


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

 Красильникова О.А.  
«10» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов»

Специальность	24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолётов и вертолётов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

Комсомольск-на-Амуре 2021

Разработчик рабочей программы:

Профессор, доцент, доктор технических наук



Бобков А.В

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Авиастроение»



Марьин С.Б.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 04.08.2020 №877, и основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение», специализация №4 «Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолётов и вертолётов».

Практическая подготовка реализуется на основе:

- Профессиональный стандарт 32.002 «Специалист по проектированию и конструированию авиационной техники». Обобщенная трудовая функция: Д. Проведение проектировочных расчетов и формирование облика АТ.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Усвоение основных знаний в области конструкции и рабочих процессов в газовых и гидравлических системах летательных аппаратов. Получение навыков расчётной оценки гидравлического сопротивления проточного тракта газовой и гидравлической системы летательного аппарата.</li> <li>- Формирование готовности проведения анализа свойств газовых и гидравлических систем летательных аппаратов, определяющих эффективность их функционирования при эксплуатации летательного аппарата.</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<p><b>Раздел 1 Основные характеристики газовых и гидравлических систем летательных аппаратов:</b> Тема 1.1 Назначение, классификация и основные характеристики газовых и гидравлических систем летательных аппаратов. Преимущества и недостатки данных систем по сравнению с электрическими системами аналогичного назначения. Тема 1.2 Требования к гидрогазомеханическим системам летательных аппаратов при их проектировании и производстве. Тема 1.3 Рабочие тела газовых и гидравлических систем летательных аппаратов. Их физико-технические свойства. Огнестойкость жидкости. Гипотеза сплошности. Единицы измерения вязкости и давления.</p> <p><b>Раздел 2 Основы гидромеханики:</b> Тема 2.1 Основное уравнение гидростатики. Тема 2.2 Гидродинамика. Уравнение неразрывности. Режимы течения жидкости в трубопроводах. Тема 2.3 Уравнение Бернулли. Тема 2.4 Гидравлические потери. Классификация. Расчётные формулы.</p> <p><b>Раздел 3 Конструкция элементов газовых и гидравлических систем летательных аппаратов:</b> Тема 3.1 Чтение и построение принципиальных схем газовых и гидравлических систем летательных аппаратов. Тема 3.2 Конструкция элементов гидравлической, пневматической, масляной системы летательных аппаратов. Тема 3.3 Испытания гидравлической системы летательных аппаратов. Тема 3.4 Особенности конструкции газовых и гидравлических систем боевых самолётов.</p>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен к проектированию и конструированию агрегатов авиационной техники	<p>ПК-1.1 Знает особенности проектирования и конструирования агрегатов авиационной техники</p> <p>ПК-1.2 Умеет проводить инженерный анализ и давать сравнительную оценку существующих и перспективных конструктивных решений</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками проектирования конструкций, отвечающих требованиям технологии опытного и серийного производства, на основе результатов расчета характеристик авиационной техники и ее агрегатов</p>	<p><b>Знать:</b> основные закономерности гидростатики и гидродинамики канальных течений; функциональное назначение и конструкцию элементов газовых и гидравлических систем летательных аппаратов; обозначения элементов указанных систем на принципиальных схемах.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ принципиальных схем газовых и гидравлических систем летательных аппаратов; проводить расчёт гидравлического сопротивления проточного тракта.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения испытаний газовых и гидравлических систем летательных аппаратов.</p>

## 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов» изучается на 4 курсе, 8 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Конструкция самолетов и вертолетов», «Детали машин и основы конструирования», «Аэродинамика самолетов», «Конструирование деталей и узлов агрегатов самолетов».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов», будут востребованы при изучении следующих дисциплин: «Силовые установки летательных аппаратов», «Проектирование самолетов», «Б1.В.ДВ.03.01 Надежность, безопасность и живучесть», «Б1.В.ДВ.03.02 Эксплуатационная технологичность и надежность», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, а также ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

#### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	56
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	28
	0
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	28
	14
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	124
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

#### **5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)	
	Контактная работа преподавателя с обучающимися	СРС

	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Основные характеристики газовых и гидравлических систем летательных аппаратов</b>				
<b>Тема 1.1</b> Назначение, классификация и основные характеристики газовых и гидравлических систем летательных аппаратов. Преимущества и недостатки данных систем по сравнению с электрическими системами аналогичного назначения.	2	0	0	4
<b>Тема 1.2</b> Требования к гидрогазомеханическим системам ЛА при их проектировании и производстве	2	0	0	4
<b>Тема 1.3</b> Рабочие тела газовых и гидравлических систем летательных аппаратов. Их физико-технические свойства. Огнестойкость жидкости. Гипотеза сплошности. Единицы измерения вязкости и давления.	4	0	0	8
<b>Раздел 2 Основы гидромеханики</b>				
<b>Тема 2.1</b> Основное уравнение гидростатики.	2	2	0	8
<b>Тема 2.2</b> Гидродинамика. Уравнение неразрывности. Режимы течения жидкости в трубопроводах.	4	2	0	16
<b>Тема 2.3</b> Уравнение Бернулли.	2	2	0	12
<b>Тема 2.4</b> Гидравлические потери. Классификация. Расчётные формулы.	4	4	0	24
<b>Раздел 3 Конструкция элементов газовых и гидравлических систем летательных аппаратов</b>				
<b>Тема 3.1</b> Чтение и построение принципиальных схем газовых и гидравлических систем летательных аппаратов.	2	2	0	8
<b>Тема 3.2</b> Конструкция элементов гидравлической, пневматической, масляной системы летательных аппаратов.	2	2	0	16
<b>Тема 3.3</b> Испытания гидравлической системы летательных аппаратов.	2	0	12*	10
<b>Тема 3.4</b> Особенности конструкции газовых и гидравлических систем боевых самолётов.	2	0	2*	14
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>124</b>
*Занятия проводятся в форме практической подготовки с использованием стендового оборудования по монтажу и испытаниям гидравлических систем в зале «Конструкция самолётов»				

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	64
Подготовка к занятиям семинарского типа	42
Подготовка и оформление РГР	18
<b>Итого</b>	<b>124</b>

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Шахматов, Е.В. Пневмопривод и средства автоматизации: [Электронный ресурс]: учебн. пособие для вузов / Е.В. Шахматов и др., - Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева, 2006. // БиблиоРоссика: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.bibliorossica.com/catalog.html?ln=ru>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Белозерцев, В.Н. Основы механики жидкости: [Электронный ресурс]: учебн. пособие для вузов / В.Н. Белозерцев и др., - Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева, 2006. // БиблиоРоссика: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.bibliorossica.com/catalog.html?ln=ru>, ограниченный. – Загл. с экрана.
3. Путеводитель Прандтля по гидроаэродинамике [Электронный ресурс] / . — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 15 Ижевский институт компьютерных исследований, 2007. — 776 с. — 978-5-93972-303-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16607.html>

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Гимадиев, А.Г. Выбор параметров, расчет статических и динамических характеристик регулятора расхода топлива: [Электронный ресурс]: учебн. пособие для вузов / А.Г. Гимадиев, - Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева, 2006. // БиблиоРоссика: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.bibliorossica.com/catalog.html?ln=ru>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Аэрогидромеханика. Сборник задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Кураев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 116 с. — 978-5-7782-1423-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45361.html>
3. Куденцов В.Ю. Пневмогидравлические системы и автоматика жидкостных ракетных двигательных установок [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ю. Куденцов, А.Б. Яковлев. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2015. — 220 с. — 978-5-8149-2009-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60882.html>

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

### 8.3.1 Методические указания для студентов по выполнению Расчётно-графической работы

**Расчётно - графическая работа (РГР)** представляет собой индивидуальную, самостоятельно выполненную учебную работу студента, в которой он должен использовать теоретические знания объекта изучения, умения проводить аналитические расчёты по типовым алгоритмам и навыки выполнения графиков, чертежей или схем.

Тему РГР студенту назначает преподаватель, преподающий данную дисциплину. Список заданий на РГР ежегодно обновляется.

РГР содержит пояснительную записку и графическую часть.

Пояснительная записка состоит из следующих структурных элементов:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Введение (до 2-х стр.).
- Основную часть (15-20 стр.).
- Заключение (1 стр.).
- Список использованных источников (1-2 стр.).
- Приложения (при необходимости, без ограничения объёмов).

В содержании приводятся наименования структурных частей РГР, разделов и подразделов его основной части с указанием номера страницы, с которой начинается соответствующая часть: раздел, подраздел.

Во введении дается общая характеристика темы РГР: обосновывается **актуальность** заданной темы; определяется **цель** работы и **задачи**, подлежащие решению для ее достижения. Описываются объект и предмет расчётно - графической работы, информационная база расчётов, а также кратко характеризуется структура РГР по разделам.

Основная часть должна содержать материал, необходимый для достижения поставленной цели выполнения расчётов и графической части. Она должна включать 2-3 раздела, каждый из которых, в свою очередь, содержит 2-3 подраздела.

Содержание основной части должно точно соответствовать цели РГР, раскрывая описание решения поставленных во введении задач. Поэтому заголовки разделов и подразделов, как правило, должны соответствовать формулировкам задач РГР. Заголовок "ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ" в содержании РГР быть не должно.

1-й раздел основной части РГР может нести теоретический, методологический или аналитический характер.

Обязательным для РГР является логическая связь между разделами и подразделами, последовательное описание расчётов и графической части на протяжении всей работы, самостоятельное изложение материала, аргументированность выводов. Обязательным является наличие в основной части РГР **ссылок** на использованные источники.

Изложение необходимо вести с помощью неопределенно-личных предложений типа «На втором этапе исследуются следующие подходы...», «Проведенное исследование позволило доказать... » и т.п.

В заключении последовательно излагаются выводы, к которым пришел студент в результате выполнения РГР. Заключение должно кратко характеризовать решение всех поставленных во введении задач и достижение цели РГР.

Список использованных источников является составной частью работы и отражает степень изученности решаемой задачи. Количество источников в списке определяется студентом самостоятельно. Для РГР рекомендуется от 10 до 20 источников. При этом в списке обязательно должны присутствовать источники, появившиеся за последние 5 лет, а также ГОСТы, ОСТы, регламентирующие деятельность в соответствующей отрасли.

В приложения следует разместить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст (таблицы вспомогательных данных, инструкции, методики, формы документов и т.п.).

Графическая часть, как правило, содержит чертёж (рабочий или сборочный), иллю-



страцию или схему (принципиальную или структурную).

#### **Оформление пояснительной записки Расчётно-графической работы**

Правила оформления РГР регламентированы РД ФГБОУ ВО КнАГТУ 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». - Введ. 2016-03-10. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016. - 56 с.

РД размещён на сайте КнАГУ, в разделе "Локальные акты университета (СМК)", по ссылке [https://knastu.ru/university/quality\\_management](https://knastu.ru/university/quality_management)

#### **Оформление графической части Расчётно-графической работы**

Графическая часть должна быть оформлена в соответствии с нормами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) на листах ватмана формата А1 или в виде электронного документа - файла, выполненного в САД системе.

#### **Критерии оценки Расчётно-графической работы**

1. Степень полноты расчётов и графической части работы предполагает:

- соответствие содержания теме РГР;
- полноту и глубину раскрытия основных понятий;
- обоснованность теоретических положений и алгоритмов расчёта;
- умение работать с источниками информации, систематизировать и структурировать материал;

- умение обобщать, делать выводы, сопоставлять возможные альтернативные варианты достижения поставленной цели.

2. Обоснованность выбора источников информации оценивается:

- актуальностью использования источника по проблеме;
- привлечением наиболее известных и новейших источников информации по проблеме (изобретения, полезные модели, журнальные и интернет публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).

3. Соблюдение требований к оформлению РГР определяется степенью соответствия работы требованиям РД ФГБОУ ВО КнАГТУ 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». В частности это относится к оформлению:

- заголовков разделов и подразделов;
- рисунков;
- таблиц;
- ссылок на используемые источники;
- приложений.

4. Степень заимствования фрагментов чужих научно-технических материалов без указания источника заимствования (плагиат) не может превышать 30%.

Кроме того, на итоговую оценку будет влиять уровень грамотности и культуры изложения материала, владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы.

#### **Защита Расчётно-графической работы**

РГР представляется преподавателю на заключительном этапе изучения дисциплины как результат итоговой самостоятельной работы студента. Самостоятельность выполнения и степень усвоения учебного материала выявляется в процессе защиты РГР в виде диалога с преподавателем "вопрос-ответ". Защита осуществляется во время аудиторных занятий, предусмотренных учебным планом, или при индивидуальном собеседовании.

Если РГР подразумевает публичную защиту, то выступающему следует заранее подготовить презентацию к выступлению, а преподавателю и возможным оппонентам из числа студентов ознакомиться с работой.

### **8.3.2 Методические указания по оформлению рабочей тетради для**

## **практических и лабораторных работ**

При оформлении рабочей тетради по практике или лабораторным работам рекомендуется придерживаться следующих основных правил:

В тетради обязательно выделяются отдельные части. Необходимо разграничивать заголовки, подзаголовки, выводы, обособлять одну тему от другой. Выделение можно делать подчеркиванием, другим цветом. Рекомендуется делать отступы для обозначения абзацев и пунктов плана, пробельные строки для отделения одной мысли от другой, нумерацию. Если определения, формулы, правила, законы в тексте можно сделать более заметными, их заключают в рамку.

Не начинать записывать материал с первых абзацев раздаточного материала. Сначала необходимо постараться понять смысл напечатанного, а затем, приступая к записи, коротко сформулировать смысл прочитанного.

Записи нужно создавать с использованием принятых условных обозначений и аббревиатур (сокращённых слов), знаков равенства и неравенства, больше и меньше. Конспектируя, необходимо употреблять разнообразные знаки: указатели и направляющие стрелки, восклицательные и вопросительные знаки, сочетания PS (послесловие) и NB (обратить внимание). Например, слово «следовательно» вы можете обозначить математической стрелкой  $\Rightarrow$ . В результате, выработается свой собственный знаковый набор, создавать конспект, а после и изучать его будет проще и быстрее.

Трудоёмкость конспектирования снижает использование сокращений часто упоминаемых терминов, например, АД (авиационный двигатель), ЛА (летательный аппарата), ГГС (газовые и гидравлические системы) и т.п. Сокращение типа «д-ль» (двигатель) и подобные им использовать не следует, так как впоследствии большое количество времени уходит на расшифровку, а чтение конспекта не должно прерываться посторонними действиями и размышлениями. Лучше всего разработать собственную систему сокращений и обозначать ими во всех записях одни и те же слова (и не что иное). Необходимо стараться избегать сложных и длинных рассуждений.

При конспектировании лучше пользоваться повествовательными предложениями, избегать самостоятельных вопросов. Вопросы уместны на полях конспекта.

Не нужно стараться зафиксировать материал дословно. Второстепенные слова нужно отбрасывать, без которых главная мысль не теряется.

Если в учебном материале встречаются непонятные термины, можно оставить место, а после занятий уточнить их значение у преподавателя.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
2. Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://window.edu.ru/>.

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Репозиторий СГАУ [http://repo.ssau.ru/handle/01-Uchebnye-materialy/79?subject\\_page=1](http://repo.ssau.ru/handle/01-Uchebnye-materialy/79?subject_page=1)

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian	Лицензионный сертификат № 47019898 от 11.06.2010 Microsoft® Windows Professional 7 Russian Лицензионный сертификат № 46243844 от 09.12.2009
OpenOffice свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a> (Программа распространяется на условиях GNU General Public License) Microsoft® Windows Professional 7 Russian	Лицензионный сертификат № 46243844 от 09.12.2009

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### 9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой практическую детализацию теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является самостоятельный технический анализ конструкций газовых и гидравлических устройств, изучение раздаточного матери-

ала и нормативной документации (ГОСТов, ОСТов, СТП), относящихся к изучаемым темам, а также проведение лабораторных работ на стендовом оборудовании. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам дисциплины.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, задаваемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- полнота и правильность оформления отчётов о самостоятельной работе.

В рамках лабораторных работ проверяется степень владения теоретическим материалом, способность проведения монтажа гидравлических систем по принципиальным схемам, а также проведения гидравлических испытаний по выданному плану.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Состав учебно-лабораторного оборудования, используемого в учебном процессе по дисциплине "Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов" представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Ауд. 112 3 корпус	Мультимедийный класс ССФ	Экран, мультимедиа проектор, персональный компьютер
Ауд. 124 3 корпус	Вычислительный центр ССФ	12 персональных компьютеров Intel Core i3-4330 3,5 ГГц, ОЗУ 4 ГБ.
111/3в	Лаборатория ГГС ЛА	Учебно-демонстрационная установка "Гидравлические и пневматические системы и средства автоматики. 4 шт.
111/3в	Лаборатория ГГС ЛА	Набор магнитных аппликационных моделей АМ-02
111/3	Лаборатория конструкций ЛА	Макет самолёта СУ-15.
111/3	Лаборатория конструкций ЛА	Консоли крыла самолётов МИГ-17 и СУ-17.
111/3	Лаборатория конструкций ЛА	С-125 - макет ракеты комплекса ПВО.

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

Отсутствуют

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине**

**«Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов»**

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолестроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолётов и вертолётот
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен к проектированию и конструированию агрегатов авиационной техники	<p>ПК-1.1 Знает особенности проектирования и конструирования агрегатов авиационной техники</p> <p>ПК-1.2 Умеет проводить инженерный анализ и давать сравнительную оценку существующих и перспективных конструктивных решений</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками проектирования конструкций, отвечающих требованиям технологии опытного и серийного производства, на основе результатов расчета характеристик авиационной техники и ее агрегатов</p>	<p><b>Знать:</b> основные закономерности гидростатики и гидродинамики канальных течений; функциональное назначение и конструкцию элементов газовых и гидравлических систем летательных аппаратов; обозначения элементов указанных систем на принципиальных схемах.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ принципиальных схем газовых и гидравлических систем летательных аппаратов; проводить расчёт гидравлического сопротивления проточного тракта.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения испытаний газовых и гидравлических систем летательных аппаратов.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1-3	ПК-1.1.	Экспресс-тест	Правильность ответов на вопросы теста
Разделы 1, 2	ПК-1.2.	Расчётно-графическая работа	Полнота и правильность оформления пояснительной записки и графической части Расчётно-графической работы
Раздел 3	ПК-1.3.	Лабораторные работы	Правильность ответов на контрольные вопросы по лабораторной работе



## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>8 семестр</b> <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
<b>Экспресс-тест</b>	8 экспресс-тестов на лекциях в течение семестра	40 баллов	5 баллов – студент правильно ответил на вопрос. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.
			4 балла – студент ответил на вопрос с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.
			3 балла – студент ответил на вопрос с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.
			2 балла – при ответе на вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
<b>Лабораторные работы</b>	8 лабораторных работ в течение семестра	40 баллов	5 баллов – студент выполнил задание по лабораторной работе. Показал отличные знания по результатам изучения указанных элементов ГГС самолёта. Ответил на все дополнительные вопросы на защите лабораторной работы.
			4 балла – студент выполнил задание по лабораторной работе. Показал хорошие знания по результатам изучения указанных элементов ГГС самолёта. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите лабораторной работы.
			3 балла – студент не полностью выполнил задание по лабораторной работе. Показал удовлетворительные знания по результатам изучения указанных элементов ГГС самолёта. При ответах на дополнительные

			<p>вопросы допустил много неточностей.</p> <p>2 балла – студент не выполнил задание по лабораторной работе. При ответах на дополнительные вопросы допустил множество неточностей.</p>
<b>Расчётно-графическая работа</b>	16 неделя семестра	20 баллов	<p>20 баллов – студент выполнил расчёт гидравлических потерь в трубопроводе в полном объеме. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p>
			<p>15 баллов – студент выполнил расчёт гидравлических потерь в трубопроводе с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. На защите ответил на большинство вопросов.</p>
			<p>10 баллов – студент выполнил расчёт гидравлических потерь в трубопроводе с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на вопросы было допущено много неточностей.</p>
			<p>8 баллов – при выполнении РГР студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками решения задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
<b>ИТОГО:</b>		100 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

##### **Вопросы экспресс- теста по разделу 1**

«Основные характеристики газовых и гидравлических систем летательных аппаратов»

1. Перечислите функциональное назначение газовых систем ЛА.
2. Перечислите функциональное назначение гидравлических систем ЛА.
3. В чём заключается принципиальное различие физических свойств рабочих тел газовых и гидравлических систем?

##### **Вопросы экспресс- теста по разделу 2**

«Основы гидромеханики»

1. Запишите основное уравнение гидростатики.
2. Запишите уравнение Бернулли.
3. Какие режимы течения жидкости вы знаете? Какой критерий характеризует эти режимы?

##### **Вопросы экспресс- теста по разделу 3**

«Конструкция элементов газовых и гидравлических систем летательных аппаратов»

1. Изобразить условное обозначение дросселя регулируемого, клапана предохранительного, гидроаккумулятора.
2. Что означает обозначение элемента гидросистемы 4/3?
3. Какую функцию в гидросистемах выполняет обратный клапан?

#### **Практические задания и лабораторные работы**

Лабораторная работа № 1 (реализуется в форме практической подготовки). Определение гидравлической характеристики дросселя.

Лабораторная работа № 2 (реализуется в форме практической подготовки). Разработка принципиальной схемы и монтаж гидравлической системы отклонения элерона.

Лабораторная работа № 3 (реализуется в форме практической подготовки). Монтаж вспомогательных элементов гидросистемы.

Лабораторная работа № 4 (реализуется в форме практической подготовки). Определение давления зарядки гидроаккумулятора.

Лабораторная работа № 5 (реализуется в форме практической подготовки). Определение напорной характеристики объёмного насоса гидравлической системы.

Лабораторная работа № 6 (реализуется в форме практической подготовки). Определение основных электрических параметров электромагнита управления гидрораспределителем.

Лабораторная работа № 7 (реализуется в форме практической подготовки). Сборка гидравлического привода с блокировкой одновременного срабатывания электромагнитов гидрораспределителя.

Лабораторная работа № 8 (реализуется в форме практической подготовки). Монтаж гидравлической системы боевого самолёта.

### **Задания на Расчётно-графическую работу**

РГР – письменная расчётно-графическая работа, содержащая результаты расчёта гидравлических потерь в трубопроводе гидравлической или топливной систем самолёта.

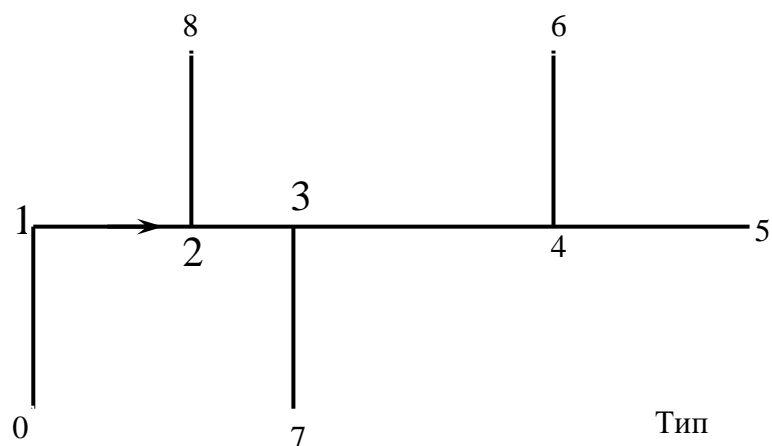
Исходные данные для выполнения РГР выбираются по номеру варианта, указанному преподавателем. Как правило, этот вариант соответствует порядковому номеру фамилии обучающегося в списке группы. Ниже, в таблице 4, приведены варианты исходных данных для выполнения РГР.

Таблица 4 - Варианты исходных данных РГР

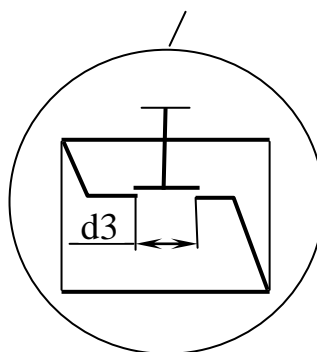
Дисциплина Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов																				
Исходные данные																				
№ варианта	Расход л/с в точках 5...8				Длина участка между точками, м								Короткий трубопровод, м						Диф-зор	Вентиль
	5	6	7	8	0-1	1-2	2-8	2-3	3-7	3-4	4-6	4-5	d1	d2	d3	L1	L2	L3	α, град	Тип
1	0,871	0,68	0,58	0,97	5	2	0,56	1,2	0,36	2,60	0,44	1,80	0,023	0,014	0,020	0,47	0,56	0,20	80	Угловой
2	1,5	1,17	1,00	1,67	4	2,2	0,68	1,3	0,44	2,86	0,53	1,98	0,025	0,015	0,021	0,50	0,61	0,21	77	Прямоточный
3	1,8	1,40	1,20	2,00	3	2,3	0,8	1,4	0,52	2,99	0,62	2,07	0,028	0,017	0,023	0,55	0,66	0,23	74	Угловой
4	2,2	1,71	1,47	2,44	2,5	2,4	0,68	1,4	0,44	3,12	0,53	2,16	0,031	0,018	0,026	0,61	0,73	0,26	71	Прямоточный
5	2,7	2,10	1,80	3,00	5	2,5	0,68	1,5	0,44	3,25	0,53	2,25	0,034	0,020	0,029	0,68	0,81	0,29	68	Угловой
6	2,1	1,63	1,40	2,33	4	2,6	0,8	1,6	0,52	3,38	0,62	2,34	0,030	0,018	0,025	0,60	0,72	0,25	65	Прямоточный
7	1,4	1,09	0,93	1,56	3	2,7	0,92	1,6	0,60	3,51	0,72	2,43	0,024	0,015	0,021	0,49	0,59	0,21	62	Угловой
8	1	0,78	0,67	1,11	2,5	2,8	0,8	1,7	0,52	3,64	0,62	2,52	0,033	0,020	0,028	0,66	0,80	0,28	59	Прямоточный
9	3,1	2,41	2,06	3,44	2,5	2,9	0,8	1,7	0,52	3,77	0,62	2,61	0,036	0,022	0,031	0,73	0,87	0,31	77	Угловой
10	3,7	2,87	2,46	4,11	5	3	0,92	1,8	0,60	3,90	0,72	2,30	0,040	0,024	0,034	0,79	0,95	0,34	74	Прямоточный
11	3,2	2,49	2,13	3,56	4	1,9	1,04	1,1	0,68	2,47	0,81	2,85	0,037	0,022	0,031	0,74	0,88	0,31	71	Угловой
12	2,6	2,02	1,73	2,89	3	1,8	0,92	1,1	0,60	2,34	0,72	2,70	0,033	0,020	0,028	0,66	0,80	0,28	68	Прямоточный
13	3,9	3,03	2,60	4,33	2,5	1,7	0,92	3,7	0,60	2,21	0,72	2,55	0,041	0,024	0,035	0,81	0,98	0,35	65	Угловой
14	4,5	3,50	3,00	5,00	5	1,6	1,04	3,5	0,68	2,08	0,81	2,40	0,044	0,026	0,037	0,87	1,05	0,37	62	Прямоточный
15	5,2	4,04	3,46	5,78	4	1,5	1,16	3,3	0,75	1,95	0,90	2,25	0,047	0,028	0,040	0,94	1,13	0,40	59	Угловой
16	3,6	2,80	2,40	4,00	3	1,4	1,04	3,1	0,68	1,82	0,81	2,10	0,039	0,023	0,033	0,78	0,94	0,33	80	Прямоточный
17	0,4	0,31	0,27	0,44	2,7	1,3	1,04	2,9	0,68	1,69	0,81	1,95	0,013	0,008	0,011	0,26	0,31	0,11	77	Угловой
18	0,4	0,31	0,27	0,44	3,5	1,2	1,16	2,6	0,75	1,56	0,90	1,80	0,013	0,008	0,011	0,26	0,31	0,11	74	Прямоточный
19	0,7	0,54	0,47	0,78	3,5	1,1	1,28	2,4	0,83	1,43	1,00	1,65	0,017	0,010	0,015	0,34	0,41	0,15	71	Угловой
20	1,1	0,85	0,73	1,22	3,5	1	1,16	2,2	0,75	1,30	0,90	1,50	0,022	0,013	0,018	0,43	0,52	0,18	68	Прямоточный
21	1,6	1,24	1,07	1,78	3,5	0,9	1,16	2	0,75	1,17	0,90	1,35	0,026	0,016	0,022	0,52	0,63	0,22	65	Угловой
22	1	0,78	0,67	1,11	4	0,8	1,28	1,8	0,83	1,04	1,00	1,20	0,021	0,012	0,018	0,41	0,49	0,18	62	Прямоточный
23	0,3	0,23	0,20	0,33	3,5	0,7	1,4	1,5	0,91	0,91	1,09	1,05	0,011	0,007	0,010	0,23	0,27	0,10	59	Угловой

<b>24</b>	1,5	1,17	1,00	1,67	2	0,6	1,28	1,3	0,83	0,78	1,00	1,14	0,025	0,015	0,021	0,50	0,61	0,21	70	Прямоточный
<b>25</b>	2	1,55	1,33	2,22	1	0,5	1,28	1,1	0,83	0,65	1,00	0,95	0,029	0,017	0,025	0,58	0,70	0,25	85	Угловой

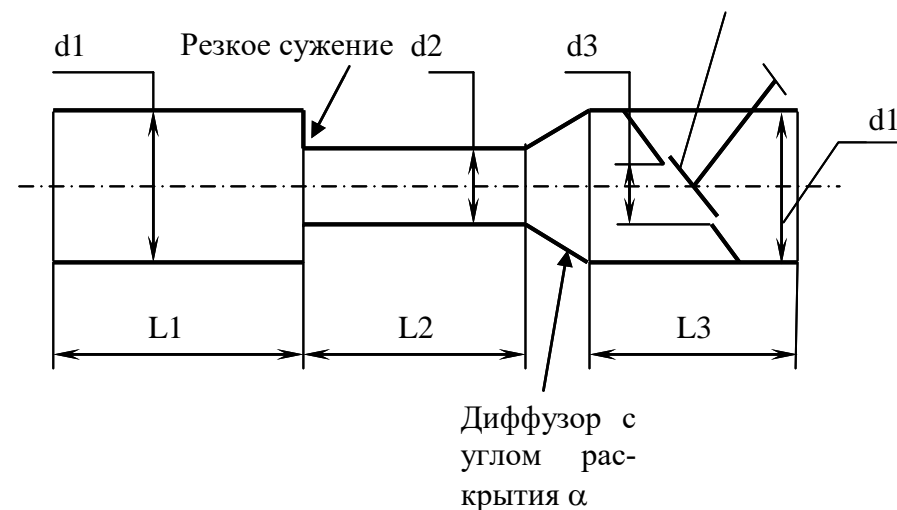
А. Схема разветвлённого трубопровода



Тип  
вентиля:  
прямоточный



Б. Схема короткого трубопровода



Тип  
вентиля:  
угловой

Диффузор с  
углом рас-  
крытия  $\alpha$

### Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1			
2			
3			
4			
5			