

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

« 3 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости»
 Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
 Профиль / программа «Оборудование нефтегазопереработки»
 Квалификация выпускника бакалавр
 Форма обучения очная, очно-заочная, заочная
 Факультет механический
 Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

| Форма обучения | очная | | очно-заочная | | заочная | |
|---|-------|---------|--------------|---------|---------|---------|
| | Курс | Семестр | Курс | Семестр | Курс | Семестр |
| | 3 | 5 | 3 | 6 | 4 | 7 |
| | Часы | з.е. | Часы | з.е. | Часы | з.е. |
| Лекции | 18 | 0,5 | 9 | 0,25 | 6 | 0,167 |
| Лабораторные занятия | 18 | 0,5 | 9 | 0,25 | 4 | 0,111 |
| Практические занятия | 18 | 0,5 | 9 | 0,25 | 4 | 0,111 |
| Контроль СР | 27 | 0,75 | 36 | 1,0 | 4 | 0,111 |
| Самостоятельная работа | 36 | 1,0 | 54 | 1,5 | 117 | 3,25 |
| Форма аттестации (часы на контроль) - экзамен | 27 | 0,75 | 27 | 0,75 | 9 | 0,25 |
| Всего | 144 | 4 | 144 | 4 | 144 | 4 |

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования
(№ 728 от 09.08.2021)
(номер, дата утверждения)

по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

профилю бакалавриата «Оборудование нефтегазопереработки»,
на основании учебного плана набора обучающихся 2023 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 «19» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой

(подпись)



И.Н. Мадьшев
(И.О. Фамилия)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» 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.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» относится к *дисциплин по выбору* и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, организационно-управленческой и проектной видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- Б1.О.12 Математика;
- Б1.О.13 Физика;
- Б1.О.16 Информационные технологии (информатика);
- Б1.О.18 Инженерная и компьютерная графика;
- Б1.О.21 Теоретическая механика;
- Б1.О.24 Сопротивление материалов.

Дисциплина Б1.Б.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- Б1.В.09 Основы проектирования и конструирования;
- Б1.В.10 Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

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

| | |
|--------|--|
| ОПК-11 | Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; |
|--------|--|

- ОПК-11.1 Знает основные принципы нормирования требований к деталям, сборочным единицам, механизмам, машинам, возможные неисправности различных элементов технологического оборудования
- ОПК-11.2 Умеет применять теоретические знания для определения оптимальных параметров производственных процессов, технологического контрольно-измерительного оборудования, обеспечивающих заданный уровень качества; проводить анализ причин возможных неисправностей, разрабатывать мероприятия по их предупреждению
- ОПК-11.3 Владеет основными методами контроля качества и методиками оценки технологичности машин и оборудования; методами разработки мероприятий по предупреждению нарушения работоспособности оборудования
- ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования;
- ОПК-13.1 Знает стандартные методы расчета деталей и узлов технологических машин и оборудования
- ОПК-13.2 Умеет использовать стандартные методы расчета деталей и узлов технологических машин и оборудования
- ОПК-13.3 Владеет навыками расчета основных параметров механизмов, расчета на прочность и устойчивость формы деталей и узлов технологических машин и оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: а) теории сопротивления деталей машин и элементов инженерных конструкций при воздействии повторно-переменного и, в частности, циклического нагружения;

б) математические основы теории колебаний и ее приложения к расчету крутильных и изгибных колебаний быстровращающихся валов, а также определения критических скоростей вращения.

2) Уметь: а) использовать современные компьютерные программные системы CAD\CAE\CAM для решения задач расчета и проектирования узлов и деталей машин, работающих в существенно динамических условиях;

б) работать с источниками информации.

3) Владеть: а) навыками использования стандартных пакетов для моделирования технических объектов и технологических процессов;

б) теоретическими основами и практическим применением к решению задач сопротивления конструкций при движении с постоянными ускорениями и ударном действии нагрузки.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

4.1. Очная форма

| № п / п | Раздел дисциплины | Семестр | Виды учебной работы (в часах) | | | | | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|----------------------------|--|---------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----|-----|---|
| | | | Лекции | Практич еские занятия | Лаборат орные занятия | СРС | КСР | |
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 7 | Реферат, практические задачи, лабораторная работа |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 5 | 6 | 4 | 6 | 12 | 7 | Практические задачи, лабораторная работа, контрольная работа |
| 3 | Колебания механических систем | 5 | 4 | 4 | 4 | 8 | 7 | Практические задачи, лабораторная работа |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 5 | 6 | 6 | 6 | 12 | 6 | Практические задачи, лабораторная работа |
| | Итого | | 18 | 18 | 18 | 36 | 27 | |
| Форма аттестации 5 семестр | | | | | | | | экзамен – 27 часов |

4.2. Очно-заочная форма

| № п / п | Раздел дисциплины | Семестр | Виды учебной работы (в часах) | | | | | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|------------------|--|---------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----|-----|---|
| | | | Лекции | Практич еские занятия | Лаборат орные занятия | СРС | КСР | |
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 6 | 1 | 2 | 1 | 18 | 9 | Реферат, практические задачи, лабораторная работа |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при | 6 | 3 | 2 | 3 | 24 | 9 | Практические задачи, лабораторная |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|----|----|--|
| | ускорениях | | | | | | | работа, контрольная работа |
| 3 | Колебания механических систем | 6 | 2 | 2 | 2 | 24 | 9 | Практические задачи, лабораторная работа |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 6 | 3 | 3 | 3 | 24 | 9 | Практические задачи, лабораторная работа |
| | Итого | | 9 | 9 | 9 | 54 | 36 | |
| Форма аттестации 6 семестр | | | | | | | | экзамен – 27 часов |

4.3. заочная форма

| № п / п | Раздел дисциплины | Семестр | Виды учебной работы (в часах) | | | | | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|----------------------------|--|---------|----------------------------------|----------------------|----------------------|-----|-----|--|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | СРС | КСР | |
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 7 | 1 | - | - | 30 | 1 | реферат |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 7 | 1 | - | - | 29 | 1 | Контрольная работа |
| 3 | Колебания механических систем | 7 | 2 | 2 | 2 | 29 | 1 | Практические задачи, лабораторная работа |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 7 | 2 | 2 | 2 | 29 | 1 | Практические задачи, лабораторная работа |
| | Итого | | 6 | 4 | 4 | 117 | 4 | |
| Форма аттестации 7 семестр | | | | | | | | экзамен – 9 часов |

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

5.1. Очная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Ча-сы | Тема лекционного занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-------|--|--|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 2 | 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 | 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 | 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 | Прочность и жесткость конструкций при ударном воздействии нагрузки | Особенности расчетов при ударном действии нагрузки. Коэффициент динамичности при ударе. Расчет на прочность и жесткость деталей машин при растяжении и сжатии, изгибе и кручении при ударном характере приложения нагрузки. Коэффициент жесткости упругих элементов. Коэффициент приведенной массы упругой системы | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 2 | 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 | 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 | 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 | Механические расчеты при циклическом | Особенности разрушения при повторно-переменном воздействии нагрузки. Экспериментальные способы определения предела | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|---------------------------------|
| | | | характере воздействия нагрузки | выносливости. Влияние различных факторов на величину предела выносливости. Расчет бруса на выносливость. | |
| | | 2 | 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 |

5.2. Очно-заочная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Ча-сы | Тема лекционного занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-------|--|--|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики прочности машин | 1 | 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 | 1 | 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 |
| | | 1 | 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 |
| | | 1 | Прочность и жесткость конструкций при ударном воздействии нагрузки | Особенности расчетов при ударном действии нагрузки. Коэффициент динамичности при ударе. Расчет на прочность и жесткость деталей машин при растяжении и сжатии, изгибе и кручении при ударном характере приложения нагрузки. Коэффициент жесткости упругих элементов. Коэффициент приведенной массы упругой системы | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 1 | 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 |
| | | 1 | Колебания с несколькими | Изгибные и крутильные колебания бруса с несколькими дисками. Дифференциальные уравнения | ОПК-2.1, ОПК-2.2, |

| | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--|---|---------------------------|
| | | | степенями свободы | движения упругой системы. Колебания систем с бесконечным числом степеней свободы. | ОПК-2.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 1 | 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 |
| | | 1 | 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 |
| | | 1 | 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 |

5.3. заочная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Часы | Тема лекционного занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|--|--|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики прочности машин | 1 | Понятие, характеристики, классификация динамических задач | Статические и динамические нагрузки. Особенности построения расчетных схем при динамическом воздействии. Характерные случаи динамического нагружения. | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 1 | Принцип расчета деталей машин при динамическом воздействии | Основы теории расчетов при динамическом действии нагрузок. Влияние сил инерции. Принцип Даламбера. Особенности построения уравнений равновесия. | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| | | | 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-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| | | | Прочность и жесткость конструкций при ударном воздействии нагрузки | Особенности расчетов при ударном действии нагрузки. Коэффициент динамичности при ударе. Расчет на прочность и жесткость деталей машин при растяжении и сжатии, изгибе и кручении при ударном характере приложения нагрузки. Коэффициент жесткости упругих элементов. | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |

| | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--|---|------------------------------|
| | | | | Коэффициент приведенной массы упругой системы | |
| 3 | Колебания механических систем | 2 | 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-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| | | | 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-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 2 | Критическая скорость вращения вала | Понятие критической скорости вращения вала. Выбор рабочей частоты вращения. Приближенный энергетический метод определения критической скорости – способ Релея. | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| | | | 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-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| | | | 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-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |

6. Содержание лабораторных занятий (лабораторного практикума)

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.

6.1. Очная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Часы | Тема лабораторного занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|--|---|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 4 | Измерение перемещений при плоском изгибе | Измерение перемещений при плоском изгибе на модели двухопорного бруса и расчеты перемещений | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

| | | | | | |
|---|--|---|--|---|---------------------------------|
| | | | | сечений бруса энергетическими методами | |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 4 | Определение момента заземления статически неопределимого бруса | Измерение момента заземления на модели статически неопределимого бруса и его расчет с помощью метода сил | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 4 | Решение задачи о частоте резонансных колебаний с помощью табличной модели | Разработка табличной модели бруса для расчета частоты собственных колебаний с несколькими степенями свободы с учетом собственного веса отдельных его сегментов | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 6 | Моделирование вала центробежного насоса с целью определения первой критической скорости вращения | Определение критической частоты вращения вала центробежного насоса с несколькими сосредоточенными массами с использованием компьютерного моделирования в среде САЕ-систем | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

6.2. Очно-заочная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Ча-сы | Тема лабораторного занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-------|---|--|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 2 | Измерение перемещений при плоском изгибе | Измерение перемещений при плоском изгибе на модели двухопорного бруса и расчеты перемещений сечений бруса энергетическими методами | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 2 | Определение момента заземления статически неопределимого бруса | Измерение момента заземления на модели статически неопределимого бруса и его расчет с помощью метода сил | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 2 | Решение задачи о частоте резонансных колебаний с помощью табличной модели | Разработка табличной модели бруса для расчета частоты собственных колебаний с несколькими степенями свободы с учетом собственного веса отдельных его сегментов | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся | 3 | Моделирование вала | Определение критической частоты вращения вала | ОПК-2.1, ОПК-2.2, |

| | | | | | |
|--|---------------|--|---|---|---------|
| | деталей машин | | центробежного насоса с целью определения первой критической скорости вращения | центробежного насоса с несколькими сосредоточенными массами с использованием компьютерного моделирования в среде САЕ-систем | ОПК-2.3 |
|--|---------------|--|---|---|---------|

6.3. заочная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Ча-сы | Тема лабораторного занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|-----------------------------------|-------|--|--|-----------------------------------|
| 1 | Колебания механических систем | 2 | Определение перемещений сечений при плоском изгибе | Измерение перемещений при изгибе, проводится на физической модели двухопорного бруса. Результаты измерений сравниваются с результатами расчетов, выполненных с помощью энергетических методов. | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| 2 | Расчеты вращающихся деталей машин | 2 | Определение момента защемления статически неопределимого бруса | Решение задачи проводится опытным путем с помощью физической модели. Результаты измерений сравниваются с результатами, полученными расчетными способами. | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |

7. Содержание практических занятий

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.

7.1. Очная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Ча-сы | Тема практического занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-------|-------------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики прочности машин | 2 | Энергетические методы расчета | Расчеты перемещений сечений бруса энергетическими методами | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 2 | Прочность и | 2 | Динамические | Механические расчеты | ОПК-2.1, ОПК-2.2, |

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|---|---------------------------|
| | жесткость конструкций при ускорениях | | задачи при постоянном ускорении | бруса, испытывающего растяжение-сжатие, изгиб, при движении с постоянным ускорением | ОПК-2.3 |
| | | 2 | 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 |
| | | 2 | 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 | 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 |
| | | 2 | 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 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 2 | Критическая скорость вращения вала | Практические задачи расчета критической скорости вращения вала на крутильные и изгибные колебания различными методами. | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| | | 2 | Расчет на выносливость | Расчеты деталей машин при циклическом действии нагрузки. | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| | | 2 | Компьютерные программы динамических расчетов | Применение модулей программной системы АРМ WinMachine для проведения механических расчетов вала, пружин, подшипников и других деталей при динамическом воздействии нагрузок. | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

7.2. Очно-заочная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Часы | Тема практического занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|--|---|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики прочности машин | 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 | 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 |
| | | 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 |
| | | 1 | 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 | 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 |
| | | 1 | 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 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 1 | Критическая скорость вращения вала | Практические задачи расчета критической скорости вращения вала на крутильные и изгибные колебания различными методами. | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| | | 1 | Расчет на выносливость | Расчеты деталей машин при циклическом действии | ОПК-2.1, ОПК-2.2, |

| | | | | | |
|--|--|---|--|--|---------------------------------|
| | | | | нагрузки. | ОПК-2.3 |
| | | 1 | Компьютерные программы динамических расчетов | Применение модулей программной системы АРМ WinMachine для проведения механических расчетов вала, пружин, подшипников и других деталей при динамическом воздействии нагрузок. | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

7.3. заочная форма

| № п/п | Раздел дисциплины | Часы | Тема практического занятия | Краткое содержание | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|-----------------------------------|------|------------------------------------|--|------------------------------------|
| 1 | Колебания механических систем | 2 | Критическая скорость вращения вала | Практические задачи расчета критической скорости вращения вала на крутильные и изгибные колебания различными методами. | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| 2 | Расчеты вращающихся деталей машин | 2 | Расчет на выносливость | Расчеты деталей машин при циклическом действии нагрузки. | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |

8. Самостоятельная работа бакалавра

8.1. Очная форма

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы | Форма СРС | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|--|-----------------------------------|
| 1 | Введение. Общие сведения о динамических нагрузках | 4 | Подготовка реферата и его защита, выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 2 | Принцип расчета деталей машин при динамическом воздействии | 4 | Подготовка к контрольной работе, выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 3 | Прочность и жесткость при движении с постоянным ускорением | 4 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 4 | Прочность и жесткость конструкций при ударном воздействии нагрузки | 4 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 5 | Основы теории колебаний | 4 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

| | | | | |
|---|--|---|--|---------------------------|
| 6 | Колебания с несколькими степенями свободы | 4 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 7 | Критическая скорость вращения вала | 4 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 8 | Механические расчеты при циклическом характере воздействия нагрузки | 4 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 9 | Компьютерные средства расчета и проектирования механических систем при динамическом воздействии нагрузки | 4 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

8.2. Очно-заочная форма

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы | Форма СРС | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|--|-----------------------------------|
| 1 | Введение. Общие сведения о динамических нагрузках | 6 | Подготовка реферата и его защита, выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 2 | Принцип расчета деталей машин при динамическом воздействии | 6 | Подготовка к контрольной работе, выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 3 | Прочность и жесткость при движении с постоянным ускорением | 6 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 4 | Прочность и жесткость конструкций при ударном воздействии нагрузки | 6 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 5 | Основы теории колебаний | 6 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 6 | Колебания с несколькими степенями свободы | 6 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 7 | Критическая скорость вращения вала | 6 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 8 | Механические расчеты при циклическом характере воздействия нагрузки | 6 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
| 9 | Компьютерные средства расчета и проектирования механических систем при динамическом воздействии нагрузки | 6 | Выполнение лабораторной работы и отчет, решение практических задач | ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |

8.3. заочная форма

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Ча-сы | Форма СРС | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-------|--|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 30 | Подготовка реферата | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 29 | Решение контрольной работы | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 29 | Решение практических задач; Выполнение лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 29 | Решение практических задач; Выполнение лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |

9. Контроль самостоятельной работы бакалавра

9.1.Очная форма

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Ча-сы | Форма КСР | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-------|---|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 7 | Проверка реферата, Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 7 | Проверка контрольной работы, Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 7 | Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 6 | Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |

9.2.Очно-заочная форма

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Ча-сы | Форма КСР | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|---|-------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 9 | Проверка реферата, Проверка решения | ОПК-11.1, ОПК-11.2, |

| | | | | |
|---|--|---|---|------------------------------------|
| | | | практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-11.3 |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 9 | Проверка контрольной работы, Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 9 | Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 9 | Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |

9.3. заочная форма

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы | Форма КСР | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|--|------------------------------------|
| 1 | Общие вопросы динамики и прочности машин | 1 | Проверка реферата | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2 | Прочность и жесткость конструкций при ускорениях | 1 | Проверка контрольной работы | ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3 | Колебания механических систем | 1 | Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |
| 4 | Расчеты вращающихся деталей машин | 1 | Проверка решения практических задач; Проверка выполнения лабораторной работы | ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3 |

10. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» используется рейтинговая система, основанная на «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ». Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

Учебным планом предусмотрен промежуточный контроль в форме экзамена. Текущий рейтинг выставляется за успешное решение задач на практических занятиях и выполнения лабораторных работ. Его диапазон составляет значения от 36 до 60 баллов. Промежуточный контроль в форме экзамена предполагает успешный ответ на два вопроса экзаменационного билета и позволяет получить от 24 до 40 единиц, доведя

общий рейтинг, – совместно с текущим, до значения 60 – 100 баллов. Оценки за перечисленные мероприятия приводятся в таблицах.

Расчет суммарного рейтинга для очной и очно-заочной форм обучения

| Название | Диапазон оценок мин - макс | Кол-во | Всего |
|----------------------|-------------------------------|--------|---------|
| Лабораторные занятия | 2 - 5 | 4 | 8 - 20 |
| Практические занятия | 2 | 9 | 18 - 18 |
| Рефераты | 4 – 8 | 1 | 4 – 8 |
| Контрольная работа | 6 – 14 | 1 | 6 – 14 |
| Текущий рейтинг | | | 36 - 60 |
| экзамен | | | 24 - 40 |

Итого (мин – макс): 60 - 100

Расчет суммарного рейтинга для заочной форм обучения

| Название | Диапазон оценок мин - макс | Кол-во | Всего |
|--|-------------------------------|--------|---------|
| Решение практических задач | 6 - 10 | 2 | 12 - 20 |
| Выполнение и отчет по лабораторным работам | 6 - 10 | 2 | 12 - 20 |
| Решение контрольной работы | 6 - 10 | 1 | 6 – 10 |
| Реферат | 3 - 10 | 1 | 6 - 10 |
| Текущий рейтинг | | | 36 - 60 |
| Экзамен | | | 24 - 40 |

Итого (мин – макс): 60 – 100

11. 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.

12. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

12.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

| Основные источники информации | Кол-во экз. |
|---|--|
| Схиртладзе, А. Г. Сопротивление материалов: учебник: В 2 ч. Ч. 1 / А.Г. Схиртладзе, А.В. Чеканин, В.В. Волков. – М.: КУРС : ИНФРА-М, 2018. - 272 с. – Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium» | ЭБС «Znanium». https://znanium.com/catalog/product/933939 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |
| Схиртладзе, А. Г. Сопротивление материалов : в 2 ч. Ч. 2. : учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Чеканин, В.В. Волков. — М.: КУРС : ИНФРА-М, 2018. — 192 с. – Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium» | ЭБС «Znanium». https://znanium.com/catalog/product/933947 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |
| Динамика механических систем : учебн. пособ. / А. Н. Щепин, М. В. Брунгардт, Е. В. Брюховецкая, О. В. Конищева. -Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020.-156 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium» | ЭБС «Znanium». https://znanium.com/catalog/product/1818894 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |

12.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Дополнительные источники информации | Кол-во экз. |
|--|--|
| Сабанаев, И.А. Динамика и прочность машин: учебное пособие / И.А. Сабанаев, Ф.М. Алмакаева.- Нижнекамск: НХТИ, 2014. -137 с. | 41 экз. библиотека УНИЦ НХТИ |
| Прикладная механика : учебное пособие / В. Т. Батиенков, В. А. Волосухин, С. И. Евтушенко [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — 339 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium» | ЭБС «Znanium». https://znanium.com/catalog/product/1021436 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |
| Зиомковский, В. М. Прикладная механика: Учебное пособие / Зиомковский В.М., Троицкий И.В., - 2-е изд., стер. - Москва :Флинта, 2017. - 288 с. - Режим доступа: по паролю ЭБС «Znanium» | ЭБС «Znanium». https://znanium.com/catalog/product/960145 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ |

12.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости» 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.

12.4 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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Модель двухопорного бруса с комплектом измерительного оборудования для определения перемещений поперечных сечений;

2. Модель статически неопределимого бруса с измерительным оборудованием для определения момента защемления.

техническими средствами обучения:

1. комплект демонстрационных материалов «Соппротивление материалов» (205 фолий);

2. оверхэд – проектор.

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.О.27 «Основы теории колебаний и виброустойчивости»:

1. ОС MS Windows XP;

2. ППП MS Office 2003:

3. CAD-система APM Graph Lite

14. Образовательные технологии

Объем занятий, проводимых в интерактивной форме, согласно учебному плану составляет 6 часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- работа в малых группах.