

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ

Направление/специальность подготовки	24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Гидроаэродинамика
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	3	108	26	0	0	26	82	0	0	82	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2023

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Овчинникова Ольга Константиновна, к.т.н., доцент

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 практики – дать теоретические основы и развить навыки моделирования газодинамических и тепломассообменных процессов в аэрокосмической технике, протекающих в условиях высокой интенсивности и взаимовлияния факторов различной физической природы.

В конверсионном отношении данная дисциплина связана с формированием знаний и умений моделирования процессов высоких технологий и технологий двойного назначения.

Теоретические основы и навыки решения задач моделированием процессов в смесях газов и двухфазных средах обеспечивают подготовку специалиста в области следующих направлений, определенных государственным стандартом:

а) в области научно-исследовательской деятельности:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;

б) в области расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности:

- сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования;
- расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

г) в области производственно-технологической деятельности:

- участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.

3. Задачи практики

Задачи практики состоят в формировании знаний основ численных методов; основных законов физики и химии; принципов применения современных информационных технологий в науке и предметной деятельности.

В ходе практики студент получает умения

- строить математические модели физических явлений, химических процессов, экологических систем;
- использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин;
- проводить физический и химический эксперименты, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики и информационных технологий;
- работать на компьютере (знание операционной системы, использование основных математических программ, программ отображения результатов, публикации, поиска информации через Интернет, пользование электронной почтой).
- применять основные аналитические и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем;

- применять основные методы теоретического и экспериментального исследования физических и химических явлений, методы поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий.

4. Место практики в структуре образовательной программы

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УНИРС, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АРКТ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

ПСК-2.1 — Способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена;

ПСК-2.2 — Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-2.3 — Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-2.4 — Способность проводить исследования по аэрогазодинамике и процессам теплообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования;

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 "ОДК-Климов", г. СПб; АО "Объединенная судостроительная корпорация": АО "ЦКБ МТ "Рубин", г. СПб; АО "СПМБМ "Малахит", г. СПб; Госкорпорация "Роскосмос": АО "КБ "Арсенал", г. СПб; ИЭЭ РАН, г. СПб.

В форме контактной работы по расписанию практика организуется на 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 - 3 з.е.

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики

В результате прохождения данной практики обучающийся должен приобрести следующие компетенции

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Профессионально-специализированные (по специализациям) компетенции:

ПСК-2.2 — Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники
--

ПСК-2.3 — Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

математические модели, алгоритмы и численные схемы, реализуемые в современных пакетах прикладных программ; практические методы решения задач гидрогазодинамики современными вычислительными комплексами с использованием математических моделей с нелинейными системами дифференциальных уравнений;

умения:

формулировать математические постановки задач гидрогазодинамики и тепломассопереноса, выделять основные факторы, настраивать коммерческие программные продукты для решения конкретных прикладных задач;

навыки:

решать практические задачи современными вычислительными программными средствами, оформлять документацию, описывать решение поставленных задач.

ПСК-2.2

знания:

основные физические и математические формулировки для описания аэрогазодинамических и тепломассообменных процессов, термодинамические модели сред, основные допущения;

умения:

описывать физические и математические модели гидроаэродинамических и теплотехнических процессов;

навыки:

использования фундаментальных законов физики и математики для описания процессов, протекающих в изделиях авиационной и ракетно-космической техники.

ПСК-2.3

знания:

основные физико-химические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики твердых тел, жидкостей и газов; требования к оформлению научно-исследовательской и конструкторской документации;

умения:

использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин; проводить расчеты и эксперименты для изделий авиационной и ракетно-космической техники, обрабатывать полученные результаты;

навыки:

проведения исследований и оформления результатов в области гидроаэродинамики и тепломассообмена.

7. Структура и содержание практики

Общая трудоемкость практики составляет 3 з.е. (в 8 семестре) 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
1	4	8	Течение газа по соплу Лаваля. Аналитическое описание течения газа по соплу Лаваля. Описание физической экспериментальной установки. Проведение вычислительных экспериментов. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе.	1	1	16	10
2	4	8	Измерение аэродинамических сил, действующих на крыловой профиль. Описание физической экспериментальной установки. Проведение вычислительных экспериментов. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе.	0	0	16	11
3	4	8	Исследование аэродинамических характеристик оперенного тела. Описание физической экспериментальной установки. Проведение вычислительных экспериментов. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе.	0	0	16	10
4	4	8	Истечение из сосуда конечного размера. Аналитическое описание истечения газа из сосуда конечного размера. Описание физической экспериментальной установки. Проведение вычислительных экспериментов. Построение геометрической модели. Построение вычислительной сетки. Проведение имитационного моделирования. Отображение и анализ результатов расчета. Сравнение с результатами физического эксперимента. Оформление отчёта, выводы по работе.	0	0	16	11
Всего				1	1	64	42
Итого				108			

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

Используются компьютерные технологии и программные продукты, необходимые для сбора и систематизации исходной научно-технической информации, патентного поиска, построения математических, имитационных, вычислительных моделей, проведения расчетов, оформления, представления и защиты полученных результатов.

9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на практике

Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 61 экз.

О. К. Овчинникова, М. М. Лаптинская, И. В. Тетерина. . Решение прикладных задач термогазодинамики в Ansys. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.

М. С. Яковчук. . Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 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. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 61 экз.
2. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
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.
6. О. К. Овчинникова, М. М. Лаптинская, И. В. Тетерина. . Решение прикладных задач термогазодинамики в Ansys. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
7. О. К. Овчинникова, Н. В. Тарасова. . Методы вычислительного моделирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.

б) Дополнительная литература:

1. Г. А. Акимов. . Развитие теоретической и прикладной газодинамики школой профессора И. П. Гинзбурга. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 2 экз.

в) Ресурсы сети Интернет:

1. <https://urait.ru> — Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — 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 - 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

Рабочие места студентов и преподавателя, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Пакеты программ CAE-технологий: Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук, интерактивная доска).

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, оформление отчёта производится в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам».

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.

Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение работы в компьютерном классе – 20 баллов,
- оформление пояснительной записки – 30 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 50 баллов.

Отчёт считается принятым при наборе более 70 баллов.

Для оценки знаний студентов при получении ими академической оценки по дисциплине в рамках дифференцированного зачёта используются следующие критерии:

- оценки **"зачтено-отлично"** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "зачтено-отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

- оценки **"зачтено-хорошо"** заслуживает студент обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "зачтено-хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их

самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

- оценки **"зачтено-удовлетворительно"** заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "зачтено-удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

- оценка **"не зачтено"** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.