ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ

## 2. Цели практики

Цель практикума в гидроаэродинамике - закрепление теоретических знаний и получение профессиональных умений и навыков в будущей профессиональной деятельности по направлению "Двигатели летательных аппаратов"; ознакомление с содержанием основных работ и исследований, программного обеспечения в передовых организациях, промышленных предприятиях, научных и научно-исследовательских учреждениях.

## 3. Задачи практики

- обучение навыкам самостоятельного поиска решений поставленных задач;
- получение организационно-управленческих навыков в профессиональной и социальной деятельности;
- получение представлений о применении газодинамических расчётов в баллистике при проектировании различных аппаратов.

## 4. Место практики в структуре образовательной программы

*ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ* является дисциплиной **обязательной части блока 2.**

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА.**

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 в профессиональной деятельности;

**ОПК-5** — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;

**ОПК-6** — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники;

**ОПК-8** — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

**ПСК-1.3** — способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов;

**ПСК-1.4** — способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования;

**УК-1** — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

**УК-2** — Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ .**

## 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:

1. АО «Объединенная судостроительная корпорация»: АО «ОДК-Климов», г. СПб;
2. АО «Объединенная судостроительная корпорация»:
  1. АО «ЦКБ МТ «Рубин», г. СПб.;
  2. АО «СПМБМ «Малахит», г. СПб.
3. Госкорпорация «Роскосмос»
  1. АО «КБ «Арсенал», г. СПб;
  2. ОАО «МЗ «Арсенал», г. СПб
  3. ПАО «РКК «Энергия», г. Королев.
4. ФГУП «Крыловский государственный научный центр», г. СПб.
5. АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»:
  1. АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор», г. СПб.
  2. АО «НИИ Мортеплотехники», г. СПб.
6. ФТИ им. А.Ф. Иоффе, г. СПб.
7. БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, кафедра А9, НИЛ УВВП, НИЛ БАКТС, НИЛ ГЭК.

В форме контактной работы по расписанию практика организуется на выпускающей кафедре А9.

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

Время проведения: 8 семестр, общая трудоемкость - 4 з.е.

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

В результате прохождения данной практики обучающийся должен приобрести следующие компетенции

### **Универсальные компетенции:**

УК-1 — способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Общепрофессиональные компетенции:**

ОПК-6 — способность анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Профессионально-специализированные (по специализациям) компетенции:**

ПСК-1.1 — способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ПСК-1.2 — способность разрабатывать физические и математические модели процессов, протекающих в двигателях и энергоустановках летательных аппаратов
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 7. Структура и содержание практики

Общая трудоемкость практики составляет 4 з.е. (в 8 семестре) 144 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
1	4	8	Получение Задания на практику. Ознакомление с правилами внутреннего распорядка и режимом работы организации, техникой безопасности, правилами пожарной безопасности. Выполнение индивидуального задания по расчету течения газа в сопле Лавала. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе.	5	5	5	5
2	4	8	Выполнение индивидуального задания по расчету аэродинамических характеристик оперенного тела. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе.	10	10	10	10
3	4	8	Выполнение индивидуального задания по расчету аэродинамических сил, действующих на крыловой профиль. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе.	10	10	10	10
4	4	8	Выполнение индивидуального задания по расчету истечения газа из сосуда конечного размера. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе	10	10	10	14
<b>Всего</b>				35	35	35	39
<b>Итого</b>				144			

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

- мультимедийные технологии (в виде ознакомительных лекций) вводное занятие проводится в помещениях, оборудованных экраном, видеопроектором, персональным компьютером;
- дистанционные технологии (в виде (форме) консультаций) во время прохождения конкретных этапов практикума и подготовки отчета;

- компьютерные технологии (в виде использования программных продуктов) необходимы для сбора и систематизации технико-экономической информации, проведения требуемых программой практикума расчетов.

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

### **Основная литература:**

1. А. К. Любимов, Л. В. Шабарова. Методы построения расчётных сеток в пакете ANSYS ICEM CFD. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2011, эл. рес.
2. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 61 экз.
3. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, 63 экз.
4. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина. Газовые течения в соплах энергоустановок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017, 50 экз.
5. М. С. Яковчук. Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.

Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. Основы работы в ANSYS 17. М.: ДМК Пресс, 2017, эл. рес.

## **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, выставляемый 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. А. К. Любимов, Л. В. Шабарова. . Методы построения расчётных сеток в пакете ANSYS ICEM CFD. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2011, эл. рес.
2. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 61 экз.
3. И. П. Гинзбург. . Аэрогазодинамика. М.: Высшая школа, 1966, 120 экз.
4. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, 63 экз.
5. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина. . Газовые течения в соплах энергоустановок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017, 50 экз.
6. М. С. Яковчук. . Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
7. Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17. М.: ДМК Пресс, 2017, эл. рес.

### **б) Дополнительная литература:**

не требуется.

### **в) Ресурсы сети Интернет:**

1. <http://library.voenmeh.ru/> — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru> — 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»;
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**

1. Проектор;
2. ANSYS Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. MATLAB 2015a SP1;
4. Microsoft Office;
5. ANSYS Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
6. WPS Office.
7. Лабораторные комплексы, в том числе измерительные и вычислительные, используемые на предприятии.

### **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.

При прохождении практики на предприятии студент ведет дневник практики. Дневник предназначается для записей о всех работах, выполняемых студентом в течение дня: о прослушанных лекциях, об участии в совещаниях, конференциях, экскурсиях и пр., приводятся характеристики и эскизы оборудования, сведения по охране труда, технике безопасности, организации и управлению производством и др.

Дневник может включать следующие разделы:

- памятка с основными положениями о прохождении практики;
- календарный план;
- индивидуальные задания;
- рабочие записи;
- замечания руководителей практики;
- отзыв руководителей практики;
- заключение с оценкой по результатам практики.

Основное место в дневнике отводится для кратких ежедневных рабочих записей, что будет являться основой для составления отчета студента о практике.

Отчет пишется кратко, иллюстрируется необходимыми схемами, графиками и рисунками, сброшюровывается. По содержанию и объему отчет должен соответствовать требованиям программы практикума. Основой для составления отчета являются материалы, собранные студентом за период практикума.

Отчет составляется студентом самостоятельно, независимо от того, что индивидуально он работал или в группе. В отчет не должны включаться материалы, заимствованные из учебников и учебных пособий, а также второстепенные и тем более не относящиеся к программе практикума. В отчете должны содержаться общее описание места прохождения практикума, календарные сроки работы на отдельных местах, анализ производства с точки зрения теоретических знаний, полученных в вузе, освещен опыт работы лучших специалистов производства, представлен список и содержание проработанной специальной технической документации и литературы. Отдельные разделы посвящаются выполнению индивидуальных заданий (кратко излагается содержание и сущность выполненных работ, исследований, расчетов и пр.).

Аттестация осуществляется в форме проверки документов практики (отчет, дневник), собеседования и оценивается по следующим критериям:

- наличие положительного отзыва руководителя практики с предприятия – 1 балла;
- соответствие и полнота отчета по практике полученному заданию – 2 балла;
- защита отчета по практике – 2 балла.

По итогам аттестации выставляется дифференцированный зачет.

При наборе 5 баллов по итогам защиты – «ОТЛИЧНО»

При наборе 4 баллов по итогам защиты – «ХОРОШО»

При наборе 3 баллов по итогам защиты – «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»

При наборе 2 и менее баллов по итогам защиты – «НЕ ЗАЧТЕНО»

Обучающиеся, не прошедшие практику по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану. Обучающиеся, не прошедшие практику при отсутствии уважительной причины или получившие оценку «не зачтено» при аттестации результатов прохождения практики, считаются имеющими академическую задолженность.