

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. » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.13 «Конструирование и эксплуатация
центробежных и осевых компрессоров»
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 4, семестры 7, 8

Семестр	Часы			Зачетные единицы
	7	8	Всего	Всего
Лекции	30	-	30	0,83
Практические занятия	-	18	18	0,50
Семинарские занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	18	18	36	1,0
Самостоятельная работа	60	36	96	2,67
Контроль (экзамен)	36	-	36	1,00
Всего	144	72	216	6,0
Форма аттестации	Экзамен-7 семестр, зачет и курсовой проект-8 семестр			

1-для набора студентов 2015,2016г.

2-для набора студентов 2017,2018г.

Казань, 2018 г.

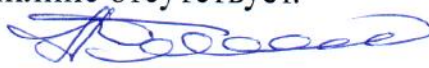
Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№1170 от 20.10.2015 г.)

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, 2018² годов

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы: доцент



А.В.Палладий

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КМУ
протокол от 3 сентября 2018г. № 1

Зав.кафедрой КМУ, профессор



И.Р. Сагбиев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета ЭМТО, к которому относится
кафедра-разработчик РП
от 3 сентября 2018г. № 1

Председатель комиссии, доцент
от 10 сентября 2018г. № 1



М.С. Хамидуллин

Начальник УМЦ, доцент



Л.А.Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров» являются

- а) формирование знаний о принципе действия и конструкции центробежных и осевых компрессоров,*
- б) обучение технологии получения основных характеристик центробежных и осевых компрессоров,*
- в) обучение способам применения методов расчета и проектирования центробежных и осевых компрессоров,*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в центробежных и осевых компрессорах при эксплуатации.*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОП 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 «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров» 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.8 Газодинамика*
- е) Б1.В.ДВ.9.1 Турбомашины*

и) Б1.В.ОД.13 Центробежные и осевые компрессоры.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров», 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. (ПК-5) способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации и проектирования;

2. (ПК-6) способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1.) Знать:

а) понятия: ротор, подшипник скольжения, уплотнение вала, газодинамические характеристики компрессора, газодинамический узел компрессора, помпаж, вибромониторинг.

б) конструкцию и принцип действия центробежных и осевых компрессоров различных типов и их основных узлов;

в) методы расчета и конструирования газодинамического узла (проточная часть) центробежного компрессора;

г) конструкцию и принцип действия основных типов подшипников центробежных и осевых компрессоров;

д) конструкцию и принцип действия основных типов концевых уплотнений вала центробежных и осевых компрессоров;

е) методику расчета характеристик ротора, упорного подшипника и концевых

уплотнений вала, центробежного компрессора.

2.) Уметь:

а) объяснить устройство и принцип действия, провести анализ конструкции газодинамического узла, подшипников, концевых уплотнений вала, а так же корпуса центробежного или осевого компрессора;

б) подобрать и сконструировать подшипники, соответствующие конструктивным характеристикам и режимным параметрам центробежного и осевого компрессора;

в) подобрать и сконструировать концевые уплотнения вала, соответствующие конструктивным характеристикам и режимным параметрам центробежного или осевого компрессора;

г) рассчитать и сконструировать газодинамический узел (проточную часть) центробежного компрессора на заданные параметры;

д) рассчитать характеристики ротора центробежного компрессора: осевое усилие, действующее на ротор и на упорный подшипник, критические частоты вращения ротора;

е) рассчитать упорный подшипник скольжения с самоустанавливающимися колодками;

и) спроектировать центробежный компрессор на заданные параметры;

ж) моделировать рабочее колесо и ротор центробежного компрессора в объеме на компьютере.

3.) Владеть:

а) методиками расчета и конструированием газодинамического узла центробежного компрессора;

б) конструированием основных узлов центробежного компрессора: ротор, подшипники, концевые уплотнения вала, корпус компрессора;

в) методиками расчета характеристик ротора, упорного подшипника, концевых уплотнений вала центробежного компрессора;

г) проектированием рабочего колеса и ротора центробежного компрессора с использованием современных пакетов расчетных программ;

д) проектированием центробежного компрессора на компьютере.

4. Структура и содержание дисциплины «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 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	Конструирование проточной части центробежного компрессора	7-8	4	-	12	11	Выполнение расчетов и чертежей компрессора. Лабораторные работы.
2	Уплотнения валов и рабочих колес центробежных компрессоров	7-8	6	-	14	9	Выполнение расчетов и чертежей уплотнений. Лабораторные работы.
3	Подшипники турбокомпрессоров	7-8	6	12	-	13	Выполнение расчетов и чертежей подшипников.
4	Динамика и прочность роторов центробежных компрессоров	7-8	6	-	2	11	Выполнение расчётов и чертежей. Лабораторная работа.
5	Газодинамические характеристики и регулирование центробежных компрессоров	7-8	6	6	6	11	Лабораторные работы и практические занятия.
6	Колебания дисков и лопаток осевых компрессоров	7-8	2	-	2	5	Лабораторные работы.
7	Курсовой проект	8	-	-	-	36	Защита курсового проекта
	Итого		30	18	36	96	
Форма аттестации							7 сем.-экзамен (36ч.), 8сем.-зачёт, курсовой проект

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Конструирование проточной части центробежного компрессора	2	Конструирование рабочих колес и роторов	Анализ конструкции рабочих колес и роторов	ПК-5 ПК-6
		2	Конструктивные схемы проточной части центробежных компрессоров. Выбор проточной части	Схемы проточной части. Оптимизация конструкции.	
2	Уплотнения валов и рабочих колес центробежных компрессоров	2	Классификация уплотнений вала. Лабиринтное уплотнение вала с газовым затвором.	Схемы основных типов уплотнений вала. Принцип действия и область применения лабиринтного уплотнения с газовым затвором.	ПК-5 ПК-6
		2	Уплотнение вала с плавающими кольцами и торцевое уплотнение вала с гидравлическим затвором	Принцип действия, эффективность и область применения уплотнений.	ПК-5 ПК-6
		2	Газовые уплотнения вала: торцевое и с плавающими кольцами.	Принцип действия, эффективность и область применения уплотнений.	ПК-5 ПК-6
3	Подшипники турбокомпрессоров	2	Классификация и характеристики подшипников, применяемых в турбокомпрессорах.	Конструкции основных типов подшипников, их преимущества, область применения.	ПК-5 ПК-6
		2	Радиальные подшипники скольжения турбокомпрессоров. Магнитные подшипники.	Конструкции, принцип действия, эффективность, область применения радиальных подшипников скольжения и магнитных подшипников.	ПК-5 ПК-6

		2	Осевые подшипники скольжения турбокомпрессоров.	Конструкции, принцип действия, эффективность, область применения осевых подшипников	ПК-5 ПК-6
4	Динамика и прочность роторов центробежных компрессоров	2	Виды и причины колебания роторов	Свободные, вынужденные колебания. Формы упругой линии вала. Автоколебания	ПК-5 ПК-6
		2	Критические частоты вращения ротора	Явление резонанса. Критические частоты вращения ротора. Амплитудно-частотные характеристики гибких роторов.	ПК-5 ПК-6
		2	Демпфирование колебаний роторов. Натяг дисков рабочих колес на вал.	Физический процесс демпфирования колебаний. Основные типы демпферов. Определения натяга диска на вал. Освобождающая частота вращения вала.	ПК-5 ПК-6
5	Газодинамические характеристики и регулирование центробежных компрессоров	2	Характеристики газопроводов и центробежных компрессоров.	Типы и формы представления характеристик газопроводов и компрессоров.	ПК-5 ПК-6
		2	Неустойчивые режимы работы центробежного компрессора.	Вращающийся срыв и помпаж: причины возникновения, физический процесс, способы защиты.	ПК-5 ПК-6
		2	Регулирование характеристик центробежных компрессоров.	Способы регулирования характеристик, эффективность и применение.	ПК-5 ПК-6
6	Колебание дисков и лопаток осевого компрессора	2	Колебание дисков и лопаток осевого компрессора	Колебания дисков с узловыми диаметрами и окружностями.	ПК-5 ПК-6
Всего		30			

6. Содержание семинарских, практических занятий

Цель проведения практических занятий – получение практических навыков расчета основных элементов турбокомпрессора при проектировании, а также изучения методов пересчета газодинамических характеристик центробежного компрессора при эксплуатации.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Формируемые компетенции
3	Подшипники турбокомпрессоров	4	Расчет и оптимизация осевых подшипников турбокомпрессоров.	ПК-5 ПК-6
		4	Расчет и оптимизация радиальных подшипников скольжения турбокомпрессоров.	ПК-5 ПК-6
		4	Подбор магнитных подшипников для центробежных компрессоров.	ПК-5 ПК-6
5	Газодинамические характеристики и регулирование центробежных компрессоров	6	Пересчет газодинамических характеристик ЦК при эксплуатации.	ПК-5 ПК-6
Всего		18		

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося основ газодинамических характеристик, конструирования и расчета проточной части компрессора, подшипников, уплотнений вала, вопросов прочности и динамики турбокомпрессоров.

В седьмом и восьмом семестрах проводится 36 часов лабораторных занятий.

7.1 Лабораторные занятия в 7 семестре

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Конструирование проточной части центробежных компрессоров	2	Расчет констант смеси газов и исходных данных для расчета компрессора	ПК-5
		4	Расчет вариантов проточной части и выбор конструктивной схемы центробежного компрессора	ПК-5 ПК-6
		2	Расчет диаметра вала под посадку полумуфты	ПК-5 ПК-6
		4	Конструирование центробежных компрессоров	ПК-5 ПК-6
4	Динамика и прочность роторов центробежных компрессоров	2	Изучение изгибных колебаний ротора центробежного компрессора при критической частоте	ПК-5 ПК-6
5	Газодинамические характеристики и регулирование центробежных компрессоров	2	Экспериментальное определение характеристик осевого компрессора и сети потребителей газа	ПК-5 ПК-6
3	Колебание дисков и лопаток осевого компрессора	2	Изучение колебаний дисков и лопаток осевых компрессоров	ПК-5 ПК-6
Всего		18		

7.2 Лабораторные занятия в 8 семестре

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
2	Уплотнения валов и рабочих колес центробежных компрессоров	4	Концевые лабиринтные уплотнения вала с газовым затвором	ПК-5 ПК-6
		4	Торцевые уплотнения вала с гидравлическим затвором	ПК-5 ПК-6
		4	Газовые щелевые уплотнения с плавающими кольцами	ПК-5 ПК-6
		2	Концевые лабиринтные уплотнения для воздуха	ПК-5 ПК-6
5	Газодинамические характеристики и регулирование центробежных компрессоров	4	Работа центробежного компрессора ГПА в области оптимальных режимов	ПК-5 ПК-6
Всего		18		

Лабораторные работы проводятся в учебной лаборатории кафедры с использованием специального измерительного оборудования.

8. Курсовой проект.

Учебным планом по профилю подготовки “Вакуумная и компрессорная техника физических установок”, “Компрессорные машины и установки” предусмотрено выполнение студентами курсового проекта по дисциплине “Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров”.

Цель выполнения студентами курсового проекта по дисциплине – получение знаний и навыков в области конструирования центробежных компрессоров, овладение методиками расчета основных узлов и моделированием рабочего колеса и ротора в объеме на компьютере. Курсовой проект выполняется за счет часов СРС.

Занятия по курсовому проекту проводятся в 7 и 8 семестрах. Форма аттестации – дифференцированный зачет в 8 семестре.

Курсовой проект выполняется студентами индивидуально – по теме, предлагаемой преподавателем из списка тем, утверждаемых на заседании кафедры КМУ.

Основные источники информации при выполнении курсового проекта:

- библиотека института – учебники, учебные пособия, нормативно-справочная литература;

- архив кафедры КМУ – учебные пособия, плакаты, чертежи, а также нормативно-справочные материалы.

Выполнение курсового проекта завершается оформлением студентом письменного отчета - “Пояснительная записка” по установленной в университете форме с последующей публичной защитой результатов работы перед комиссией, состоящей из преподавателей кафедры КМУ.

Темы курсовых проектов ежегодно обновляются.

Варианты курсового проекта отличаются исходными данными.

Примерная тематика и объем курсового проекта:

Тема проекта: Центробежный компрессор для сжатия кислорода.

Исходные данные:

- Производительность $V=3 \text{ м}^3/\text{с}$;
- Давление начальное $p_n = 0,23 \text{ МПа}$;
- Давление конечное $p_k = 0,4 \text{ МПа}$;
- Температура начальная $T_n = 293 \text{ К}$;
- Сжимаемый газ: кислород 93%, азот 7%

Содержание пояснительной записки.

8.1 Объём пояснительной записки, выполняемый бакалаврами в 7 семестре

Аннотация. Задание. Оглавление. Введение. Термогазодинамический расчет (расчет вариантов проточной части, рабочих колес, диффузоров, обратно-направляющего аппарата, выходного устройства, патрубков, внутренней мощности и КПД). Параметры газа в характерных сечениях. Расчеты осевых сил, действующих на ротор и одного рабочего колеса на прочность.

8.2 Объем пояснительной записки, выполняемый бакалаврами в 8 семестре

Расчеты концевых уплотнений вала, осевого и радиальных подшипников, критических частот ротора. Определение мощности компрессора и выбор двигателя. Описание спроектированного компрессора. Заключение. Список литературы. Перечень графического материала. Приложение (спецификация к чертежам).

Общий объем графической части курсового проекта – четыре листа чертежей формата A1 – A0, а также компьютерные модели рабочего колеса и ротора в трехмерном измерении.

Все чертежи должны быть выполнены на компьютере и распечатываются на принтере.

8.3 Объем графической части проекта, выполняемый бакалаврами в 7 семестре:

- центробежный компрессор (продольный разрез) – 1 лист формата A1 – A0;
- узел компрессора – ротор – лист формата A1-A2x4;
- рабочее колесо - лист формата A1-A2x4;
- модель рабочего колеса, выполненная на компьютере в 3D.

8.4 Объем графической части курсового проекта, выполняемый бакалаврами в 8 семестре:

- центробежный компрессор (поперечный разрез) – 1 лист формата A1 – A0;
- доработка первых трех листов по указанию преподавателя;
- модель ротора, выполненная на компьютере в 3D.

9. Самостоятельная работа бакалавров

9.1 Самостоятельная работа бакалавров в 7 семестре

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Термогазодинамический расчет центробежного компрессора	14	Термогазодинамические расчеты рабочих колес, диффузоров, обратно направляющих аппаратов, выходных устройств (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
2	Проектирование рабочих колес центробежного компрессора	6	Разработка чертежей и электронной модели рабочего колеса в 3D (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
3	Проектирование ротора центробежного компрессора	6	Разработка чертежей и электронной модели ротора в 3D. Расчет диаметров вала (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
4	Проектирование проточной части центробежного компрессора	6	Разработка чертежей, корпуса компрессора, диффузоров, обратно направляющих аппаратов, выходных устройств, патрубков (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
5	Осевые силы, действующие на ротор	6	Расчет осевых сил действующие на рабочие колеса. Расчет и проектирование думмиса (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
6	Прочность рабочего колеса первой ступени	6	Расчет напряжений с помощью специальной программы. (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
7	Лабораторные работы в седьмом семестре (см. п. 7.1).	16	Подготовка к лабораторным работам	ПК-5 ПК-6
Всего		60		

9.2 Самостоятельная работа бакалавров в 8 семестре

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Концевые уплотнения вала	6	Проектирование узла концевого уплотнения. Расчет уплотнения (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
2	Радиальные подшипники ротора	6	Проектирование и расчет узла подшипника (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
3	Критическая частота вращения ротора	4	Расчет критических частот и коэффициентов запаса (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
4	Осевой подшипник центробежного компрессора	4	Проектирование подшипника. Расчет характеристик подшипника (курсовой проект)	ПК-5 ПК-6
5	Лабораторные работы в 8 семестре (см. п. 7.2). Пять работ по 2 часа за работу	10	Подготовка к лабораторным работам	ПК-5 ПК-6
6	Практические занятия. Четыре работы по 1,5 часа за занятие	6	Подготовка к практическим занятиям	ПК-5 ПК-6
Всего		36		

10. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров» используется рейтинговая система.

10.1 В седьмом семестре предусматривается выполнение 7 лабораторных работ и курсового проекта (70% по объёму – расчеты и чертежи) по дисциплине «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров». 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, а также по чертежам и расчетам курсового проекта;
- 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 в 7 семестре, представлено в таблице.

Оценка отдельных видов учебной деятельности в баллах в 7 семестре

Оценочные средства	Количество	Минимально баллов	Максимально баллов
Лабораторные работы	7 работ	7	14
Выполнение расчетов и чертежей		26	40
Посещение лекций	30 часов лекций	3	6
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 по дисциплине не выполнен.

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

10.2 В восьмом семестре предусматривается выполнение 5 лабораторных работ, 4 практических занятия и курсового проекта (30% по объему – расчеты и чертежи) по дисциплине «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров». Форма отчета – дифференцированный зачет. Предмет считается сданным и по нему устанавливается оценка дифференцированного зачета, если рейтинги находятся в допустимых диапазонах $R_{\text{тек}} = R_{\text{дис}} \geq 60$ баллов.

Количество баллов, начисляемых за отдельные виды учебной деятельности в 8 семестре, представлено в таблице.

Оценка отдельных видов учебной деятельности в баллах в 8 семестре

Текущая работа студента		Минимально	Максимально
Лабораторные работы (5 работ)	За каждую работу 4-7 баллов	20	35
Практические занятия (4 занятия)	За каждую работу 5-8 баллов	20	32
Выполнение расчетов и чертежей		20	33
Итого		60	100

11.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.

12.Информационно-методическое обеспечение дисциплины

12.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров» 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., Субханкулов Ф.Ф. Компрессорные станции. Учебник. - Казан. гос. технол. ун-т. - Казань: Изд-во «Слово», 2010. - 188 с.	50 экз. в УНИЦ КНИТУ 27 экз. на кафедре КМУ

12.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

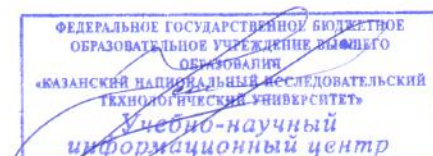
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Экспериментальное исследование и расчет элементов ступени осевого компрессора: метод. указания к лаб. работам /сост. А.В. Палладий, С.Л. Фосс, Т.В. Максимов; М-во образ.и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: КНИТУ, 2014. - 64 с.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

12.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров» используются следующие источники информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ - Режим доступа: <http://ruslan.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 «Znanium.com» - Режим доступа: www.znanium.com
6. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



13. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля.)

В качестве материально-техническое обеспечение дисциплины «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров» при выполнении курсового проекта и в лабораторных работах используются персональные компьютеры, пакеты ПО общего назначения Word, Excel, специализированные прикладные пакеты по моделированию газодинамических и прочностных расчетов, а также используются натурные компрессоры и их узлы.

14. Образовательные технологии

Количество часов в интерактивной форме составляет 20 часов от общего количества аудиторных часов, из них 4 часа лекций, 14 часов лабораторных работ, 2 часа – практические занятия.

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

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров»,

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	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ
				Палладий А.В.	Сагбиев И.Р.	Китаева 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 «Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров»:

MS Office,

HyperWorks