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
«01» ноября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ОД.4 «Современные методы расчета элементов вакуумных систем»

Направление подготовки	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки	Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника	БАКАЛАВР
Форма обучения	очная
Институт, факультет	ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	ВТЭУ
Курс, семестр	2к., 3 с.; 3к., 5 с.

		Часы	Зачетные единицы		Часы	Зачетные единицы
Курс	2			3		
Семестр	3			5		
Лекции		-	-		-	-
Лабораторные занятия		36	1		18	0,5
Самостоятельная работа		36	1		18	0,5
Форма аттестации: зачет (2курс-3семестр) экзамен (3курс-5семестр)		-	-		36	1
Всего		72	2		72	2

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20 октября 2015 года № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2017г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчики программы:

доцент _____ А.В. Гаврилов

доцент _____ С.А. Бурцев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 15 ноября 2017г. № 2

Зав. кафедрой, профессор _____ В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от «20» ноября 2017г. № 8

Председатель комиссии, доцент _____ А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент _____ Л.А. Китаева

1. ***Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» являются:

а) получение навыков организации баз данных при расчетах вакуумных систем и их обработки в графическом и аналитическом виде,

б) обучение способам организации табличного счета элементов вакуумных систем,

в) получение навыков обработки научных результатов в форме статистических функций применительно к расчетам потоков рабочего тела и тепла, расчетов проводимости и сопротивления элементов вакуумных систем,

г) получение навыков математического моделирования вакуумных элементов при оптимизации режимов работы вакуумных технологических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» относится к *вариативной части цикла обязательных дисциплин* ООП.

Для успешного освоения дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.5Математика

б) Б1.Б.6 Физика

в) Б1.Б.9 Информационные технологии

Дисциплина *«Современные методы расчета элементов вакуумных систем»* является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ДВ.5.2 Математическое моделирование

б) Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы

в) Б1.В.ОД.13 Расчет и конструирование элементов вакуумного оборудования

г) Б1.В.ОД.15 Вакуумные установки

д) Б1.В.ДВ.10.2 Потоки в вакуумных системах

Знания, полученные при изучении дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем», могут быть использованы при прохождении практик: производственной, преддипломной и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть **следующими компетенциями:**

1. ОПК-4 - пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде;

2. ОПК-5 - **с**пособностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

3. ПК-4 - **с**пособностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности**.**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) основные способы записи формул и вычислений;

б) методологию и методику создания баз данных в виде электронных таблиц;

в) методы решения инженерных задач и аппроксимации полученных данных.

2) Уметь:

а) самостоятельно проводить математическое описание задачи и составлять алгоритм ее решения;

б) представлять результаты вычислений в графическом виде;

в) выбирать метод оптимизации исходных данных и аппроксимации результатов расчетов;

г) выбирать метод аппроксимации данных; оптимизации данных;

д) представть отчет с текстом, графиком, данными.

3) Владеть:

а) приемами и навыками расчета элементов вакуумных систем;

б) навыками анализа, математического описания инженерной задачи, составлением алгоритма выполнения задачи;

в) навыками представления результатов проведенных расчетов в графической, текстовой, табличной формах.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» в 3 семестре составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практ занят	Лаб рабо	СРС	
1	Тема 1 Организация табличного счета элементов вакуумных систем	3	-	-	12	10	Индивидуальное задание №1, отчет по лабораторным работам, тестирование
2	Тема 2 Организация баз данных при расчетах вакуумных систем, и их обработка в аналитическом виде	3	-	-	12	10	Индивидуальное задание №2, отчет по лабораторным работам, тестирование
3	Тема3 Организация баз данных при расчетах вакуумных систем, и их обработка в аналитическом и графическом виде	3	-	-	12	16	Индивидуальное задание №3, отчет по лабораторным работам, тестирование
	Итого		-	-	36	36	
	Промежуточная аттестация						*Зачет*

Общая трудоемкость дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» в 5 семестре составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практ занятия	Лаб раб	СРС	
1	Тема 4 Работа с надстройкой «Поиск решения». Организация таблиц при расчетах	5	-	-	4	4	Индивидуальное задание №4, отчет по лабораторным работам, тестирование
2	Тема 5 Организация баз данных при расчетах характеристик вакуумных систем, и их обработка в аналитическом и графическом виде	5	-	-	6	4	Индивидуальное задание №5, отчет по лабораторным работам, тестирование
3	Тема 6 Работа с надстройками «Регрессионный анализ». Организация матриц для получения коэффициентов функции двух переменных.	5	-	-	8	10	Индивидуальное задание №6, отчет по лабораторным работам, тестирование
	Итого		-	-	18	18	
	Промежуточная аттестация						*Экзамен*

5. Содержание лекционных занятий - не предусмотрены учебным планом.

6. Содержание практических занятий - не предусмотрены учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий

«Современные методы расчета элементов вакуумных систем» 3 семестр

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1	6	*Лабораторная работа №1* Расчет на прочность цилиндрической обечайки, нагруженной наружным давлением	Проведение расчета на прочность цилиндрической обечайки, нагруженной наружным давлением. Определение допускаемого наружного давления в зависимости от геометрической формы и размеров обечайки, а также физико-химических свойств материала.	ОПК-4, ОПК-5

2	Тема 1	6	*Лабораторная работа №2* Прочностной расчет эллиптических днищ вакуумных камер.	Изучение методики расчета эллиптических днищ вакуумных камер. Проведение расчета на прочность эллиптического днища, нагруженного наружным давлением. Графическое представление данных.	ОПК-4, ОПК-5
3	Тема 2	4	*Лабораторная работа №3* Проводимость длинного цилиндрического канала в переходном режиме течения газа	Изучение особенностей расчета проводимости элементов вакуумных систем в зависимости от температуры газа и стенок, разности давлений на концах системы, абсолютного давления, внутреннего трения в газе и взаимодействия газа с поверхностью, а также от формы и размеров рассматриваемой системы. Расчет проводимости длинного цилиндрического канала в переходном режиме течения газа	ОПК-4, ОПК-5
4	Тема 2	4	*Лабораторная работа №4* Проводимость длинного и короткого трубопроводов круглого сечения в молекулярном режиме течения газа.	Расчет проводимости U длинного и короткого трубопроводов круглого сечения в молекулярном режиме течения газа. Представление исходных данных. Зависимость проводимости от температуры и размеров рассматриваемой системы.	ОПК-4, ОПК-5
5	Тема 2	4	*Лабораторная работа №5* Проводимость малой диафрагмы в вязкостном режиме течения газа	Изучение особенностей истечения газа из одной емкости в другую через отверстие в тонкой перегородке, толщина h которой значительно меньше диаметра d отверстия ($h<<d$). Расчет проводимости малой диафрагмы в вязкостном режиме течения газа.	ОПК-4, ОПК-5
6	Тема 3	6	*Лабораторная работа №6* Расчет окружной скорости на периферии рабочего колеса ЖКВН	Расчет минимальной окружной скорости на периферии рабочего колеса водокольцевого вакуумного насоса, при которой образуется устойчивое жидкостное кольцо.	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4
7	Тема 3	6	*Лабораторная работа №7* Определение предельного остаточного давления вакуумного насоса	Построение по экспериментальным данным «кривой набора вакуума» - $P_{вх}=f(\tau)$ и определение по ней предельного остаточного давления.	ОПК-4, ОПК-5
	Итого	36			

«Современные методы расчета элементов вакуумных систем» 5 семестр

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 4	4	*Лабораторная работа* №8 Толщина теплоизоляции изделий вакуумной техники при прогреве	Изучение назначения и типов теплоизоляции, используемой для прогреваемого вакуумного технологического оборудования. Расчет необходимой толщины теплоизоляции изделий вакуумной техники при прогреве.	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4
2	Тема 5	2	*Лабораторная работа* №9 Расчет быстроты откачки вакуумного насоса.	Расчет эффективной быстроты действия насоса $S_{эф}$, соединенного с камерой трубопроводом известной геометрии в интервале давлений от $P_{вх1}$ до $P_{вхN}$. Построение зависимости $S_{эф}=f(P_{вх})$.	ОПК-4, ОПК-5
3	Тема 5	4	*Лабораторная работа* №10 Зависимость давления на входе в насос от времени откачки	Построение по экспериментальным данным зависимости быстроты действия насоса от давления на входе в насос $S_{вх}=f(P_{вх})$ – паспортной и экспериментальной «кривых быстроты действия».	ОПК-4, ОПК-5
4	Тема 6	4	*Лабораторная работа* №11 Теплопроводность разреженного газа	Изучение видов теплообмена в разреженном газе. Расчет по экспериментальным данным, полученным методом «нагретой нити», градиента температуры между стенкой вакуумной камеры и «нитью», а также коэффициента теплопроводности разреженного газа.	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4
5	Тема 6	4	*Лабораторная работа* №12 Расчет плотности вакуумной рабочей жидкости в широком диапазоне температур и давлений	Проведение регрессионного анализа массива экспериментальных данных плотности вакуумной рабочей жидкости при различных температурах и давлениях, получение уравнения зависимости плотности от температуры и давления вида $\rho=f(P,T)$. Регрессионный анализ с константой x_0 равной и не равной нулю. Проведение сравнения экспериментальных данных и рассчитанных значений плотности.	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4
	Итого	18			

Цель проведения лабораторных занятий - освоение материала СРС, касающегося проведения расчетов элементов вакуумных систем.

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – «мозговой штурм», которая позволяет вести диалог с будущими бакалаврами по вопросам их будущей специальности и их навыков в методах расчета элементов вакуумного оборудования.

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» В-323 с использованием ЭВМ.

8. Самостоятельная работа бакалавра

«Современные методы расчета элементов вакуумных систем» 3 семестр

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема №1	10	проработка теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №1, 2 оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания №1, подготовка к тестированию	ОПК-4, ОПК-5
2	Тема №2	10	проработка теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №3, 4, 5 оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания №2, подготовка к тестированию	ОПК-4, ОПК-5
3	Тема №3	16	проработка теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №6, 7, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания №3, подготовка к тестированию	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4
	Итого	36		

«Современные методы расчета элементов вакуумных систем» 5 семестр

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема №4	4	проработка теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №8, оформление и сдача отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального заданиям №4, подготовка к тестированию	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4
2	Тема №5	4	проработка теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №9, 10 оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального заданиям №5, подготовка к тестированию	ОПК-4, ОПК-5
3	Тема №6	10	проработка теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №11, 12 оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального заданиям №6, подготовка к тестированию	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4
	Итого	18		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 60 баллов при наличии экзамена и 100 баллов при наличии зачета).

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины ««Современные методы расчета элементов вакуумных систем» 3 семестр

Вид работы	Количество работ	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Текущий контроль			
Лабораторные работы	7	33	56
Индивидуальное задание	3	15	24
Тестирование		12	20
Промежуточный контроль			
Зачет		60	100

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» 5 семестр

Вид работы	Количество работ	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Текущий контроль			
Лабораторные работы	5	15	25
Индивидуальное задание	3	9	15
Тестирование		12	20
Итого		36	60
Промежуточный контроль			
экзамен		24	40
Итого		**60**	**100**

10 Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1.Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие: в 2 ч. Ч.2. Вакуумные насосы / М.Х. Хабланян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2016 .— 300 с. : ил.	171 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. М., Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Теоретические основы вакуумной техники: учебное пособие/ Демихов К.Е., Никулин Н.К., Калинкин Д.А.. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 64 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/174546 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Путиловский Ф.Д. Расчет вакуумных систем/ Ф.Д. Путиловский.- Казань: Изд-во КГТУ, 2008 .- 85 с.	78 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Кравченко Л. В. Практикум по Microsoft Office 2007 (Word, Excel, Access), PhotoShop: Учебно-методическое пособие / Л.В. Кравченко. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 168 с	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=408972 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
3. Методы расчета сложных вакуумных систем/ С.Б. Нестеров, А.В. Бурмистров и др. М.: ОМР. ПРИНТ, 2010. - 370 с.	200 экз. в УНИЦ КНИТУ
4.Вакуумная техника: Справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. - 590 с., ил.	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины **«Современные методы расчета элементов вакуумных систем»** рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (http://library.kstu.ru/ , http://ruslan.kstu.ru/, http://ft.kstu.ru/),

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru)

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Учебно-научный информационный центр

11. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины*

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно Положению о Фонде оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. *Материально-техническое обеспечение дисциплины*

12.1. Лабораторные занятия

При изучении дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а также компьютерный класс кафедры В-323.

При проведении работ используются комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов. Аудитория В-323 оснащена презентационной техникой (проектор Оверхед - проектор «MEDIUM Traveller 3», экран, компьютер/ноутбук).

12.2. Прочее:

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

13. Образовательные технологии

Занятия проводятся с использованием интерактивной формы обучения - «мозговой штурм», при изучении дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» составляет 8 часов - во время лабораторных занятий.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ОД.4 «Современные методы расчета элементов вакуумных систем» пересмотрена на заседании кафедры ВТЭУ

№п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Разработчик РП (подпись) Доц. С.А. Бурцев, А.В. Гаврилов	Заведующий кафедрой (подпись) Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ/ОМг/ОАиД (подпись) Доц. Л.Л. Китаева
1	№1 от 31.08.2018	нет	нет			