

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет  
Кафедра «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и техн. наук, профессор  
*Н. В. Лобов*

2016 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Газогиродинамика энергоустановок»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа академического бакалавриата

Направление 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль подготовки бакалавра

Газотурбинные и паротурбинные  
установки и двигатели

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

Ракетно-космическая техника и  
энергетические системы

Форма обучения:

очная

Курс: 4.

Семестр: 7.

Трудоёмкость: 108.

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Экзамен: 7 семестр

Зачёт: –

Курсовой проект: –

Курсовая работа: –

Пермь, 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Газогидродинамика энергоустановок» разработан на основании:


- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «1» октября 2015 г. номер приказа «1083» по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»;

- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профилю подготовки «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели», утверждённой 24 июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

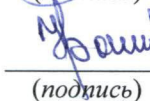
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профилю подготовки «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели», утвержденного 28 апреля 2016 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Теоретическая механика», «Механика материалов и конструкций», «Материаловедение», «Основы теории колебаний», «Математическое моделирование и численные методы в инженерных задачах», «Электротехника и электроника», «Механика жидкости и газа», «Теория тепломассообмена и пограничного слоя», «Термодинамика», «Паротурбинные установки», «Газотурбинные установки», «Теоретические основы вибродиагностики», «Управление техническими системами», «Теоретические основы надежности», «Автоматическое регулирование энергоустановок», «Строительная механика энергоустановок», «Динамика и прочность турбомашин», «Системы обеспечения теплового режима газотурбинных установок», «Компрессоры газотурбинных установок», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись) Р.В. Бульбович  
(инициалы, фамилия)

Рецензент канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись) Н.Л. Бачев  
(инициалы, фамилия)


**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» « 8 » ноября 2016 г., протокол № 5**

Заведующий кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы», ведущей дисциплину д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись) М.И. Соколовский  
(инициалы, фамилия)

**Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета « 12 » декабря 2016 г., протокол № 3**

Председатель учебно-методической комиссии аэрокосмического факультета канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень, звание)


  
(подпись) Н.Е. Чигодаев  
(инициалы, фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись) М.И. Соколовский  
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись) Д.С. Репецкий  
(инициалы, фамилия)

# 1 Общие положения

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение специальных знаний в области газогидродинамики энергоустановок и магистральных газопроводов и профильно-специализированных компетенций проведения основных расчетов по проектированию трубопроводных систем.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способность демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках (ОПК-3).

## 1.2 Задачи учебной дисциплины

– *изучение* основных научных и практических задач в области проектирования и создания трубопроводных систем, методов теоретического и экспериментального исследования газогидродинамики трубопроводных систем;

– *формирование умений* применения физико-математических методов моделирования для выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов трубопроводных систем; принятия научно-обоснованных проектных решений по выбору параметров энергоустановок и магистральных газопроводов;

– *формирование навыков* выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов для трубопроводных систем, принятия проектных решений по выбору основных параметров энергоустановок и магистральных газопроводов, использования литературных источников и программного обеспечения для проведения газогидродинамических расчетов.

## 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- разветвленные и неразветвленные магистральные газопроводы с однофазным потоком;
- стационарные гидравлические и тепловые процессы в магистральных газопроводах.

## 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Газогидродинамика энергоустановок» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) рабочего учебного планов и является дисциплиной по выбору студентов при освоении ОПОП по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (профиль «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели»).

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:** основные научные и практические задачи в области проектирования и создания трубопроводных систем, методы теоретического и экспериментального исследования газогидродинамики трубопроводных систем;
- **уметь:** применять физико-математические методы моделирования для выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов трубопроводных систем; принимать научно-обоснованные проектные решения по выбору параметров энергоустановок и магистральных газопроводов;
- **владеть:** выполнением основных гидравлических и тепловых расчетов для трубопроводных систем, принятием проектных решений по выбору основных параметров энергоустановок и магистральных газопроводов, использованием литературных источников и программного обеспечения для проведения газогидродинамических расчетов.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	2	3	4
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	высшая математика; физика; химия; теоретическая механика; математическое моделирование и численные методы в инженерных задачах; основы теории колебаний; теоретические основы вибродиагностики; материаловедение; электротехника и электроника; механика материалов и конструкций; управление техническими системами; теоретические основы надежности	автоматическое регулирование энергоустановок; строительная механика

ОПК-3	Способность демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках	механика жидкости и газа; теория теплообмена и пограничного слоя; термодинамика; теоретические основы вибродиагностики; энергетические машины и установки; паротурбинные установки; газотурбинные установки; динамика и прочность турбомашин	системы обеспечения теплового режима газотурбинных установок; компрессоры газотурбинных установок; автоматическое регулирование энергоустановок
-------	---	--	---

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части общепрофессиональных компетенций ОПК-2 и ОПК-3.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

Код	Формулировка компетенции
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-2.Б1.ДВ.07.1	Способность применять физико-математические методы моделирования для выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов трубопроводных систем; принимать научно-обоснованные проектные решения по выбору параметров энергоустановок и магистральных газопроводов

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знает:</b> основные научные и практические задачи в области проектирования и создания трубопроводных систем, методы теоретического и экспериментального исследования газогидродинамики трубопроводных систем	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>

<p><b>Умеет:</b> применять физико-математические методы моделирования для выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов трубопроводных систем; принимать научно-обоснованные проектные решения по выбору параметров энергоустановок и магистральных газопроводов</p>	<p><i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)</i></p>	<p><i>Отчёт по ЛР, расчетная работа</i></p>
<p><b>Владеет:</b> способностью применять физико-математические методы моделирования для выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов трубопроводных систем; принимать научно-обоснованные проектные решения по выбору параметров энергоустановок и магистральных газопроводов</p>	<p><i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</i></p>	<p><i>Вопросы при защите отчёта по ЛР. Вопросы к экзамену. Экзамен.</i></p>

### 2.3 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

Код	Формулировка компетенции
ОПК-3	Способность демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-3.Б1.ДВ.07.1	Способность демонстрировать знание теоретических основ в области проектирования и создания трубопроводных систем и их энергоустановок

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p><b>Знает:</b> основные научные методы теоретического и экспериментального исследования газогидродинамики трубопроводных систем</p>	<p><i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i></p>	<p><i>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</i></p>
<p><b>Умеет:</b> применять теоретические основы газогидродинамики трубопроводных систем для проектирования и создания трубопроводных систем и их энергоустановок</p>	<p><i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)</i></p>	<p><i>Отчёт по ЛР, расчетная работа</i></p>
<p><b>Владеет:</b> способностью демонстрировать знание теоретических основ в области проектирования и создания трубопроводных систем и их энергоустановок</p>	<p><i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</i></p>	<p><i>Вопросы при защите отчёта по ЛР. Вопросы к экзамену. Экзамен.</i></p>

### 3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ пп	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	2	3
<b>1</b>	<b>Аудиторная (контактная) работа</b>	<b>27</b>
	– лекции (Л)	9
	– практические занятия (ПЗ)	–
	– лабораторные работы (ЛР)	14
<b>2</b>	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	4
<b>3</b>	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>45</b>
	– изучение теоретического материала	14
	– расчётно-графические работы	5
	– подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным работам)	14
	– подготовка отчетов по лабораторным работам	12
<b>4</b>	<b>Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине</b>	<b>экзамен 36</b>
<b>5</b>	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b>	
	<b>в часах (ч)</b> <b>в зачётных единицах (ЗЕ)</b>	<b>108</b> <b>3</b>

## 4 Содержание учебной дисциплины

### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость ч / ЗЕТ
			аудиторная работа					итоговый контроль	самостоятельная работа	
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	7	3		4			11	18
		2	8	2		4	2		10	18
	Итого по модулю:		<b>15</b>	<b>5</b>		<b>8</b>	<b>2</b>		<b>21</b>	<b>36/1,0</b>
2	2	3	6	2		4			12	18
		4	6	2		2	2		12	18
	Итого по модулю:		<b>12</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>2</b>		<b>24</b>	<b>36/1,0</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>								<b>экзамен 36</b>		<b>36/1,0</b>
<b>Всего:</b>			<b>27</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>108/3,0</b>

### 4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

**Модуль 1. Трубопроводный транспорт газа. Физические свойства газа. Расход газа в газопроводе при изотермическом и неизотермическом режиме течения**

**Раздел 1. Трубопроводный транспорт газа. Физические свойства газа. Расход газа в газопроводе. Расход газа в газопроводе при изотермическом и неизотермическом режиме течения.**

Л – 5 ч., ЛР - 8 ч., СРС – 21 ч.

Тема 1. Трубопроводный транспорт газа. Физические свойства газа. Расход газа в газопроводе. Изменение давления и температуры по длине газопровода.

Трубопроводный транспорт газа (преимущества, общая характеристика). Состав сооружений и классификация магистральных газопроводов. Основные физические свойства газов (группы природных газов, плотность, вязкость, газовая постоянная, псевдокритические значения температуры и давления, теплоемкость, коэффициент сжимаемости и Джоуля – Томсона). Расход газа в газопроводе. Коммерческий расход. Изменение давления по длине газопровода. Среднее давление в газопроводе.



Тема 2. Расход газа в газопроводе при неизотермическом режиме течения. Изменение температуры газа по длине газопровода. Число Шухова. Расход газа в газопроводе при неизотермическом режиме течения. Средняя температура газа в газопроводе. Способы прокладки газопровода. Параметры, влияющие на коэффициент теплоотдачи. Необходимость охлаждения газа на КС.

**Модуль 2. Расчёт сложных трубопроводов. Порядок технологического расчета магистрального газопровода.**

**Раздел 2. Расчёт сложных трубопроводов. Порядок технологического расчета магистрального газопровода.**

Л – 4 ч., ЛР – 6 ч., СРС – 24 ч.

Тема 3. Расчёт наклонных и сложных трубопроводов.

Влияние рельефа трассы на пропускную способность газопровода. Коэффициент гидравлического сопротивления. Коэффициент эффективности газопровода. Принцип расчета сложных газопроводов (однониточный газопровод с участками различного диаметра, параллельные газопроводы, газопровод со сбросами и подкачками).

Тема 4. Порядок технологического расчета магистрального газопровода.

Типы и характеристики центробежных нагнетателей. Определение толщины стенки трубопровода. Порядок технологического расчета магистрального газопровода. Уточнённый тепловой и гидравлический расчёт участка газопровода между двумя компрессорными станциями.

### **4.3 Перечень тем практических занятий**

Не предусмотрены.

#### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.2 – Темы лабораторных работ

№ пп	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1.	1	Экспериментальное определение зависимости плотности и кинематической вязкости жидкостей от температуры (2 час.)
2.	1	Построение экспериментальных пьезометрической и полной напорной линий для потока жидкости в трубе переменного сечения (геометрическая иллюстрация уравнения Бернулли) (ротаметр) (2 час.)
3.	3	Исследование режимов движения жидкости в цилиндрической трубе (2 час.)
4.	3	Исследование коэффициента сопротивления трения в круглой трубе (2 час.)
5.	3	Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений в трубопроводах (2 час.)
6.	4	Численное исследование течения газа в магистральной газопроводе при различных граничных условиях (4 час.)

#### 5. Методические указания для обучающихся по изучению 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 лабораторным работам.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится в п.7.
5. 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.

## 5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторным работам	4
	Подготовка отчёта по лабораторным работам	3
2	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным работам	4
	Подготовка отчёта по лабораторным работам	3
3	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к лабораторным работам	4
	Подготовка отчёта по лабораторным работам	4
4	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным работам	2
	Подготовка отчёта по лабораторным работам	2
	Выполнение и защита РГР	5
	Итого: в ч / ЗЕ	<b>45/1,25</b>

### 5.1.1. Изучение теоретического материала

*Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:*

**Тема 1.** «Получение выражения для среднеинтегрального значения давления в газопроводе».

**Тема 2.** «Получение выражения для среднеинтегрального значения температуры в газопроводе».

**Тема 3.** «Оценка влияния уклона на пропускную способность газопровода».

**Тема 4.** «Уточненный тепловой и гидравлический расчёт участка газопровода между двумя компрессорными станциями».

### 5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрены.

### 5.1.3 Реферат

Не предусмотрен.

### 5.1.4 Расчетно-графические работы

Тема расчетно-графической работы: «Технологический расчет магистрального газопровода». Работа выполняется в соответствии с вариантом индивидуального задания.

### 5.1.5 Индивидуальные задания

Не предусмотрены.

## **5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

*В соответствии с требованиями п. 7.3 ФГОС ВПО реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.*

*Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения и вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель составляет список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.*

*Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.*

## **6 Фонд оценочных средств дисциплины**

### **6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

*Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:*

*опрос, текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;*

*оценка работы студента на лекционных и лабораторных занятиях в рамках рейтинговой системы.*

### **2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

*Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:*

- *контрольные работы (модули 1, 2);*
- *защита лабораторных работ (модули 1, 2).*

### **6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

#### **1) Зачёт**

*Не предусмотрен.*

#### **2) Экзамен**

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит один теоретический вопрос и одно практическое задание.

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

#### 6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТТ	РТ	КР	РР	ЛР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>Знает:</b>						
основные научные методы теоретического и экспериментального исследования газогидродинамики трубопроводных систем	+					+
основные научные и практические задачи в области проектирования и создания трубопроводных систем, методы теоретического и экспериментального исследования газогидродинамики трубопроводных систем	+					
<b>Освоенные умения</b>						
<b>Умеет:</b>						
применять теоретические основы газогидродинамики трубопроводных систем для проектирования и создания трубопроводных систем и их энергоустановок			+			
применять физико-математические методы моделирования для выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов трубопроводных систем; принимать научно-обоснованные проектные решения по выбору параметров энергоустановок и магистральных газопроводов			+			

Приобретенные владения						
<b>Владеет:</b>						
способностью демонстрировать знание теоретических основ в области проектирования и создания трубопроводных систем и их энергоустановок				+	+	+
способностью применять физико-математические методы моделирования для выполнения основных гидравлических и тепловых расчетов трубопроводных систем; принимать научно-обоснованные проектные решения по выбору параметров энергоустановок и магистральных газопроводов				+	+	+

*Примечание:*

*ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);*

*РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);*

*КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка умений);*

*РР – расчетная работа;*

*ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).*

## 7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
<b>Раздел:</b>	<b>Р1</b>									<b>Р2</b>									
<i>Лекции</i>	1					2					2					2			9
<i>Лабораторные работы</i>		2		2		2		2		2			2			2			14
<i>КСР</i>				1					1					1				1	4
<i>Изучение теоретического материала</i>		1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1		14
<i>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным)</i>	2		2		2		2			2		2			2				14
<i>Подготовка отчетов по лабораторным работам</i>		1	1	1	1	1		1			1		1	1	1		1	1	12
<i>Расчетно-графическая работа</i>																2	2	1	5
<b>Модуль:</b>	<b>М1</b>									<b>М2</b>									
<i>Контр. тестирование</i>					+				+					+				+	
<i>Дисциплин. контроль</i>																			36 экзамен

## 8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<b>Б1.ДВ.07.1</b> <b>Газогидродинамика энерго-установок</b> <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	<b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b> <small>(блок)</small> <input type="checkbox"/> базовая часть блока <input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть блока <input checked="" type="checkbox"/> по выбору студента
<b>13.03.03</b> <small>(код направления)</small>	<b>Энергетическое машиностроение, профиль «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели»</b> <small>(полное название направления подготовки)</small>
<b>ЭМ / ГПУД</b> <small>(аббревиатура направления)</small>	Уровень подготовки: <input type="checkbox"/> специалист, <input checked="" type="checkbox"/> бакалавр, <input type="checkbox"/> магистр Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная, <input type="checkbox"/> заочная, <input type="checkbox"/> очно-заочная
<b>2016</b> <small>(год утверждения учебно-го плана ООП)</small>	Семестр(ы) <u>7</u> Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>10</u>
<b>Бульбович Роман Васильевич</b> <small>(фамилия, инициалы преподавателя)</small>	<b>профессор</b> <small>(должность)</small>
<b>Аэрокосмический</b> <small>(факультет)</small>	
<b>РКТЭС</b> <small>(кафедра)</small>	<b>2-37-85-42</b> <small>(контактная информация)</small>

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

## 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ пп	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: учебник для вузов / А.А. Коршак, А.М. Нечеваль; Под ред. А.А. Коршака. – СПб: Недра, 2008. – 485 с.	39
2	Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа: учебное пособие для системы дополнительного профессионального образования / А.А.Коршак, А.М. Нечеваль. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2005. – 515 с.	5
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Демченко В.Г., Демченко Г.В. Магистральные трубопроводы. Надежность. Условия работы и разрушений. - М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2007. – 304 с.: ил.	10
2	Трубопроводные системы: справочник /А.З. Миркин, В.В. Усильш. – М.: Химия, 1991. – 256 с.: ил.	7
<b>2.2 Периодические издания</b>		
	Не предусмотрены	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Стандарт организации. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов. СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Челябинск: ООО «Центр безопасности труда», 2006. -	Консультант-Плюс
<b>2.4 Официальные издания</b>		
	Не предусмотрены	
<b>2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины</b>		
1	<b>Электронная библиотека</b> Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014. – Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> . – Загл. с экрана.	
2	<b>Лань</b> [Электронный ресурс: электрон.-библ. система: полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> . – Загл. с экрана.	

Карта книго-  
обеспеченности  
в библиотеку сдана



**Основные данные об обеспеченности на**

08.11.2016

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

основная литература  обеспечена  не обеспечена  
 дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена  
 Зав. отделом комплектования научной библиотеки \_\_\_\_\_ Н.В. Тюрикова

**Данные об обеспеченности на**

(дата контроля литературы)

основная литература  обеспечена  не обеспечена  
 дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена  
 Зав. отделом комплектования научной библиотеки \_\_\_\_\_ Н.В. Тюрикова

**8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы**

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	ЛР	пакет SolidWorks (газодинамика)		Пакет прикладных программ используется для численного исследования течения газа в магистральном газопроводе при различных граничных условиях, задаваемых индивидуальным заданием

**8.4 Аудио- и видео-пособия**

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

## 9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория гидравлики	кафедра РКТЭС	ауд. 010, корпус В	108	12
2	Лаборатория газодинамики лопаточных машин	кафедра РКТЭС	ауд. 7, корпус Д АКФ, литера В	108	8
2	Компьютерный класс	кафедра РКТЭС	ауд. 314, корпус Д АКФ, литера А	72	8
3	Авторизованный центр «SolidWorks»	кафедра РКТЭС	ауд. 414 корпус Д АКФ, литера А	72	8

### 9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1.	Лаборатория гидравлики кафедры (установки для анализа уравнения Бернулли ГД-02М; исследования режимов течения жидкости ГД-08; исследования гидравлических потерь ГД-04М и местных сопротивлений ГД-05М, исследования кавитационных режимов работы центробежных насосов ГМ-02М, а также препарированными объектами гидравлической техники)	1	оперативное управление	ауд. 010, корпус В

2.	<i>Лаборатория газодинамики лопаточных машин (стенд для исследования газодинамических процессов в модельных ступенях центробежных компрессоров)</i>	1	<i>оперативное управление</i>	<i>ауд. 7, корпус Д АКФ, литера В</i>
3.	<i>Компьютерный класс кафедры РКТЭС (8 ПК, лицензионное программное обеспечение для проведения инженерных расчетов)</i>	1	<i>оперативное управление</i>	<i>ауд. 314 корпус Д АКФ, литера В</i>
4.	<i>Авторизованный центр «SolidWorks» кафедры РКТЭС (8 ПК, программное обеспечение для проведения газодинамических расчетов в среде «SolidWorks»)</i>	1	<i>оперативное управление</i>	<i>ауд. 414 корпус Д АКФ, литера А</i>

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		