

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ 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	
4	7	3	108	51	0	0	51	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Киришин Антон Юрьевич, старший преподаватель

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

## 1. Общие характеристики

Практика	Тип практики
Учебная практика	ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## 2. Цели практики

Сформировать у слушателей систему знаний и компетенций в области аддитивных производственных технологий, а также сформировать теоретические знания и практические навыки для обеспечения качества и производительности при производстве изделий методами аддитивных технологий

## 3. Задачи практики

1. Сформировать базовые теоретические знания об аддитивных технологиях.
2. Освоить материалы и методы, применяемые в аддитивном производстве.
3. Развить навыки проектирования и подготовки моделей для печати.
4. Приобрести практические умения работы с оборудованием и ПО.
5. Обеспечить понимание принципов контроля качества и повышения производительности

## 4. Место практики в структуре образовательной программы

*ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ* является дисциплиной *обязательной части блока 2*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

**ОПК-1** — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

**ОПК-3** — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью;

**ОПК-4** — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники;

**ОПК-5** — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;

**УК-8** — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ .**

## 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: **предприятия структуры АО "ОДК".**

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

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

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

В результате прохождения данной практики обучающийся должен приобрести следующие компетенции

### **Профессиональные компетенции:**

ПК*-8 — способность осуществлять постановку на производство несложных изделий с использованием аддитивных технологий
ПК*-9 — способность производить контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

#### **ПК\*-8**

##### *знания:*

Технологии удаления поддерживающего материала, улучшения текстуры материала, повышения точности

Назначение и технология основных операций последующей обработки после аддитивных производств

Виды и возможности средств контроля процессов аддитивного производства

Требования охраны труда, экологической, пожарной и промышленной безопасности в аддитивном производстве;

##### *умения:*

Управление параметризацией объектов

Умеет определять уровень детализации решения, необходимый на определенном этапе проектирования

Умеет транслировать данные между CAD и CAM системами;

##### *навыки:*

Осуществляет конструктивную и технологическую проработку несложного изделия, проводит позиционирование и ориентацию изделия в камере установки АП для последующего успешного изготовления

Преобразовывает файлы, сгенерированные в CAD системе в файлы, применяемые системой управления машинного аддитивного производства.

#### **ПК\*-9**

##### *знания:*

Последовательность действий при оценке качества несложных деталей аддитивного производства

Методы контроля геометрии синтезируемых ДСЕ;

##### *умения:*

Подготавливать CAD модели ДСЕ для АП

Осуществлять конструктивную и технологическую проработку несложного изделия, анализирует влияние внутренних напряжений, возникающих в процессе синтеза, на возникновение поводов/коробления и трещин, а также проводит позиционирование и ориентацию изделия в камере установки АП для последующего успешного изготовления;

##### *навыки:*

Анализирует результаты изготовления изделия аддитивного производства

Оценивает основные показатели качества несложных деталей аддитивного производства на всех этапах технологического процесса АП

Использует универсальные средства измерений с целью контроля геометрии деталей после производства.

## 7. Структура и содержание практики

Общая трудоемкость практики составляет 3 з.е. (в 7 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	7	Аддитивные технологии. - Виды аддитивных технологий, технологические возможности и ограничения аддитивного формообразования. - Оборудование аддитивного производства - Физические явления, происходящие в ходе процесса синтеза ДСЕ - Этапы проектирования изделий, изготавливаемых аддитивными технологиями - Требования охраны труда, экологической, пожарной и промышленной безопасности в аддитивном производстве	6	0	0	0
2	4	7	Изготовление деталей методом аддитивных технологий - Порядок преобразования файлов, сгенерированных в CAD системе в файлы, применяемые системой управления машинного аддитивного производства. Способы исправления ошибок трансляции данных. - Обработка синтезируемого материала - Технологии удаления поддерживающего материала, улучшения текстуры материала, повышения точности, улучшения эстетического вида изделия аддитивного производства - Немеханические виды обработки изделий - Назначение, технология и инструменты основных операций последующей обработки после аддитивных производств - Виды и возможности средств контроля процессов аддитивных технологий	0	0	50	0
3	4	7	Оценка качества изделий - Последовательность действий при оценке качества несложных деталей аддитивного производства - Методы разрушающего и неразрушающего контроля - Методы контроля геометрии синтезируемых ДСЕ - Технология подготовки исходных материалов для аддитивного производства ДСЕ	6	0	10	0
4	4	7	Заключительный этап: обработка и анализ полученной информации; подготовка отчета по практике.	0	0	0	36
<b>Всего</b>				12	0	60	36
<b>Итого</b>				108			

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

При прохождении практики студенты могут использовать научно исследовательские и научно-производственные технологии, разработанные на кафедре А8 «Двигатели летательных аппаратов» БГТУ «ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, а также в проектных и научно-исследовательских институтах, работающих в области проектирования и разработки изделий двигателей летательных аппаратов и ракетно-космической техники.

В процессе прохождения научно-исследовательской работы могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- информационные технологии, предусматривают использование электронных образовательных ресурсов (электронные версии учебных и практических пособий, рекомендованных для изучения дисциплины, доступ к электронной информационно-образовательной среде БГТУ), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, а также взаимодействие с руководителями практики посредством сети Интернет;
- проблемное обучение, предполагает организацию под руководством научного руководителя практики самостоятельного поисковой деятельности обучающегося по решению практических проблем, при решении которых у обучающихся формируются новые знания и умения;
- междисциплинарное обучение, предусматривает использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи

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

по вопросам организационного и содержательного характера студент может получить консультацию у ответственного за проведение практики на кафедре, в отделе Практик и трудоустройства.

при прохождении практики студент может использовать информацию открытого доступа.

## **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.

Дифференцированный зачет выставляется по результатам аттестации на основе индивидуального отчета о прохождении практики, содержащего в себе результаты выполнения индивидуальных заданий и собеседования с преподавателем – руководителем практики.

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

а) Основная литература:

1. . Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ, 2017, эл. рес.
2. А. А. Ляпков, А. А. Троян. . Полимерные аддитивные технологии. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. А. И. Горунов. . Аддитивные технологии и материалы. Казань БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
4. Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства. М.: Техносфера, 2016, 10 экз.

б) Дополнительная литература:

не требуется.

в) Ресурсы сети Интернет:

1. <https://e.lanbook.com/>;
2. <https://urait.ru/>;
3. <https://ibooks.ru/>;
4. <https://www.tnt-ebook.ru>.

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. помещения, соответствующие действующие санитарным и противопожарным нормам, а также требования техники безопасности при проведении учебных работ;
2. компьютерное оборудование, поддерживающее требуемое программное обеспечение;
3. 3D принтеры, используемые при проведении учебных работ.

### **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.

Отчет по практике представляется в печатном виде. Требования к оформлению и содержанию отчета по ГОСТ 7.32-2017. Оценивается полнота и качество оформления отчета по практике, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Критерии оценивания:

- оценка «отлично» - в отчете в полном объеме и в соответствии с ГОСТ 7.32-2017, рассмотрены разделы в соответствии с заданием; при защите отчета студент дает четкие и аргументированные ответы на вопросы руководителя практики;

- оценка «хорошо» - в отчете в полном объеме рассмотрены разделы в соответствии с заданием; при защите отчета студент не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы руководителя практики, в оформлении работы имеются отступления от требований ГОСТ 7.32-2017;

- оценка «удовлетворительно» - в отчете не в полном объеме рассмотрены разделы в соответствии с заданием; при защите отчета студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы руководителя практики, имеются замечания к оформлению работы;

- оценка «не зачтено» - выставляется, если индивидуальный письменный отчет не соответствует заданию практики и при защите отчета студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы или допускает существенные ошибки.