

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

« 14 » апреля 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине *Б1.О.30 Динамика и прочность машин*

Направление подготовки *18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»*

Профиль подготовки *«Машины и аппараты химических производств»*

Квалификация выпускника *бакалавр*

Форма обучения *очная, очно-заочная, заочная*

Факультет *механический*

Кафедра-разработчик рабочей программы *Машины и аппараты химических производств*

Курс 3, семестры 5,6

Форма обучения	Очная (5 сем.)		Очно-заочная (6 сем.)		Заочная (6 сем.)	
	часы	зач. ед.	часы	зач. ед.	часы	зач. ед.
Лекции	18	0,5	9	0,25	4	0,11
Практич. занятия	18	0,5	9	0,25	4	0,11
Лаборат. занятия	18	0,5	9	0,25	4	0,11
Контроль самостоятельной работы	0	0	0	0	0	0
Самостоятельная работа	63	1,75	90	2,5	123	3,42
Форма аттестации (часы на контроль)	экз. (27)	0,75	экз. (27)	0,75	экз. (9)	0,25
Всего	144	4	144	4	144	4

Нижнекамск 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования ( № 923 от 07.08.2020 ) по направлению 18.03.02 \_\_\_\_\_  
(номер, дата утверждения)

«Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(наименование направления)

на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года.

Разработчик программы:

доцент

  
(подпись)

Гайфутдинов А.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 10.03.2021 г. № 7

Зав. кафедрой

  
(подпись)

Сабанаев И.А.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины *Б1.О.30 «Динамика и прочность машин»* являются:

- а) овладение знаниями в области теории сопротивления элементов механических систем при динамическом воздействии внешних нагрузок;
- б) освоение методов расчета и проектирования элементов конструкций, узлов и деталей машин общемашиностроительного назначения при динамических нагрузках;
- в) знакомство с современными компьютерными технологиями расчета и проектирования узлов и деталей машин с учетом динамических условий их работы.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина *Б1.О.30 «Динамика и прочность машин»* относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки *18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»* набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской и организационно-управленческой видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины *«Динамика и прочность машин»* бакалавр по направлению подготовки *18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»* должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- *Б1.О.12 математика;*
- *Б1.О.13 физика;*
- *Б1.О.18 инженерная и компьютерная графика*
- *Б1.О.19 машиностроительное черчение*
- *Б1.О.21 теоретическая механика;*
- *Б1.О.24 сопротивление материалов;*
- *Б1.О.25 теория механизмов и машин;*
- *Б1.О.26 детали машин*

Дисциплина *Б1.О.30 «Динамика и прочность машин»* является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- *Б1.В.05 проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств;*
- *Б1.В.08 конструирование и расчет элементов оборудования отрасли*

Знания, полученные при изучении дисциплины *Б1.О.30 «Динамика и прочность машин»* могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки *18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»*.

### **3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.1 Знает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.2 Умеет использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.3 Владеет математическими, физическими, физико-химическими, химическими методами для решения задач профессиональной деятельности

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

**Знать:** теории сопротивления деталей машин и элементов инженерных конструкций при воздействии повторно-переменного и, в частности, циклического нагружения; математические основы теории колебаний и ее приложения к расчету крутильных и изгибных колебаний быстровращающихся валов, а также определения критических скоростей вращения.

**Уметь:** использовать современные компьютерные программные системы CAD\CAE\CAM для решения задач расчета и проектирования узлов и деталей машин, работающих в существенно динамических условиях; работать с источниками информации.

**Владеть:** навыками использования стандартных пакетов для моделирования технических объектов и технологических процессов; теоретическими основами и практическим применением к решению задач сопротивления конструкций при движении с постоянными ускорениями и ударном действии нагрузки.

### **4. Структура и содержание дисциплины «Динамика и прочность машин» (очная/очно-заочная/заочная формы обучения)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр(о/о3/з)	Виды учебной работы (в часах о/о3/з)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	КСР	СРС	

1	Общие вопросы динамики и прочности машин	5/ 6/ 6	2/1/1	4/2/1	0/0/0	0	10/18/25	Текущий контроль, экзамен
2	Прочность и жесткость конструкций при ускорениях	5/ 6/ 6	6/3/1	8/4/1	0/0/0	0	14/20/25	Текущий контроль, контрольная работа, экзамен
3	Колебания механических систем	5/ 6/ 6	4/2/1	6/3/2	0/0/0	0	19/24/34	Текущий контроль, расчетно-графическая работа, экзамен
4	Расчеты вращающихся деталей машин	5/ 6/ 6	6/3/1	0/0/0	18/9/4	0	20/28/39	Лабораторная работа, контрольная работа, экзамен
Итого			18/9/4	18/9/4	18/9/4	0	63/90/123	
Форма аттестации								Экз.(очн., очно-заочн. – 27 ч., заочн. – 9 ч.)

### **5. Содержание лекционных занятий по темам (очная/очно-заочная/заочная формы обучения)**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы (о/оз/з)	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие вопросы динамики и прочности машин	2/1/0,5	Понятие, характеристики, классификация динамических задач	Статические и динамические нагрузки. Особенности построения расчетных схем при динамическом воздействии. Характерные случаи динамического нагружения.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Прочность и жесткость конструкций при ускорениях	2/1/0,5	Принцип расчета деталей машин при динамическом воздействии	Основы теории расчетов при динамическом действии нагрузок. Влияние сил инерции. Принцип Даламбера. Особенности построения уравнений равновесия.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		2/1/0,5	Прочность и жесткость при движении с постоянным ускорением	Механические расчеты при движении тел с постоянным ускорением. Коэффициент динамичности. Решение задач при деформации растяжения и сжатия, изгиба и кручения.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		2/1/0,5	Прочность и жесткость конструкций при ударном	Особенности расчетов при ударном действии нагрузки. Коэффициент динамичности при ударе. Расчет на прочность и жесткость деталей машин при	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

			воздействии нагрузки	растяжении и сжатии, изгибе и кручении при ударном характере приложения нагрузки. Коэффициент жесткости упругих элементов. Коэффициент приведенной массы упругой системы	
3	Колебания механических систем	2/1/0,5	Основы теории колебаний	Теория колебаний. Продольные и поперечные колебания. Собственные линейные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания с учетом и без учета сил сопротивления. Явление резонанса. Коэффициент нарастания колебаний.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		2/1/0	Колебания с несколькими степенями свободы	Изгибные и крутильные колебания бруса с несколькими дисками. Дифференциальные уравнения движения упругой системы. Колебания систем с бесконечным числом степеней свободы.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Расчеты вращающихся деталей машин	2/1/0,5	Критическая скорость вращения вала	Понятие критической скорости вращения вала. Выбор рабочей частоты вращения. Приближенный энергетический метод определения критической скорости – способ Релея.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		2/1/0,5	Механические расчеты при циклическом характере воздействия нагрузки	Особенности разрушения при повторно-переменном воздействии нагрузки. Экспериментальные способы определения предела выносливости. Влияние различных факторов на величину предела выносливости. Расчет бруса на выносливость.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		2/1/0,5	Компьютерные средства расчета и проектирования механических систем при динамическом воздействии нагрузки	Компьютерные программные средства механических расчетов. Обзор наиболее известных компьютерных систем CAD\CAE\CAM, предназначенных для проведения расчетов при динамическом воздействии нагрузок. Применение САПР для решения задач проектирования элементов конструкций и механизмов, испытывающих динамические воздействия.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

## 6. Содержание практических занятий (очная/очно-заочная/заочная формы обучения)

Цель проведения практических занятий состоит в получении практических навыков и формировании умений применять на практике полученные теоретические знания в области решения прикладных задач динамики и прочности машин.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы (о/оз/з)	Тема практического занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Общие вопросы динамики прочности машин	4/2/1	Энергетические методы расчета	Расчеты перемещений сечений бруса энергетическими методами	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Прочность и жесткость конструкций при ускорениях	2/2/1	Динамические задачи при постоянном ускорении	Механические расчеты бруса, испытывающего растяжение-сжатие, изгиб, при движении с постоянным ускорением	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		2/1/1	Удар при растяжении-сжатии	Механические расчеты при растяжении и сжатии, вызванном ударным приложением нагрузки. Напряжения, деформации и коэффициент динамичности. Пружины.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		4/1/0	Удар при кручении и изгибе	Ударное кручение и изгиб. Расчеты на прочность и жесткость. Рессоры. Торсионы.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Колебания механических систем	2/1/1	Колебания с одной степенью свободы	Расчет частоты собственных колебаний с одной степенью свободы с учетом и без учета сил сопротивления. Определение зоны резонанса. Вычисление коэффициента нарастания колебаний.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		4/2/0	Колебания с двумя и тремя степенями свободы	Расчет частоты собственных колебаний бруса с двумя степенями свободы при изгибе. Принцип расчета и сложности, возникающие при решении задачи бруса с тремя степенями свободы.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

## **7. Содержание лабораторных занятий** **(очная/очно-заочная/заочная формы обучения)**

Цель – формирование реальных представлений о работе элементов механических систем в различных условиях деформирования, получение навыков обработки результатов в области решения прикладных задач динамики и прочности машин.

Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории сопротивления материалов кафедры МАХП (ауд. 101), оснащенной действующими моделями и макетами и необходимым учебно-методическим обеспечением.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы (о/оз/з)	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
4	Расчеты вращающихся деталей машин	4/3/2	Расчет критической скорости вращения вала с постоянной жесткостью сечения	Определение критической скорости вращения вала на крутильные и изгибные колебания различными методами.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		7/3/1	Расчет критической скорости вращения вала с переменной жесткостью сечения	Определение критической скорости вращения вала переменной жесткости с учетом собственного веса с помощью программы WinCritc	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
		7/3/1	Расчет вала на усталостную прочность	Расчеты деталей машин при циклическом действии нагрузки	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

## **8. Самостоятельная работа бакалавра** **(очная/очно-заочная/заочная формы обучения)**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы (о/оз/з)	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение. Общие сведения о динамических нагрузках	5/8/10	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - подготовка к практическим занятиям; - выполнение домашних заданий	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Принцип расчета деталей	5/10/15	- изучение теоретического	ОПК-2.1



	машин при динамическом воздействии		материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - подготовка к практическим занятиям; - выполнение домашних заданий;	ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Прочность и жесткость при движении с постоянным ускорением	6/8/10	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - подготовка к практическим занятиям; - выполнение домашних заданий; - подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Прочность и жесткость конструкций при ударном воздействии нагрузки	8/12/15	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - подготовка к практическим занятиям; - выполнение домашних заданий	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Основы теории колебаний	9/10/14	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - подготовка к практическим занятиям; - выполнение домашних заданий	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6	Колебания с несколькими степенями свободы	10/14/20	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - подготовка к практическим занятиям; - выполнение домашних заданий; - выполнение расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7	Критическая скорость вращения вала	6/8/12	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - оформление отчетов по лабораторным работам;	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8	Механические расчеты при циклическом характере воздействия нагрузки	7/10/13	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой;	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

			- оформление отчетов по лабораторным работам;	
9	Компьютерные средства расчета и проектирования механических систем при динамическом воздействии нагрузки	7/10/14	- изучение теоретического материала, не рассмотренного во время лекций; - работа с конспектами лекций, дополнительной литературой; - оформление отчетов по лабораторным работам;	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Динамика и прочность машин» 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» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ»).

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

При изучении дисциплины «Динамика и прочность машин» предусматривается проведение лекций, практических занятий, выполнение лабораторных работ и контрольной работы. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

### *Очная и очно-заочная формы обучения*

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во (о/оз)</b>	<b>Min, баллов (базовый уровень)</b>	<b>Max, баллов (повышенный уровень)</b>
<b>Посещаемость</b>	-	5	7
<b>Практические занятия</b>	9/5	10	18
<b>Лабораторная работа</b>	3/3	9	15
<b>Контрольная работа</b>	1/1	6	10
<b>Расчетно-графическая работа</b>	1/1	6	10
<b>Экзамен</b>	1/1	24	40
<b>Итого:</b>		60	100

### **Заочная форма обучения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов (базовый уровень)</b>	<b>Max, баллов (повышенный уровень)</b>
<b>Посещаемость</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>
<b>Лабораторная работа</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>15</b>
<b>Контрольная работа</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

#### **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 «Динамика и прочность машин» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Яцун, С.Ф. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры: учебное пособие / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, Е.Н. Политов. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 208 с.- Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=314716">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=314716</a> , по паролю.- ЭБС «Znaniy» УМО	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znaniy» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
2. Сабанаев, И.А. Динамика и прочность машин: учебное пособие / И.А. Сабанаев, Ф.М. Алмакаева.-Нижекамск: НХТИ, 2014. -137 с.	41

#### **11.2 Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Сабанаев, И.А. Лабораторный практикум по прикладной механике: учебное пособие / НХТИ; И.А. Сабанаев, Ф.М. Алмакаева, М.А. Закиров. - Нижнекамск: НХТИ, 2011. -100 с.	45
2. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Учебник / Варданян Г. С., Андреев В. И., Горшков А. А., Варданян Г. С., Атаров Н. М., 2-е изд., испр. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 512 с. - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=448729">http://znanium.com/bookread2.php?book=448729</a> .- ЭБС «Znanium»	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)

### **11.3 Электронные источники информации**

При изучении дисциплины *«Динамика и прочность машин»* использование электронных источников информации:

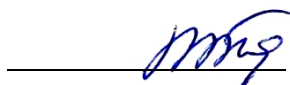
- 1) Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>;
- 2) Федеральный портал информационно-образовательных ресурсов <http://www.fcior.edu.ru>;
- 3) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>.

### **11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

1. Справочник инженера - механика <http://www.technosphera.ru/lib/book/23>

#### **Согласовано:**

Зав. отделом  
по библиотечному  
обслуживанию



В.Я. Тарасова

### **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины *«Динамика и прочность машин»* используются:

<b>№ кабинета, название</b>	<b>Перечень основного оборудования в учебных кабинетах</b>
101 Лаборатория сопротивления материалов	Прибор для определения характеристик, универсальная испытательная машина МУП , разрывная машина, машина для определения динамической вязкости, компьютер, комплект демонстрационных материалов «Сопротивление материалов» (205 folий), стенды. <b>Программное обеспечение:</b> Windows XP, Microsoft Office 2007, Антивирус Касперского

109 Компьютерный класс	Системный блок, монитор <b>Программное обеспечение:</b> Windows XP, Microsoft Office 2007, Антивирус Касперского
111 Кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций	Компьютер, подключенные к сети «Интернет». <b>Программное обеспечение:</b> Windows XP, Microsoft Office 2007, Антивирус Касперского
112 Аудитория для проведения лекционных занятий	Оверхэд – проектор, рулонный настенный экран, токарно-винторезный станок.
323 Аудитория для проведения практических занятий	Стол-парты, набор учебно-наглядных пособий.

### 13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Распределение часов (очная / очно-заочная/заочная)

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	часы
Прочность и жесткость при движении с постоянным ускорением	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1/1/1
	Практическое занятие	Разбор конкретной прикладной задачи по индивидуальным заданиям для каждого студента	1/1/1
Прочность и жесткость конструкций при ударном воздействии нагрузки	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1/1/1
Основы теории колебаний	Практическое занятие	Разбор конкретной прикладной задачи по индивидуальным заданиям для каждого студента	1/1/1
Критическая скорость вращения вала	Лабораторное занятие	Работа с элементами исследования	1/1/1
Механические расчеты при циклическом характере воздействия нагрузки	Лабораторное занятие	Работа с элементами исследования	1/1/1
Итого			6/6/6

