

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
«21» 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

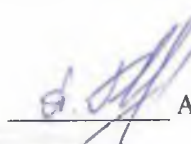
Казань, 2017 г.

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.

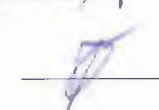
Типовая программа по дисциплине отсутствует.

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

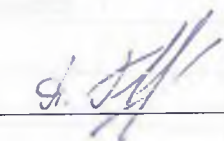
Зав. кафедрой, профессор

 В.А. Аляев

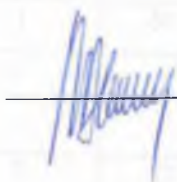
УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от «26» 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.5 Математика
- 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 - способностью 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 - способностью 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) представить 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
			Лекц ни	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
			Лек цин	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						<i>Экзамен</i>

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	<u>Лабораторная работа №1</u> 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	<u>Лабораторная работа №2</u> 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	<u>Лабораторная работа №3</u> 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	<u>Лабораторная работа №4</u> 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	<u>Лабораторная работа №5</u> 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 ($h \ll d$). Расчет проводимости малой диафрагмы в вязкостном режиме течения газа.	ОПК-4, ОПК-5
6	Тема 3	6	<u>Лабораторная работа №6</u> 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	<u>Лабораторная работа №7</u> Определение предельного остаточного давления вакуумного насоса	Построение по экспериментальным данным «кривой набора вакуума» - $P_{\text{вк}} = f(t)$ 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	<u>Лабораторная работа №8</u> 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	<u>Лабораторная работа №9</u> Расчет скорости откачки вакуумного насоса.	Расчет эффективной скорости 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	<u>Лабораторная работа №10</u> Зависимость давления на входе в насос от времени откачки	Построение по экспериментальным данным зависимости скорости действия насоса от давления на входе в насос $S_{вх}=f(P_{вх})$ – паспортной и экспериментальной «кривых скорости действия».	ОПК-4, ОПК-5
4	Тема 6	4	<u>Лабораторная работа №11</u> 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	<u>Лабораторная работа №12</u> 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 задания №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 задания №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 задания №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
<i>Текущий контроль</i>			
Лабораторные работы	7	33	56
Индивидуальное задание	3	15	24
Тестирование		12	20
<i>Промежуточный контроль</i>			
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
<i>Текущий контроль</i>			
Лабораторные работы	5	15	25
Индивидуальное задание	3	9	15
Тестирование		12	20
Итого		36	60
<i>Промежуточный контроль</i>			
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. Хабляев, 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., Калинин 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 «Znaniy.com» http://znaniy.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



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

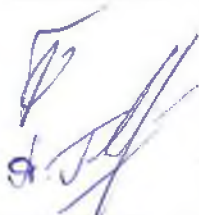
Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ОД.4 «Современные методы расчета элементов вакуумных систем»

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
для профиля подготовки «Вакуумная и компрессорная техника физических установок»

для набора обучающихся 2019 года

для очной формы обучения

пересмотрена на заседании кафедры «ВТЭУ»

№п /п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Нали- чие измене ний	Наличие изменен ий в списке литерату ры	Разработчик РП Доц. С.А. Бурцев, Доц. А.В. Гаврилов	Заведующий кафедрой Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ Доц. Л.А. Китаева
1	№7 от 6.06.2019	Есть*	Нет**			

*Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<https://www.elibrary.ru/>

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

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Современные методы расчета элементов вакуумных систем»:

- Офисные и деловые программы MS Office 2007 Russian;
- Офисные и деловые программы MS Office 2010-2016 Standard

***Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМг/ОАиД.*