


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Рассмотрена и утверждена на  
заседании ученого совета ФМАТ от  
31 августа 2021 г.  
протокол № 1

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФМАТ

 В.И. Рязжских  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**  
**«Научно-исследовательская работа»**

**Специальность** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

**Специализация** Проектирование жидкостных ракетных двигателей

**Квалификация выпускника** инженер

**Нормативный период обучения** 5 лет и 6 м.

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2021

Автор программы



/ Т.А. Башарина /

Заведующий кафедрой  
Ракетных двигателей



/ В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП



/ В.С. Рачук /

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ**

### **1.1. Цели практики**

Научно-исследовательская работа направлена на закрепление и углубление теоретической подготовки обучающихся, приобретение ими навыков научной и практической работы, изучения и освоения основ проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, изучения технической документации, регламентирующей проектную деятельность, а также компетенций в сфере профессиональной деятельности, на дальнейшее развитие их способностей по самостоятельной организации интеллектуальной деятельности и презентации ее результатов.

### **1.2. Задачи прохождения практики**

НИР является неотъемлемой частью учебного процесса, и представляют собой систему закрепления и углубления теоретической подготовки обучающихся, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере профессиональной деятельности непосредственно на кафедре и базовом предприятии под руководством ведущих специалистов в ракетной технике. В процессе прохождения НИР каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Особенность НИР для студентов старших курсов заключается в том, что они имеют возможность на реализацию приобретенных знаний и накопленного потенциала непосредственно в реальной научной, теоретической, конструкторской и технической работе. В период прохождения НИР студенты могут осознанно выбрать ту или иную область специализации в ракетной технике, в которой они желают работать после окончания ВГТУ.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАКТИКИ**

Вид практики – Производственная практика

Тип практика – Научно-исследовательская работа

Образовательная деятельность при прохождении обучающимися практики организуется преимущественно в форме практической подготовки и иных формах (вводные лекции, инструктажи, экскурсии, собеседования и т.п.).

Реализация практики в форме практической подготовки осуществляется в соответствии с календарным учебным графиком и учебным планом.

Практическая подготовка при проведении практики может быть организована:

- непосредственно в университете, в том числе в структурном подразделении ВГТУ, предназначенном для проведения практической подготовки;

- в организации, осуществляющей деятельность по профилю соответствующей ОПОП ВО (далее – профильная организация), в том числе в структурном подразделении профильной организации, предназначенном для

проведения практической подготовки, на основании договора, заключаемого между ВГТУ и профильной организацией.

Способ проведения практики – стационарная, выездная.

Стационарная практика проводится в ВГТУ (на базе выпускающих кафедр или других структурных подразделениях) или в профильных организациях, расположенных в городе Воронеж.

Выездная практика проводится в профильных организациях, расположенных вне города Воронеж.

Способ проведения практики определяется индивидуально для каждого студента и указывается в приказе об организации практической подготовки при проведении практики обучающихся.

### **3. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Практика «Научно-исследовательская работа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б2.

### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Процесс прохождения практики «Научно-исследовательская работа» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - способен проводить расчёты прочности, надёжности и рабочих процессов в двигателях и энергетических установках летательных аппаратов;

ПК-2 - способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по двигателям и энергетическим установкам летательных аппаратов и их составным частям

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-1	Знать параметры и особенности расчета рабочих процессов в двигателях и структурах элементах двигательных установок летательных аппаратов, параметры и особенности расчета прочности, надёжности и рабочих процессов в системах питания и регулирования в двигательных установках и энергоустановках летательных аппаратов, методы определения показателей надёжности в системах и агрегатах двигателей и двигательных установок летательных аппаратов, основы проектирования пневмогидравлических схем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов
	Уметь проводить расчеты прочности и надёжности элементов конструкций двигателей, двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, осуществлять проектирование систем питания и

	<p>регулирования двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, проводить расчеты рабочих процессов в «горячих» агрегатах двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, проводить расчеты напряженно-деформированного состояния элементов конструкции двигательных и энергоустановок летательных аппаратов, осуществлять проектирование пневмогидравлических схем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов</p>
	<p>Владеть навыками проведения расчетов и проектирования пневмогидравлических схем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, способами и методами осуществления численного моделирования прочности и надежности элементов конструкций двигателей, двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, навыками проектирования систем питания и регулирования двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, основами численного моделирования напряженно-деформированного состояния элементов конструкции двигательных и энергоустановок летательных аппаратов</p>
ПК-2	<p>Знать основные принципы функционирования агрегатов и систем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, техническую документацию, регламентирующую этапы проектирования и разработки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способы и методы научно-технического творчества, основы проектирования и разработки двигателей и энергетических установок летательных аппаратов и их составных частей, рабочие процессы в элементах и агрегатах двигательных и энергетических установках летательных аппаратов</p> <p>Уметь составлять план-график выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, составлять техническую документацию на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, осуществлять проектирование систем питания и регулирования двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, осуществлять проектирование элементов конструкции двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, проводить анализ и верификацию теоретических и экспериментальных</p>

данных, рассчитывать и комплексно анализировать основные характеристики и режимы испытаний двигательных и энергетических установок летательных аппаратов и их элементы
Владеть навыками анализа и верификации теоретических и экспериментальных данных, навыками проведения патентных исследований, навыками численного моделирования основных рабочих процессов в двигательных и энергетических установках летательных аппаратов, навыками составления эскизной конструкторской документации, навыками осуществления научно-технической деятельности, современными методами проведения испытаний агрегатов и систем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов

## 5. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ

Общий объем практики составляет 12 з.е., ее продолжительность – 432 часа.

Практика проводится в семестрах 7, 8, 9, 10.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 6.1 Содержание разделов практики и распределение трудоемкости по этапам

№ п/п	Наименование этапа	Содержание этапа	Трудоемкость, час	
			всего часов	из них практической подготовки
1	Подготовительный этап	Проведение собрания по организации практики. Знакомство с целями, задачами, требованиями к практике и формой отчетности. Распределение заданий. Инструктаж по охране труда и пожарной безопасности.	2	-
2	Знакомство с ведущей организацией	Изучение организационной структуры организации. Изучение нормативно-технической документации.	10	-
3	Практическая работа	Выполнение индивидуальных заданий. Сбор практического материала.	408	312
4	Подготовка отчета	Обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю.	10	-
5	Защита отчета		2	-
<b>Итого</b>			<b>432</b>	<b>312</b>

### 6.2 Содержание практической подготовки при проведении практики

Содержание практической подготовки при проведении практики устанавливается исходя из содержания и направленности образовательной

программы, содержания практики, ее целей и задач.

Практическая подготовка при проведении практики направлена на формирование умений и навыков в соответствии с трудовыми действиями и (или) трудовыми функциями по профилю образовательной программы.

Практическая подготовка проводится путем непосредственного выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы:

№ п/п	Типы задач профессиональной деятельности	Выполняемые обучающимися в период практики виды работ	Формируемые профессиональные компетенции
1	Проектный	1. Проектирование пневмогидравлических схем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов. 2. Определение проектных параметров двигательных и энергетических установок летательных аппаратов и их элементов. 3. Составление и оформление научно-исследовательской работы. 4. Комплексный анализ результатов исследований. 5. Анализ и систематизация результатов и опытных данных, полученных при работе со смежными направлениями.	ПК-1
2	Научно-исследовательский	1. Проведение тепловых и термодинамических расчетов рабочего процесса в энергетических и двигательных установках летательных аппаратов или их элементах. 2. Проведение газодинамических расчетов рабочего процесса в двигательных и энергетических установках летательных аппаратов или их элементах. 3. Моделирование и расчет рабочих процессов в двигательных и энергетических установках летательных аппаратов или их элементах.	ПК-2

При проведении практики в ВГТУ назначается руководитель по практической подготовке от кафедры из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу университета, который осуществляет реализацию практики в форме практической подготовки, составляет рабочий график (план) проведения практики, разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, участвует в распределении

обучающихся по рабочим местам и видам работ.

При проведении практики в профильных организациях (на основании договоров, заключаемых ВГТУ с организациями) содержание практики и планируемые результаты обучения по практике, установленные в рабочей программе практики, согласовываются с профильной организацией (дневник практики, приложения к договору о практической подготовке при проведении практики обучающихся). Руководителями по практической подготовке от кафедры (осуществляет реализацию практики в форме практической подготовки) и от профильной организации (обеспечивает реализацию практики в форме практической подготовки со стороны профильной организации) составляются совместные рабочие графики (план) проведения практики и согласовываются индивидуальные задания для обучающихся (дневник практики).

На протяжении всего периода практики обучающийся в соответствии с индивидуальным заданием на практику (в т.ч. групповым (бригадным) заданием) выполняет определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью и направленные на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю ОПОП, собирает и обрабатывает необходимый материал, оформляет дневник практики и отчет по результатам прохождения практики, содержащий описание профессиональных задач, решаемых обучающимся на практике.

### **6.3 Примерный перечень индивидуальных заданий для обучающихся, выполняемых в период практики**

1. Расчет основных характеристик и комплексный анализ параметров, полученных при испытании двигательных и энергетических установок летательных аппаратов или их элементов.
2. Моделирование и расчет рабочего процесса в двигательных и энергетических установках летательных аппаратов или их элементов.
3. Проектирование пневмогидравлической схемы однокамерного ЖРД без дожигания генераторного газа и сравнительный анализ с двигателем-аналогом.
4. Расчет элементов гидравлических и газодинамических трактов и их характеристик двигательной установки ЖРД.
5. Составление пневмогидравлической схемы, оптимизация количества камер в двигательной установке и расчет баланса мощностей.
6. Анализ и классификация основных неисправностей и типовых нештатных ситуаций, характерных для двигательных установок.
7. Проектирование и выбор проектных параметров электромагнитного клапана.
8. Моделирование рабочих процессов в смесительных элементах энергоустановок летательных аппаратов.
9. Анализ и верификация теоретических и экспериментальных данных исследовательских испытаний смесительных элементов ракетного двигателя.

10. Перевод параметров испытаний элементов конструкции ракетного двигателя с модельных режимов на натурные, анализ результатов.
11. Влияние материалов трубопроводов газодинамических стендов на их динамические характеристики.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРАКТИКЕ**

Контроль и оценка результатов практики осуществляются в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с локальным вузовским актом - положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ВГТУ.

### **7.1 Текущий контроль**

Методы текущего контроля и оценки выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью (методы контроля и оценки практической подготовки):

- наблюдение за деятельностью обучающихся, за подготовкой и сбором материалов для отчета по практике;
- анализ и оценка продуктов практической деятельности обучающихся;
- проверка и анализ качества выполнения работ (в соответствии с выданным индивидуальным заданием).

Аттестация по итогам практики проводится в виде зачета с оценкой.

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8, 9, 10 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Аттестация по итогам практики проводится в соответствии с методическими рекомендациями по организации практической подготовки при проведении практики обучающихся (далее – методическими рекомендациями), разработанными по ОПОП кафедрой ракетных двигателей.

### **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

1. Выбор коэффициента избытка окислителя при наличии пристеночного слоя
2. Принципы определения параметров системы турбонасосной подачи топлива в ЖРД с дожиганием генераторного газа “газ+жидкость”
3. Принципы определения параметров системы турбонасосной подачи топлива в ЖРД с дожиганием генераторного газа по схеме “газ+газ”
4. Определение основных размеров и контура центрального тела сопла с

внешним расширением

5. Определение потерь в сопле на трение и рассеивание
6. Определение подогрева рабочего тела в тракте охлаждения. Влияние неадиабатности процесса
7. Выбор схемы расположения форсунок на головке. Определение количества форсунок горючего и окислителя
8. Определение удельного теплового потока в стенку камеры ЖРД
9. Определение тягового комплекса при наличии отрыва потока в сопле
10. Определение коэффициента сопла, характеризующего совершенство процессов в сопле
11. Обоснование актуальности темы научного исследования, конструкторской или технологической разработки
12. Разработка технических требований, предъявляемых к проектируемому изделию технологии
13. Ретроспективный анализ этапов развития разрабатываемого изделия, объекта, технологии
14. Анализ и прогнозирование развития конструкций и технологий их изготовления
15. Формализация процесса проектирования на основе математического моделирования
16. Проведение научно-технической и патентной экспертизы технических решений
17. Системы автоматизированного проектирования элементов ЖРД
18. Технологии производства и методов испытаний узлов, агрегатов, изделий
19. Выявление противоречий, обуславливающих развитие технической системы, технологии
20. Блок запальников электроплазменного и лазерного типов
21. Гидравлический расчет системы смесеобразования ЖРД
22. Расчёт прочности конструкции газового аккумулятора давления для наддува баков
23. Прочностной расчет подвижных и неподвижных соединений, уплотнений, валов и опор в двигательных и энергетических установках летательных аппаратов
24. Кинематический расчет механических, гидравлических и пневматических приводов
25. Расчет на прочность и надёжность узлов и агрегатов ЖРД (регуляторы, клапаны, мембраны, пружины, сильфоны, редукторы и т.д.)
26. Расчёт наружного охлаждения камеры ЖРД
27. Построение статической характеристики тракта охлаждения камеры
28. Определение характеристик обгорания цилиндрической части камеры сгорания
29. Расчёт изменения давления в камере сгорания при запуске
30. Расчет напряженно-деформированного состояния камеры ЖРД
31. Расчёт параметров систем охлаждения ЖРД с пористыми структурами

32. Разработка методики исследовательских испытаний элементов изделий
33. Функционально-стоимостной анализ конструкции изделия, элементов ЖРД
34. Газодинамический расчет элементов турбонасосного агрегата двигательной установки с ЖРД
35. Термодинамический расчет газогенератора двигательной и энергетической установки летательного аппарата
36. Расчет гидравлических и пневматических трактов ЖРД
37. Построение физических моделей разрабатываемых и анализируемых изделий
38. Определение параметров системы турбонасосной подачи топлива в ЖРД без дожигания генераторного газа
39. Математическое моделирование разрабатываемого изделия, системы
40. Проектирование и расчёт клапана отсечки окислителя

### **7.3 Этап промежуточного контроля знаний по практике**

Результующая оценка промежуточной аттестации по практике определяется на основании:

1. экспертной оценки сформированности компетенций, рекомендованной руководителем по практической подготовке от профильной организации (руководителем по практической подготовке от кафедры в случае прохождения практической подготовки в ВГТУ)
2. оценки отчета по практике, отражающего выполнение обучающимся индивидуального задания, полученные навыки и умения, сформированные компетенции (оценивает руководитель по практической подготовке от кафедры с учетом характеристики-отзыва руководителя по практической подготовке от профильной организации),
3. оценки сформированности компетенций, определяемой руководителем по практической подготовке от кафедры на основе выполненных обучающимся заданий (тестовых заданий) соответствующих оценочных материалов.

$$O_{\text{диф. зачет}} = 0,3 \cdot O_{\text{рукПО}} + 0,4 \cdot O_{\text{Отчет}} + 0,3 \cdot O_{\text{рукКаф}}$$

где  $O_{\text{рукПО}}$  – оценка, рекомендованная руководителем по практической подготовке от профильной организации;

$O_{\text{Отчет}}$  – оценка отчета по практике;

$O_{\text{рукКаф}}$  – оценка сформированности компетенций, определяемая руководителем по практической подготовке от кафедры.

Результующая оценка округляется арифметически ( $\geq 0,5 = 1$ ) и выставляется в аттестационную ведомость по итогам прохождения практики.

Обучающиеся допускаются к сдаче дифференцированного зачета при условии выполнения всех видов работ на практике, предусмотренных рабочей программой практики, индивидуальным заданием и рабочим графиком (планом) проведения практики, и своевременном (в последний день практики)

представлении на выпускающую кафедру (руководителю по практической подготовке от кафедры) комплекта отчетных документов:

- заполненный дневник практики, включая аттестационный лист (оценку уровня сформированности компетенций в ходе прохождения обучающимся практики) и характеристику-отзыв руководителя по практической подготовке от профильной организации о работе обучающегося в период практической подготовки (руководителя практики от кафедры в случае прохождения практической подготовки в ВГТУ) о прохождении прохождения обучающимся практики в форме практической подготовки (выполнении индивидуального задания);

- отчет обучающегося о прохождении практики, оформленный в соответствии с методическими рекомендациями.

В отчете приводится описание выполненных обучающимся видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью (практической подготовки), анализ поставленных задач, выбор необходимых методов и инструментальных средств для решения поставленных задач, результаты решения задач практики, общие выводы по практике.

Материал, включаемый в отчет, должен быть систематизирован и обработан. Отчет может содержать иллюстрации, таблицы, карты, иные графические материалы (приложения к отчету), отражающие решение задач, предусмотренных индивидуальным заданием, выдаваемым обучающемуся на практику.

Типовая структура отчета:

- титульный лист (оформляется по установленной единой форме);
  - индивидуальное задание;
  - оглавление;
  - введение (цели и задачи практики);
  - основная часть (содержание проделанной обучающимся работы в соответствии с целями и задачами практики и индивидуальным заданием);
  - заключение (выводы по результатам практики);
  - список использованных источников (при необходимости);
- приложения.

Руководитель по практической подготовке от кафедры оценивает результаты выполнения обучающимся индивидуального задания на практику и качество представленного отчета по практике по следующей примерной шкале:

Оценка по десятибалльной шкале	Примерное содержание оценки
Отлично	Комплект отчетных документов по практике полный, представлен в срок. Содержание и оформление отчета по практике соответствуют установленным требованиям (методическим рекомендациям). Индивидуальное задание выполнено, полноценно отработаны и

	<p>применены на практике все формируемые компетенции, профессиональные задачи реализованы в полном объеме или сверх того, представлены многочисленные примеры и результаты деятельности обучающегося и выполнения им определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>Замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации отсутствуют, а работа обучающегося оценена на «отлично».</p>
Хорошо	<p>Комплект отчетных документов по практике полный, представлен в срок.</p> <p>Имеются незначительные дефекты и несоответствие содержания и оформления отчета по практике установленным требованиям (методическим рекомендациям).</p> <p>Индивидуальное задание выполнено, отработаны и применены на практике большинство формируемых компетенций, профессиональные задачи реализованы почти в полном объеме, представлены отдельные примеры и результаты деятельности обучающегося и выполнения им определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>Незначительные замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации, работа обучающегося в период практической подготовки оценена на «хорошо».</p>
Удовлетворительно	<p>Комплект отчетных документов по практике полный, представлен в срок.</p> <p>Содержание отчета по практике является неполным, имеются существенные дефекты, оформление не соответствует установленным требованиям (методическим рекомендациям).</p> <p>Индивидуальное задание выполнено частично, недостаточно отработаны и применены на практике формируемые компетенции, профессиональные задачи реализованы не в полном объеме, кратко представлены отдельные примеры и результаты деятельности обучающегося и выполнения им определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>Высказаны критические замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации, а работа обучающегося в период практической подготовки оценена на «удовлетворительно».</p>
Неудовлетворительно	<p>Обучающийся не представил в установленный срок отчетных документов или комплект документов неполный.</p> <p>Содержание и оформление отчета по практике не соответствует установленным требованиям (методическим рекомендациям).</p> <p>Индивидуальное задание не выполнено, не отработаны и не применены формируемые на практике компетенции, профессиональные задачи не реализованы, отсутствуют примеры и результаты деятельности, выполнения обучающимся определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>Высказаны серьезные замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации.</p> <p>Обучающийся практику не прошел по неуважительной причине.</p>

Оценка сформированности компетенций проводится на основе заданий соответствующих оценочных материалов:

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 41% от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о несформированности у студента надлежащих компетенций.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 41%-60% от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о достаточной сформированности у обучающегося всех формируемых на практике компетенций.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 61%-80% от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о достаточной сформированности у обучающегося всех формируемых на практике компетенций, но с оговоркой.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал более 80% от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о том, что у обучающегося полностью сформированы все формируемые на практике компетенции.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	<p>Знать параметры и особенности расчета рабочих процессов в двигателях и структурах элементах двигательных установок летательных аппаратов, параметры и особенности расчета прочности, надежности и рабочих процессов в системах питания и регулирования в двигательных установках и энергоустановках летательных аппаратов, методы определения показателей надежности в системах и агрегатах двигателей и двигательных установок летательных аппаратов, основы проектирования пневмогидравлических схем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов</p> <p>Уметь проводить расчеты прочности и надежности элементов конструкций двигателей, двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, осуществлять проектирование систем питания и регулирования двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, проводить расчеты рабочих процессов в «горячих» агрегатах двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, проводить расчеты напряженно-деформированного состояния элементов конструкции</p>	Более 80% от максимально возможного количества баллов	61%-80% от максимально возможного количества баллов	41%-60% от максимально возможного количества баллов	Менее 41% от максимально возможного количества баллов

	<p>двигательных и энергоустановок летательных аппаратов, осуществлять проектирование пневмогидравлических схем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов</p>				
	<p>Владеть навыками проведения расчетов и проектирования пневмогидравлических схем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, способами и методами осуществления численного моделирования прочности и надежности элементов конструкций двигателей, двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, навыками проектирования систем питания и регулирования двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, основами численного моделирования напряженно-деформированного состояния элементов конструкции двигательных и энергоустановок летательных аппаратов</p>				
ПК-2	<p>Знать основные принципы функционирования агрегатов и систем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, техническую документацию, регламентирующую этапы проектирования и разработки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способы и методы научно-технического творчества, основы проектирования и разработки двигателей и энергетических установок летательных аппаратов и их составных частей, рабочие процессы в элементах и агрегатах двигательных и энергетических установках летательных аппаратов</p>				
	<p>Уметь составлять план-график выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, составлять техническую документацию на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, осуществлять проектирование систем питания и регулирования двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, осуществлять проектирование элементов конструкции двигательных и энергетических установок летательных аппаратов, проводить анализ и верификацию теоретических и экспериментальных данных, рассчитывать и комплексно</p>				

анализировать основные характеристики и режимы испытаний двигательных и энергетических установок летательных аппаратов и их элементы				
Владеть навыками анализа и верификации теоретических и экспериментальных данных, навыками проведения патентных исследований, навыками численного моделирования основных рабочих процессов в двигательных и энергетических установках летательных аппаратов, навыками составления эскизной конструкторской документации, навыками осуществления научно-технической деятельности, современными методами проведения испытаний агрегатов и систем двигательных и энергетических установок летательных аппаратов				

#### **7.4 Особенности проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по практике для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В ходе текущего контроля осуществляется индивидуальное общение преподавателя с обучающимся. При наличии трудностей и (или) ошибок у обучающегося преподаватель в ходе текущего контроля дублирует объяснение нового материала с учетом особенностей восприятия обучающимся содержания материала практики.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обеспечивается соблюдение следующих требований:

- для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья текущий контроль и промежуточная аттестация проводится с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (далее - индивидуальные особенности);

- проведение мероприятий по текущему контролю и промежуточной аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, допускается, если это не создает трудностей для обучающихся;

- присутствие в аудитории ассистента, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, понять и оформить задание, общаться с преподавателем);

- предоставление обучающимся при необходимости услуги с использованием русского жестового языка, включая обеспечение допуска на объект сурдопереводчика, тифлопереводчика (в организации должен быть такой специалист в штате (если это востребованная услуга) или договор с

организациями системы социальной защиты по предоставлению таких услуг в случае необходимости);

- предоставление обучающимся права выбора последовательности выполнения задания и увеличение времени выполнения задания (по согласованию с преподавателем);

- по желанию обучающегося устный ответ при контроле знаний может проводиться в письменной форме или наоборот, письменный ответ заменен устным.

## **8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения практики**

1. Конструирование жидкостных ракетных двигателей: дипломное проектирование: учеб. Пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. Данные (1,3 Мб) / А.В. Иванов, Г.И. Скоморохов, Д.П. Шматов. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016.

2. Расчет и конструирование агрегатов ЖРД: учеб. Пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. Данные (1,9 Мб) / А.А. Гуртовой, А.В. Иванов, Г.И. Скоморохов, Д.П. Шматов. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016.

3. Методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Научно-исследовательская работа (рассредоточенная)» для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация – «Проектирование жидкостных ракетных двигателей» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» [Электронный ресурс]; Сост. Г.И. Скоморохов, Д.П. Шматов. Воронеж, 2018. 19 с.

4. Иванов А.В. САПР авиационных и ракетных двигателей: учеб. пособие /А.В. Иванов, Г.И. Скоморохов. Воронеж: ФГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. 207 с.

5. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : Учебник / под ред. Д.А. Ягодникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГТУ им.Баумана, 2006. - 488 с

6. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки" / Г.Г. Гахун, В.И. Баулин, В.А., 1989

7. Еремин В. Г. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении: учеб. пособие для вузов / В. Г. Еремин М.: Машиностроение, 2002.

### **8.2 Перечень ресурсов сети "Интернет", необходимых для проведения практики**

1. <http://www.edu.ru/> - образовательный портал

2. elibrary.ru
3. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
4. [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) – электронная библиотека
5. <https://www.roscosmos.ru/> - официальный сайт Госкорпорации «Роскосмос»
6. <https://www.roscosmos.ru/rkosmos/> - журнал «Русский космос»
7. <https://www.tsniimash.ru/> - официальный сайт АО «ЦНИИмаш»
8. <https://www.tsniimash.ru/science/publications/> - научно-технический журнал «Космонавтика и ракетостроение», «Новости космонавтики», отраслевой еженедельный бюллетень экспресс-информации «Ракетная и космическая техника»
9. <https://kbkha.ru/> - официальный сайт АО КБХА
10. <https://turbonasos.ru/ru/> - официальный сайт АО «Турбонасос»

**8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по практике, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Microsoft Win Pro 10
2. Acrobat Pro 2017
3. NX Academic
4. 7 zip
5. GIMP
6. Google Chrome
7. LibreOffice
8. Mozilla Firefox
9. Media Player Classic Black Edition
10. Notepad++
11. Paint.NET
12. PDF24 Creator
13. WinDjView
14. Компас-3D Viewer
15. OpenOffice
16. КОМПАС 3D
17. <http://window.edu.ru>, <https://wiki.cchgeu.ru> - информационные справочные системы
18. <http://encycl.yandex.ru>, <http://dic.academic.ru> - энциклопедии и словари

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Материально-техническая база определяется в зависимости от места прохождения практики и содержания практической подготовки обучающегося.

Практика «Научно-исследовательская работа» организуется в соответствии с договорами об организации и прохождении практики обучающихся, заключенными с профильными организациями, располагающими необходимой материально-технической базой (в соответствии с содержанием практики и планируемыми результатами обучения по практике) и обеспечивающих соблюдение требований противопожарной безопасности, охраны труда и техники безопасности.

Профильные организации (базы практики): АО КБХА, АО «Турбонасос».

Практику «Научно-исследовательская работа» обучающиеся проходят в структурных подразделениях профильных организаций, посещая конструкторско-технологические, испытательные подразделения, производственные цеха.

Профильные организации в соответствии с договором создают условия для получения обучающимися опыта профессиональной деятельности, предоставляют обучающимся и руководителю практики от кафедры возможность пользоваться помещениями организации (лабораториями, кабинетами, библиотекой), предоставляют оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающегося.

В период прохождения обучающимися производственной практики используются следующие помещения ВГТУ:

- учебная аудитория № 153 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.) для проведения организационного собрания, проведения инструктажей, укомплектованная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, оборудованная мультимедиа-проектором, экраном.

- учебная аудитория № 134 (ул. Ворошилова, 20, 7 эт.) помещение для самостоятельной работы, проведения консультаций и промежуточной аттестации, укомплектованное специализированной мебелью, оборудованное техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

В случае прохождения производственной практики на кафедре ракетных двигателей ВГТУ практические занятия проходят в учебной аудитории № 134 (ул. Ворошилова, 20, 7 эт.), укомплектованной специализированной мебелью, оборудованное техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

