


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

 Юнаков Л. П.  
(подпись) ФИО  
« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

### 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2022

Программу составили:

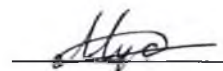
Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Юнаков Леонид Павлович, к.т.н., доцент



Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Мустейкис Антон Иванович, старший преподаватель



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.1 — способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
ПСК-1.3 — способность выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов
ПСК-1.9 — способность выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе воздушно-реактивных двигателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.1**

*знания:*

О понятиях ведомости, спецификации, ремонтного чертежа, технологической карты РЭ;

*умения:*

Знать процедуру согласования нормативно-технической документации по профессиональной деятельности;

*навыки:*

Разработки конструкторской, эксплуатационной и ремонтной документации на ГТД и стендовое оборудование.

### **ПСК-1.3**

*знания:*

Общих характеристик и типов лопаточных машин, применяемых в компрессорных ВРД;

*умения:*

Применение базовых теорем теории турбомашин для расчета турбин и компрессоров ВРД;

*навыки:*

Расчета многоступенчатой осевой турбины и многоступенчатого осевого компрессора.

### **ПСК-1.9**

*знания:*

Перспектив развития ВРД и их составных элементов;

*умения:*

Определять конкурентоспособность разработок на основе ВРД;

*навыки:*

Подготовки исходных данных для формирования технического задания на разработку перспективных двигательных установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, АЭРОГАЗОДИНАМИКА, ГИДРАВЛИКА, ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
- ПСК-1.3 — Способен выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.1	ПСК-1.3	ПСК-1.9
5	9	<b>Раздел 1. Общая характеристика лопаточных машин.</b> 1.1 Определение лопаточной машины. 1.2 Схема лопаточных машин. Их преимущества перед другими типами машин. Направление эволюции лопаточных машин. 1.3 Классификация лопаточных машин. Основные элементы их устройства. Характеристика элементов. Основные кинематические соотношения для колес лопаточных машин.	9	4	4	0	5	5	5	5
5	9	<b>Раздел 2. Базовые Теоремы теории турбомашин.</b> 2.1 Кинематическая теорема Л. Эйлера. Следствие теоремы. Способ ее использования в теории лопаточных машин. 2.2 Теорема Н. Е. Жуковского – Кутта. Циркуляция скорости и подъемная сила. Основные зависимости. 2.3 Инерционные силы в радиальных, диагональных и осевых колесах лопаточных машин. Обмен энергией в колесе на примере центробежного компрессора и центробежной турбины. Инерционный момент. 2.4 Теорема сохранения энергии потока рабочего тела. Кинематическая и тепловая степень реактивности ступени турбомашин. Их физический смысл. 2.5 Соотношение равновесного течения для «длинной» лопатки. Причины появления веерных потерь. Способы «закрутки» лопатки по высоте. Переменная степень реактивности «длинной» лопатки.	9	4	4	0	5	5	5	5
5	9	<b>Раздел 3. Типы лопаточных машин, применяемых в компрессорных ВРД. Схемы компрессорных ВРД.</b> 3.1 Назначение и характеристики различных схем. 3.2 Формула тяги компрессорного ВРД. 3.3 Удельные характеристики компрессорного авиационного ГТД. 3.4 Понятие о двухконтурности авиационного ГТД. Внутренний и полетный к.п.д. Применяемые и возможные степени двухконтурности. Схемы установки вентилятора второго контура. 3.5 Общая схема турбокомпрессора. Критерий «П» для согласования параметров турбины и компрессора.	9	4	4	0	5	10	10	10
5	9	<b>Раздел 4. Базовая теорема одноступенчатой активной и реактивной турбин (Теорема Банки). Окружной к.п.д. Коэффициент окружной работы. Универсальная формула окружного к.п.д.</b> 4.1 Базовая теорема одноступенчатой активной и реактивной турбин (Теорема Банки). 4.2 Окружной к.п.д. Коэффициент окружной работы. Универсальная формула окружного к.п.д.	9	4	4	0	5	10	10	10
5	9	<b>Раздел 5. Многоступенчатые турбины со ступенями давления (колеса Парсонса и Целли-Рато). Распределение параметров потока по длине проточной части. Распределение тепловой нагрузки по ступеням. Возможные формы проточной части. Общие принципы методики расчета. Турбины со ступенями скорости. (Колеса Кертиса). Принцип работы и кинематика.</b> 5.1 Многоступенчатые турбины со ступенями давления (колеса Парсонса и Целли-Рато). 5.2 Распределение параметров потока по длине проточной части. • Распределение тепловой нагрузки по ступеням. • Возможные формы проточной части. Общие принципы методики расчета. • Турбины со ступенями скорости. (Колеса Кертиса). Принцип работы и кинематика.	9	4	4	0	5	15	15	15
5	9	<b>Раздел 6. Потери в одно- и многоступенчатых турбинах.</b> 6.1 Классификация потерь. 6.2 Потери на трение. 6.3 Профильные и волновые потери. 6.4 Потери связанные с парным вихрем (структура Лоренса). 6.5 Номенклатура к.п.д. многоступенчатой турбины ГТД. 6.6 Потери связанные с охлаждением первых ступеней.	9	4	4	0	5	15	15	15
5	9	<b>Раздел 7. Особенности турбины авиационных ГТД.</b> 7.1 Принципы и схема охлаждения турбин. 7.2 Материалы для лопаток и дисков. Пределы длительной прочности и ползучести. 7.3 Нагрузки на лопатку. Выбор числа ступеней по параметру Парсонса.	27	22	5	17	5	20	20	20
5	9	<b>Раздел 8. Многоступенчатые осевые компрессоры.</b> 8.1 Схема проточной части и определение числа ступеней. 8.2 Распределение напора между ступенями. Изменение параметров потока по длине компрессора. Трансзвуковые и сверхзвуковые ступени компрессора. 8.3 Выбор необходимой густоты решетки и степени реактивности соплатки. 8.4 Общее представление о помпаже.	27	22	5	17	5	20	20	20
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	68	34	34	40	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	34	40	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов

1	Раздел 7. Особенности турбины авиационных ГТД.	Согласование параметров турбины и компрессора с использованием критерия «П».	4
2		Расчет многоступенчатой осевой турбины.	4
3		Рассмотрение особенностей расчета турбины с охлаждением ступеней	3
4		Порядок расчета параметров ступени турбины при закрутке лопатки по закону постоянства циркуляции. Расчет и построение профиля лопатки переменного по высоте.	3
5		Расчет турбины со ступенями скорости.	3
6	Раздел 8. Многоступенчатые осевые компрессоры.	Расчет многоступенчатого осевого компрессора.	17
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общая характеристика лопаточных машин.	Проработка теоретического материала	5
2	Раздел 2. Базовые Теоремы теории турбомашин.	Проработка теоретического материала	5
3	Раздел 3. Типы лопаточных машин, применяемых в компрессорных ВРД. Схемы компрессорных ВРД.	Проработка теоретического материала	5
4	Раздел 4. Базовая теорема одноступенчатой активной и реактивной турбин (Теорема Банки). Окружной к.п.д. Коэффициент окружной работы. Универсальная формула окружного к.п.д.	Проработка теоретического материала	5
5	Раздел 5. Многоступенчатые турбины со ступенями давления (колеса Парсонса и Целли-Рато). Распределение параметров потока по длине проточной части. Распределение тепловой нагрузки по ступеням. Возможные формы проточной части. Общие принципы методики расчета. Турбины со ступенями скорости. (Колеса Кертиса). Принцип работы и кинематика.	Проработка теоретического материала	5
6	Раздел 6. Потери в одно- и многоступенчатых турбинах.	Проработка теоретического материала	5
7	Раздел 7. Особенности турбины авиационных ГТД.	Оформление отчета по практическому занятию	5
8	Раздел 8. Многоступенчатые осевые компрессоры.	Оформление отчета по практическому занятию	5
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>40</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9				ТекК		ДР		ТекК		ДР		ТекК		Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;

- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 25 экз.
3. Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Плакаты принципиальных схем различных РД;
2. Плакаты с изображением конструктивных схем элементов РД общего и специального назначения;
3. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования;

ПСК-1.3 способность выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов;

ПСК-1.9 способность выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе воздушно-реактивных двигателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением базовой теории турбомашин, общих характеристик и типов лопаточных машин, применяемых в компрессорных ВРД с последующим расчетом многоступенчатой осевой турбины и многоступенчатого осевого компрессора.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Общая характеристика лопаточных машин.</b>		
Проработка теоретического материала	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1)	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Базовые Теоремы теории турбомашин.</b>		
Проработка теоретического материала	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	5
Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Типы лопаточных машин, применяемых в компрессорных ВРД. Схемы компрессорных ВРД.</b>		
Проработка теоретического материала	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2) В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3)	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Базовая теорема одноступенчатой активной и реактивной турбин (Теорема Банки). Окружной к.п.д. Коэффициент окружной работы. Универсальная формула окружного к.п.д.</b>		
Проработка теоретического материала	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3)	5
Итого по разделу 4		5
<b>Раздел 5. Многоступенчатые турбины со ступенями давления (колеса Парсонса и Целли-Рато). Распределение параметров потока по длине проточной части. Распределение тепловой нагрузки по ступеням. Возможные формы проточной части. Общие принципы методики расчета. Турбины со ступенями скорости. (Колеса Кертиса). Принцип работы и кинематика.</b>		
Проработка теоретического материала	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3)	5
Итого по разделу 5		5
<b>Раздел 6. Потери в одно- и многоступенчатых турбинах.</b>		
Проработка теоретического материала	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (4)	5
Итого по разделу 6		5

<b>Раздел 7. Особенности турбины авиационных ГТД.</b>		
Оформление отчета по практическому занятию	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (6)	5
Итого по разделу 7		5
<b>Раздел 8. Многоступенчатые осевые компрессоры.</b>		
Оформление отчета по практическому занятию	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (7)	5
Итого по разделу 8		5

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому занятию.

Прием отчета проходит в форме доклада студента и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания: отчет считается принятым при получении не менее трех правильных ответов.

Перечень вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Отчет подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов;
- низкое качество графического материала.

Варианты заданий представлены в УМК дисциплины.

#### Вопросы для текущего контроля

Контроль усвоения лекционного учебного материала проводится в форме ответов на контрольные вопросы.

Каждому студенту задается один вопрос. Опрос считается успешно пройденным, если студент дал верное по смыслу определение понятия; правильно записал формулу и перечислил входящие в нее величины.

Перечень вопросов для текущего контроля представлен в УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К сдаче дифференцированного зачета допускаются обучающиеся, выполнившие все практические задания. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы билета к дифференцированному зачету. В билете два вопроса.

Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Ответ на «удовлетворительно»: ответ строго по билету, полнота ответа 60-80% по каждому вопросу.

Ответ на «хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Ответ на «отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

Перечень вопросов к зачету входит в состав УМК дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.1	ПСК-1.3	ПСК-1.9	
5	9	Раздел 1. Общая характеристика лопаточных машин.	9	4	4	0	5	5	5	5	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Базовые Теоремы теории турбомашин.	9	4	4	0	5	5	5	5	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Типы лопаточных машин, применяемых в компрессорных ВРД. Схемы компрессорных ВРД.	9	4	4	0	5	10	10	10	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Базовая теорема одноступенчатой активной и реактивной турбин (Теорема Банки). Окружной к.п.д. Коэффициент окружной работы. Универсальная формула окружного к.п.д.	9	4	4	0	5	10	10	10	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 5. Многоступенчатые турбины со ступенями давления (колеса Парсонса и Целли-Рато). Распределение параметров потока по длине проточной части. Распределение тепловой нагрузки по ступеням. Возможные формы проточной части. Общие принципы методики расчета. Турбины со ступенями скорости. (Колеса Кертиса). Принцип работы и кинематика.	9	4	4	0	5	15	15	15	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля

5	9	<b>Раздел 6. Потери в одно- и многоступенчатых турбинах.</b>	9	4	4	0	5	15	15	15	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
5	9	<b>Раздел 7. Особенности турбины авиационных ГТД.</b>	27	22	5	17	5	20	20	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
5	9	<b>Раздел 8. Многоступенчатые осевые компрессоры.</b>	27	22	5	17	5	20	20	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	68	34	34	40	100	100	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	34	40	100	100	100	