

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 11. » 11. 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.12 «Центробежные и осевые компрессоры»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки «Вакуумная и компрессорная техника физических установок»¹, «Компрессорные машины и установки»²

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, факультет ЭМТО

Кафедра-разработчик рабочей программы «Компрессорные машины и установки»

Курс, семестр курс 3, семестры 6

	Часы	Зачетные единицы
Семестр	6	Всего
Лекции	24	0,67
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1,00
Самостоятельная работа	48	1,33
Контроль (экзамен)	36	1,00
Всего	144	4,0
Форма аттестации	Экзамен-6 семестр	

1-для набора студентов 2015,2016г.

2-для набора студентов 2017г.

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№1170 от 20.10.2015 г.)

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

По профилю «Вакуумная и компрессорная техника физических установок»,
«Компрессорные машины и установки» на основании учебных
планов набора обучающихся 2015¹, 2016¹, 2017² годов

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы: доцент  А.В.Палладий

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КМУ
протокол от 30 октября 2017г. № 3

Зав.кафедрой КМУ, профессор  И.Р. Сагбиев

УТВЕРЖДЕНО

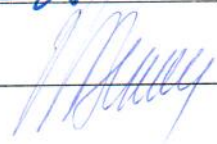
Протокол заседания методической комиссии факультета ЭМТО, к которому относится
кафедра-разработчик РП
от 30 октября 2017г. № 2

Председатель комиссии, доцент



М.С. Хамидуллин

Начальник УМЦ, доцент



Л.А.Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Центробежные и осевые компрессоры» являются

- а) формирование знаний о принципе действия и конструкции центробежных и осевых компрессоров,*
- б) обучение методам получения основных характеристик проточной части центробежных и осевых компрессоров,*
- в) обучение способам применения методов расчета и проектирования проточной части центробежных и осевых компрессоров,*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Центробежные и осевые компрессоры» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки Технологические машины и оборудование набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательского, проектно-конструкторского, производственно-технологического видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Центробежные и осевые компрессоры» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика.*
- б) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа.*
- в) Б1.Б.19 Основы проектирования.*
- г) Б1.Б.22 Термодинамика.*
- д) Б1.В.ОД.7 Газодинамика*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Центробежные и осевые компрессоры», могут быть использованы при прохождении *преддипломной практики* и при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- 1. ОПК-1 – способность к приобретению с большой степенью

самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий.

2. ПК-1 – способность к систематическому изучению научно-технологической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1.) Знать:

- а) понятия: рабочее колесо, диффузор, выходное устройство, обратно направляющий аппарат, производительность и напор компрессора.
- б) конструкцию и принцип действия центробежных и осевых компрессоров различных типов и их основных узлов;
- в) физические процессы течения газа в проточной части центробежных и осевых компрессоров;
- г) конструкцию и принцип действия лабиринтных уплотнений вала центробежных и осевых компрессоров;
- д) методы и особенности сжатия газа в элементах центробежного и осевого компрессоров;
- е) влияние окружной скорости и угла выхода лопатки в колесе центробежного компрессора на напор.

2.) Уметь:

- а) объяснить устройство и принцип действия, провести анализ конструкции газодинамических узлов центробежных или осевых компрессоров;
- б) провести экспериментальное исследование полей давления и скорости газа в криволинейном канале;
- в) провести экспериментальное исследование и определить коэффициенты подъемной силы и профильного сопротивления в плоской решетке профилей;
- г) рассчитать осевые силы, действующее на ротор центробежного компрессора;
- д) определить экспериментально расход газа через лабиринтные уплотнения.

3.) Владеть:

- а) методикой расчета осевого усилия, действующего на ротор центробежного компрессора;
- б) методикой экспериментального исследования характеристик плоской решетки

профилей;

в) методиками экспериментального определения характеристик лабиринтных уплотнений вала и криволинейного канала;

4. Структура и содержание дисциплины «Центробежные и осевые компрессоры»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

Структура и содержание дисциплины

	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Практи- ческое занятие	Лабора- торные работы	СРС	
1	Термодинамические основы процессов сжатия и расширения газов	6	2	-	-	4	Собеседование по разделам дисциплины.
2	Газодинамические основы теории турбокомпрессоров	6	4	-	8	8	Защита лабораторной работы. Собеседование по разделам дисциплины.
3	Устройство и принцип действия турбокомпрессоров	6	2	-	8	4	Защита лабораторной работы. Собеседование по разделам дисциплины.
4	Ступень центробежного компрессора	6	6	-	4	12	Защита лабораторной работы. Собеседование по разделам дисциплины.
5	Неподвижные элементы ступени центробежного компрессора	6	5	-	4	10	Защита лабораторной работы. Собеседование по разделам дисциплины.
6	Осевой компрессор	6	5	-	12	10	Защита лабораторной работы. Собеседование по разделам дисциплины.
	Итого		24	-	36	48	
Форма аттестации		Экзамен					

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Термодинамические основы процессов сжатия и расширения газов	2	Виды энергии в потоке газа, уравнение Бернулли.	Переход кинетической энергии в потенциальную.	ОПК-1 ПК-1
			Уравнения процессов сжатия.	Характеристики процессов сжатия.	
2	Газодинамические основы теории турбокомпрессоров	4	Течение газов в диффузоре и конфузоре. Обозначения координат и скоростей. Кинематика потока газа в колесе.	Основные обозначения и течение газа в элементах компрессора.	ОПК-1 ПК-1
			Уравнения количества движения и момента количества движения.	Основные уравнения турбомашин	
3	Устройство и принцип действия турбокомпрессоров	2	Устройство и область применения. Охлаждение в турбокомпрессорах .	Устройство, область применения, охлаждение.	ОПК-1 ПК-1
4	Ступень центробежного компрессора	6	Производительность и напор. Влияние параметров колеса на характеристики ступени.	Состав, параметры ступени и рабочего колеса.	ОПК-1 ПК-1
5	Неподвижные элементы ступени центробежного компрессора	5	Диффузоры. Поворотное колено. Обрато направляющий аппарат. Выходные устройства.	Конструкция и принципы действия элементов ступени центробежного компрессора.	ОПК-1 ПК-1
6	Осевой компрессор	5	Параметры профиля лопатки. Состав и принцип действия ступени.	Параметры лопатки. Ступень осевого компрессора.	ОПК-1 ПК-1
			Кинематика потока и напор в ступени осевого компрессора.	Кинематика потока и напор в ступени.	
Всего		24			

6. Содержание семинарских, практических занятий

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Центробежные и осевые компрессоры».

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося основ газодинамических характеристик, конструирования и расчета проточной части компрессора.

В шестом семестре проводится 36 часов лабораторных занятий.

Лабораторные занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
2	Газодинамические основы теории турбокомпрессоров	4	Течение газа в криволинейном канале.	ОПК-1 ПК-1
		4	Исследование лабиринтных уплотнений.	ОПК-1 ПК-1
3	Устройство и принцип действия турбокомпрессоров	4	Конструкции ступеней центробежного компрессора.	ОПК-1 ПК-1
		4	Конструкции роторов и неподвижных элементов ступени центробежного компрессора.	ОПК-1 ПК-1
4	Ступень центробежного компрессора	4	Осевые усилия, действующие на ротор.	ОПК-1 ПК-1
5	Неподвижные элементы ступени центробежного компрессора	4	Анализ конструкций ступеней различных типов.	ОПК-1 ПК-1
6	Осевой компрессор	4	Обтекание профиля лопатки осевого компрессора.	ОПК-1 ПК-1
		4	Исследование характеристик плоской решетки профилей.	ОПК-1 ПК-1
		4	Конструкция осевого компрессора	ОПК-1 ПК-1
Всего		36		

8. Самостоятельная работа бакалавров

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Термодинамические основы процессов сжатия и	4	Изучение теории процессов сжатия.	ОПК-1 ПК-1

	расширения газов			
2	Газодинамические основы теории турбокомпрессоров	8	Изучение основ теории турбокомпрессоров. Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ПК-1
3	Устройство и принцип действия турбокомпрессоров	4	Изучение конструкции и принципов действия турбокомпрессоров. Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ПК-1
4	Ступень центробежного компрессора	12	Изучение конструкции и принципов работы ступеней центробежного компрессора. Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ПК-1
5	Неподвижные элементы ступени центробежного компрессора	10	Изучение конструкции и принципов действия неподвижных элементов ступени центробежного компрессора. Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ПК-1
6	Осевой компрессор	10	Изучение конструкции и принципов действия осевого компрессора. Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ПК-1
Всего		48		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Центробежные и осевые компрессоры» используется рейтинговая система.

В шестом семестре предусматривается выполнение 9 лабораторных работ по дисциплине «Центробежные и осевые компрессоры». Форма аттестации – экзамен.

Рейтинг по дисциплине включает два слагаемых:

- текущий рейтинг (работа ($R_{тек}$ = 36...60 баллов) оценивается по отчетам лабораторных работ, по посещению лекций;

- экзаменационный рейтинг $R_{экз}$ = 24...40 баллов – это баллы, проставляемые экзаменатором за ответы в ходе сдачи экзамена.

Количество баллов, начисляемых за отдельные виды учебной деятельности представлено в таблице.

Оценка отдельных видов учебной деятельности в баллах

Оценочные средства	Количество	Минимально баллов	Максимально баллов
Лабораторные работы	9 работ	28	42
Собеседование по разделам дисциплины		8	18

Экзамен		24	40
Итого		60	100

Предмет считается усвоенным, если студентом выполнены все текущие контрольные точки и сумма баллов, набранных за текущую работу в семестре, не менее 36; максимально за семестр студент может набрать 60 баллов, максимально на экзамене – 40 баллов.

Рейтинг за экзамен выставляется в диапазоне 24 – 40 баллов. Оценивается понимание сути вопроса, умение самостоятельно дать исчерпывающий ответ с графическими построениями (схемы, конструкции машин), исходными положениями и расчетными уравнениями, мат. выкладками, объяснением получаемого результата. Также оценивается знание конструкции и методов проектирования центробежных и осевых компрессоров. Экзамен считается сданным, если студент набрал не менее 24 баллов, в противном случае учебный план до дисциплине не выполнен.

Общая оценка по дисциплине по четырех-балльной системе выставляется в соответствии с суммарным рейтингом.

10.Оценочные средства для контроля успеваемости по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения контроля успеваемости разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11.Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Центробежные и осевые компрессора» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Хисамеев И.Г., Максимов В.А., Баткис Г.С., Гузельбаев Я.З. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров. Учебное пособие. ФЭН, - Казань, 2012 г. 672 с.	29 экз. в УНИЦ КНИТУ 34 экз. на кафедре КМУ
2. Палладий А.В., Фосс С.Л. Термогазодинамический расчет центробежных компрессоров. Учебное пособие. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007, - 128 с.	240 экз. в УНИЦ КНИТУ 18 экз. на кафедре КМУ
3. Сафиуллин А.Г., Хадиев М.Б., Палладий А.В.,	50 экз. в УНИЦ КНИТУ

Субханкулов Ф.Ф. Компрессорные станции. Учебник. - Казан. гос. технол. ун-т. - Казань: Изд-во «Слово», 2010. - 188 с.	27 экз. на кафедре КМУ
---	------------------------

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Экспериментальное исследование и расчет элементов ступени осевого компрессора: метод. указания к лаб. работам /сост. А.В. Палладий, С.Л. Фосс, Т.В. Максимов; М-во образ.и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: КНИТУ, 2014. - 64 с.	10 в УНИЦ КНИТУ 76 экз. на кафедре КМУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Центробежные и осевые компрессора» используются следующие источники информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ - Режим доступа: <http://library.kstu.ru/>
2. Научная электронная библиотека – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
3. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> books/
5. ЭБС «Znaniy.com» - Режим доступа: www.znaniy.com
6. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
7. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
8. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: www.knigafund.ru
9. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля.)

В качестве материально-техническое обеспечение дисциплины «Центробежных и осевых компрессоров» при выполнении в лабораторных работах используются персональные компьютеры, пакеты ПО общего назначения Word, Excel.

13. Образовательные технологии

Количество часов в интерактивной форме составляет 8 часов от общего количества аудиторных часов, из них 2 часа лекций и 6 часов лабораторных работ.

При выполнении лабораторных работ проводятся дискуссии по анализу эффективности и надежности элементов компрессора.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Центробежные и осевые компрессоры»,
по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

профилю подготовки: «Компрессорные машины и установки»,

для набора обучающихся 2019 г.

форме обучения – очная,

пересмотрена на заседании кафедры «Компрессорные машины и установки».

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Палладий А.В.	Подпись заведующего кафедрой Сагбиев И.Р.	Подпись начальника УМЦ Кутасова Л.А.
1	№11 от 28 июня 2019 г.	есть*	нет			

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<http://www.elibrary.ru>

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Центробежные и осевые компрессоры»:

MS Office