

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 30 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем

Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
 (шифр) (наименование)

Профиль/программа Химическое машино- и аппаратостроение

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очная, очно-заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Форма обучения	очная		очно-заочная	
	1	2	1	2
Курс, семестр	1	2	1	2
	часы	з.е.	часы	з.е.
Лекции	16	0,44	16	0,222
Лабораторные занятия	16	0,44	16	0,444
Практические занятия	32	0,88	16	0,444
Самостоятельная работа	143	3,99	161	1,694
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	16	0,444
Форма аттестации - экзамен	27	0,75	27	0,75
Всего	252	7,0	252	7,0

Нижнекамск, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований
Федерального государственного образовательного стандарта высшего
образования (Приказ Минобрнауки России № 1026 от 14.08.2020 г.)

(номер, дата утверждения)

по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года набора.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП

(должность)



(подпись)

И.А. Сабанаев

(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол № 8 от «12» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

И.Н. Мадышев

(И.О. Фамилия)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем являются:

- а) формирование знаний о терминологии и нормах, принятых в практике расчета и конструирования элементов оборудования отрасли;
- б) формирование знаний об основных принципах конструирования, основных характеристиках конструкционных материалов; современных методах разработки узлов и деталей оборудования;
- в) обучение способам реализации инженерных методов разработки;
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих при функционировании элементов оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем относится к обязательной дисциплине модуля Б1 и формирует у магистров по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и педагогической деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем магистр по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.13 Механика деформируемого твердого тела;
- б) Б1.В.01 Математические методы в инженерии;
- в) Б1.В.05 Системный анализ химико-технологической системы.

Дисциплина Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б2.О.05 Современные программные комплексы для расчета оборудования;
- б) Б2.О.10 Моделирование технологических процессов в химии и нефтехимии.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-6	способен применять актуальную нормативную документацию при выполнении опытно-конструкторских работ
ПК-6.1	Знает актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР в области химического машино- и аппаратостроения
ПК-6.2	Умеет применять актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР

ПК-6.3	Владеет навыками использования актуальной нормативной документации при выполнении ОКР
ПК-3	способен разрабатывать планы и методические программы проведения исследований и разработок по теме
ПК-3.1	Знает Научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок в области химического машино- и аппаратостроения
ПК-3.2	Умеет разрабатывать планы и методические программы проведения исследований в области химического машино- и аппаратостроения
ПК-3.3	Владеет навыками разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок по определенной тематике
ПК-7	способен применять методы и средства планирования, организации, проведения, оформления результатов и внедрения опытно-конструкторских разработок
ПК-7.1	Знает методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения опытно-конструкторских разработок
ПК-7.2	Умеет применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения опытно-конструкторских разработок
ПК-7.3	Владеет навыками использования методов и средств планирования, организации, проведения и внедрения ОКР

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) классификацию и основные принципы, заложенные в современные методики разработки машин, приводов и систем в химической и нефтехимической отраслях промышленности;

б) назначение и область возможного применения наиболее известных методик разработки современного химического и нефтехимического оборудования;

в) математические основы и алгоритмы реализации основных современных методик разработки машин, приводов и систем;

г) наиболее известные программные инструменты, реализующие разработку химического и нефтехимического оборудования на основе современных методик.

2) Уметь:

а) обоснованно выбирать рациональные и эффективные методики для разработки разных видов химического и нефтехимического оборудования и машин;

б) с целью специализации вносить коррективы в математические модели для решения задач разработки конкретных элементов машин, приводов и систем;

в) применять на практике специализированное программное обеспечение для разработки машин, приводов и систем.

3) Владеть:

а) понятиями и профессиональной терминологией, принятыми в основе современных методик разработки оборудования для химических и нефтехимических производств;

б) навыками грамотного выбора конкретных методик разработки машин, приводов и систем в соответствии со специализацией и заданными условиями;

в) навыками практического применения основных методик разработки машин, приводов и систем;

г) навыками работы с наиболее распространенными современными программными пакетами для разработки оборудования химического и нефтехимического оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС	КСР	
1	Общие сведения о методах и моделях разработки приводов, машин и систем	2	2/2	-/-	4/2	20/23	2/2	Экзамен
2	Методики на основе асимптотических способов реализации моделей разработки	2	2/2	4/4	4/2	20/23	2/2	Экзамен, доклад
3	Методики на основе численных способов реализации моделей разработки	2	2/2	4/4	4/2	20/23	2/2	Экзамен, дискуссия
4	Основы вариационного исчисления в приложении к разработке элементов машин, приводов и систем.	2	2/2	-/-	4/2	20/23	3/2	Экзамен, кейс-задача
5	Метод конечных элементов (МКЭ) в методиках разработки машин, приводов и систем	2	2/2	4/4	4/2	21/23	3/2	Экзамен, реферат
6	Методики разработки на основе прототипирования машин, приводов и систем	2	3/3	4/4	6/3	21/23	3/3	Экзамен, тест
7	Субтрактивные и аддитивные технологии в приложении к разработке машин, приводов и систем	2	3/3	-/-	6/3	21/23	3/3	Экзамен
	Форма аттестации							экзамен
	Итого 180 ч.	-	16/16	16/16	32/16	143/161	18/16	27

5. Содержание лекционных занятий по темам.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие сведения о методах и моделях разработки	2	Математические основы разработки машин, приводов и систем. Классификация и краткая	ПК-3.1, ПК-3.2,

	приводов, машин и систем		характеристика методов расчета.	ПК-3.3
2	Методики на основе асимптотических способов реализации моделей разработки	2	Асимптотические методы. Задачи расчета элементов оборудования. решаемые способом разложения в ряд. Методика и последовательность применения асимптотических методов. Линейные и плоские задачи. Предельная точность решения	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3	Методики на основе численных способов реализации моделей разработки	2	Численные методы. Общая характеристика и особенности применения. Задачи расчета элементов оборудования. решаемые с помощью численных методов. Линейные, плоские и объемные задачи.	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
4	Основы вариационного исчисления в приложении к разработке элементов машин, приводов и систем.	2	Основы вариационного исчисления. Функционал и его вариация. Признаки экстремума функционала. Формула Эйлера экстремума функционала интегрального типа от одного переменного. Обобщение формулы Эйлера на функционалы от многих переменных. Практическое применение вариационных методов к расчету элементов машин, приводов и систем.	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
5	Метод конечных элементов (МКЭ) в методиках разработки машин, приводов и систем	2	Метод конечных элементов (МКЭ). Типы конечных элементов. Модели элементов оборудования типа стержень и пластина. Связь МКЭ с методом перемещений. Основы теории матриц, обозначения, основные типы матриц и действия с ними. Запись основных уравнений теории упругости (пространственная и плоская задачи) в матричной форме. Запись функционала потенциальной и работы внешних сил в матричной форме.	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
6	Методики разработки на основе прототипирования машин, приводов и систем	3	Понятие прототипирования оборудования. Общие принципы, этапы реализации. Классификация методов. Оборудование, необходимое для прототипирования. Принципы работы и взаимодействия.	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
7	Субтрактивные и аддитивные технологии в приложении к разработке машин, приводов и систем	3	Современное оборудование для реализации субтрактивных и аддитивных технологий. Станки с числовым программным управлением. Классификация и особенности реализации аддитивных технологий.	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3

6. Содержание практических занятий.

Цель практических занятий - закрепление знаний по теме занятия.

Очная/очно-заочная формы

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие сведения о методах и моделях разработки приводов, машин и систем	4/2	Математические модели теории упругости. Методы решения математических моделей	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Методики на основе асимптотических способов реализации моделей разработки	4/2	Формулировка и решение линейных задач расчета с помощью асимптотических методов. Формулировка и решение плоских задач расчета с помощью асимптотических методов.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3	Методики на основе численных способов реализации моделей разработки	4/2	Численные методы, основанные на конечно-разностной аппроксимации. Решение систем линейных алгебраических уравнений.	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
4	Основы вариационного	4/2	Формулировка и решение стационарных задач	ПК-6.3,

	исчисления в приложении к разработке элементов машин, приводов и систем.		расчета с помощью численных методов. Формулировка и решение нестационарных задач расчета с помощью численных методов.	ПК-6.2, ПК-6.3
5	Метод конечных элементов (МКЭ) в методиках разработки машин, приводов и систем	4/2	Практическое применение вариационных методов к расчету элементов машин, приводов и систем.	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
6	Методики разработки на основе прототипирования машин, приводов и систем	6/3	Метод конечных элементов при моделировании стержневых элементов оборудования. Метод конечных элементов при моделировании элементов оборудования типа оболочка.	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
7	Субтрактивные и аддитивные технологии в приложении к разработке машин, приводов и систем	6/3	Вариационно-разностный метод расчета элементов оборудования.	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3

7. Содержание лабораторных занятий.

Цель лабораторных занятий - выработка навыков практического применения теоретических знаний при самостоятельном решении задач разработки приводов, машин и систем.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Название лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Асимптотические методы расчета элементов оборудования	4	Решение линейной нестационарной задачи теплового расчета элементов оборудования асимптотическим методом	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Численные методы расчета элементов оборудования	4	Решение линейной стационарной задачи элементов оборудования типа брус методом конечных разностей	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
3	Метод конечных элементов (МКЭ) в решении задач расчета элементов оборудования	4	Реализация алгоритма решения задачи расчета методом конечных элементов применительно к простейшей схеме	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
4	Субтрактивные и аддитивные технологии в приложении к разработке машин, приводов и систем	4	Расчет элементов плоской формы с помощью компьютерных систем моделирования элементов оборудования	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3

Лабораторные работы проводятся в помещении компьютерного класса кафедры МАХП – аудитории А-109.

8. Самостоятельная работа магистранта

8.1. Основные формы и формируемые компетенции

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие сведения о методах и моделях разработки приводов, машин и систем	20/23	Подготовка к практическим занятиям; к сдаче экзамена	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Асимптотические методы расчета элементов оборудования	20/23	Подготовка к практическим занятиям; Лабораторная работа, подготовка к докладу; к сдаче экзамена	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

3	Численные методы расчета элементов оборудования	20/23	Подготовка к практическим занятиям; Лабораторная работа, Подготовка к дискуссии; к даче экзамена	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
4	Численные методы в решении стационарных и нестационарных задач расчета элементов оборудования типа брус и оболочка	20/23	Подготовка к практическим занятиям; Подготовка реферата; сдаче экзамена	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
5	Основы вариационного исчисления в приложении к расчету элементов машин, приводов и систем.	21/23	Подготовка к практическим занятиям; Решение кейс-задачи; сдаче экзамена	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
6	Метод конечных элементов (МКЭ) в решении задач расчета элементов оборудования	21/23	Подготовка к практическим занятиям; лабораторная работа, подготовка сдаче экзамена	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
7	Вариационно-разностный метод расчета простых элементов оборудования и сложных конструкций.	21/23	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям; сдаче экзамена	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3

8.2 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельное изучение	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие сведения о методах и моделях разработки приводов, машин и систем	2	Проверка практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Асимптотические методы расчета элементов оборудования	2	Прием лабораторной работы и сдача отчета	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3	Численные методы расчета элементов оборудования	2	Прием лабораторной работы и сдача отчета	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
4	Численные методы в решении стационарных и нестационарных задач расчета элементов оборудования типа брус и оболочка	2	Проверка практических задач	ПК-6.3, ПК-6.2, ПК-6.3
5	Основы вариационного исчисления в приложении к расчету элементов машин, приводов и систем.	2	Проверка практических задач	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
6	Метод конечных элементов (МКЭ) в решении задач расчета элементов оборудования	3	Прием лабораторной работы и сдача отчета	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3
7	Вариационно-разностный метод расчета простых элементов оборудования и сложных конструкций.	3	Проверка практических задач	ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.03 Современные методики разработки машин, приводов и систем используется рейтинговая система. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся разработана на основе требований «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» Нижнекамского химико-технологического института.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы приводится в положении о рейтинговой системе.

Общий суммарный рейтинг по дисциплине складывается из текущего рейтинга и рейтинга, полученного студентом в ходе промежуточной аттестации в форме экзамена по дисциплине. Текущий рейтинг формируется в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы и ограничивается диапазоном 36 – 60 баллов. Рейтинг, выставленный студенту по результатам экзамена, находится в диапазоне 24 – 40 баллов.

Расчет текущего рейтинга выполняется на основе данных таблицы.

Название	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
практическ. занятие (тетрадь с решением)	6	2	3	12	18
лабораторные занятия (выполнение и отчет)	3	2	4	6	12
реферат	1	4	5	4	6
Контрольная работа	1	6	10	6	12
дискуссия	1	4	5	4	6
доклад	1	4	5	4	6
Всего				36	60
экзамен				24	40
ИТОГО				60	100

При изучении дисциплины предусматривается выполнение контрольной работы, подготовки рефератов, собеседования, тестирования и кейс-задачи.

Таким образом, текущий рейтинг студента перед промежуточной аттестацией должен составить величину, находящуюся в диапазоне 36 – 60 баллов.

Промежуточная аттестация в форме экзамена оценивается числом баллов от 24 до 40. В итоге, суммарный рейтинг по дисциплине должен составить от 60 до 100 баллов.

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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации 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 в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
Методики расчета механосборочных и вспомогательных цехов, участков и малых предприятий машиностроительного производства :учеб. пособие [электронный ресурс] / Е.С. Киселёв ; под общ. ред. Л.В. Худобина. — 2-е изд., испр. и доп.	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1009029 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

— М. : ИНФРА-М, 2019. — 143 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	
Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие [электронный ресурс] / Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В. – М. :Альфа-М, ИНФРА-М Издательский Дом, 2016. - 176 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/555214 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]: учебник / И. И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. - 3-е изд. в электрон. варианте. - Казань : КНИТУ, 2014. Режим доступа: свободный	Единое поисковое окно Электронного каталога УНИЦ КНИТУ http://www.kstu.ru/article.jsp?id=1821&id_e=52135 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Аддитивное производство : учебное пособие [электронный ресурс] / Т.В. Тарасова. — М.: ИНФРА-М, 2021. — 196 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1214591 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : учеб. пособие для вузов [электронный ресурс] / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков [и др.]. — 3-е изд., стер. — М.: ФЛИНТА, 2017. — 358 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1042121 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
3D-печать : практическое руководство [электронный ресурс] / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт ; пер. с англ. М. А. Райтмана. – М.: ДМК Пресс, 2020. - 220 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1094906 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
Аддитивные технологии : лабораторный практикум [электронный ресурс] / М. В. Терехов, Л. Б. Филиппова, А.А. Мартыненко. – М.: ФЛИНТА, 2018. - 74 с. Режим доступа: по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1860049 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.03 «Современные методы разработки машин, приводов и систем» рекомендуется использование электронных источников информации:

1) Электронная библиотечная система «Znanium». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znanium.ru>. Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ.

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1) Актуализированная бесплатная база государственных стандартов, полностью соответствующая каталогу ФГУП «Стандартинформ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplan.ru/list0.htm>, свободный.

2) Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Государственные стандарты [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/gost>, свободный.

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены *оборудованием:*

1. персональные компьютеры Pentium-4 и Celeron
2. компьютерные столы, стулья и парты, учебная доска;

техническими средствами обучения:

1. Компьютерными тренажерами Regre-F4, ITMOP.
2. Тренирующие и контролирующие программы тестирования.

Помещения для самостоятельной работы оснащены *компьютерной техникой:*

1. Персональные компьютеры Pentium-4 и Celeron,
с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины Б1.В.03 «Современные методики разработки машин, приводов и систем»:

1. ОС MS Windows XP;
2. ППП MS Office 2003;
3. CAD-система APM Graph Lite

13. Образовательные технологии

Количество занятий, проводимых в интерактивных формах, согласно учебному плану составляет 18 часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций);
- метод кейсов.