

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра конструкторско-
технологического обеспечения
машиностроительных
производств (КТОМСП МТФ)**

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра конструкторско-
технологического обеспечения
машиностроительных
производств (КТОМСП МТФ)**

наименование кафедры

Е.Г.Зеленкова

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН В САЕ-
СРЕДАХ**

Дисциплина Б1.В.06 Анализ работоспособности элементов машин в САЕ-средах

Направление подготовки / специальность 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль) _____

Форма обучения очная

Год набора 2018

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

150000 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Программу к. т. н., доцент, Колбасина Н. А.
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является: обеспечение базы теоретической подготовки будущим проектировщикам в области прикладной механики деформируемого твердого тела и основ моделирования инженерных задач в современных конечно-элементных пакетах, необходимой для изучения дальнейших дисциплин и для практической деятельности инженеров-проектировщиков.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является: приобретение и развитие знаний, умений и навыков, позволяющих овладеть теоретическими методами расчетов на прочность и устойчивость элементов конструкций и машин, использовать программные продукты для решения практических задач..

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| |
|---|
| ОПК-2: способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности |
| ОПК-3: способностью использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-4: способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа |
| ПК-1: способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий |
| ПК-2: способностью использовать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий |
| ПК-3: способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке |

структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплины предшествующие изучению курса:

Метрология в машиностроении

Оборудование автоматизированного производства

Основы проектирования и детали машин

Процессы и операции формообразования

Технологическое оборудование машиностроительных производств

Анализ и синтез механизмов в CAD/CAE-средах (ТММ)

Информационное обеспечение инженерных задач (базы данных)

Технология конструкционных материалов

Перечень дисциплин и их разделов (тем), усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины:

Метрология в машиностроении

Оборудование автоматизированного производства

Основы проектирования и детали машин

Процессы и операции формообразования

Технологическое оборудование машиностроительных производств

Анализ и обработка данных

Основы создания машин

Основы технологии машиностроения

Промышленная логистика

Информационная поддержка жизненного цикла продукции

Технологическое проектирование

Размерный анализ машин

Разработка управляющих программ в САМ-средах

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=18048>

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Семестр |
|--|--|----------------|
| | | 5 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 5 (180) | 5 (180) |
| Контактная работа с преподавателем: | 2 (72) | 2 (72) |
| занятия лекционного типа | 1 (36) | 1 (36) |
| занятия семинарского типа | | |
| в том числе: семинары | | |
| практические занятия | | |
| практикумы | | |
| лабораторные работы | 1 (36) | 1 (36) |
| другие виды контактной работы | | |
| в том числе: групповые консультации | | |
| индивидуальные консультации | | |
| иная внеаудиторная контактная работа: | | |
| групповые занятия | | |
| индивидуальные занятия | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 2 (72) | 2 (72) |
| изучение теоретического курса (ТО) | | |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ) | | |
| реферат, эссе (Р) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | Нет |
| курсовая работа (КР) | Нет | Нет |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 1 (36) | 1 (36) |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа (акад. час) | Занятия семинарского типа | | Самостоятельная работа, (акад. час) | Формируемые компетенции |
|-------|---|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или Практические занятия (акад. час) | Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Введение в дисциплину | 4 | 0 | 2 | 8 | |
| 2 | Напряженно-деформируемое состояние | 4 | 0 | 6 | 14 | |
| 3 | Материал модели. Граничные условия | 4 | 0 | 6 | 12 | |
| 4 | Основные расчетные задачи. Моделирование контакта | 8 | 0 | 10 | 20 | |
| 5 | Оценка работоспособности и определение основных характеристик конструкции | 16 | 0 | 12 | 18 | |
| Всего | | 36 | 0 | 36 | 72 | |

3.2 Занятия лекционного типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия и определения. Суть метода конечных элементов. Обзор функционала CAE-сред на примере модуля SolidSimulation программного комплекса SolidWorks | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | Основы тензорного анализа, инварианты | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | Принципы геометрического описания среды, ее свойства. Создание 3-D модели, этапы и принципы разбиения на конечно-элементную сетку. Оценка качества сетки. Выбор конечного элемента. | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | Объемное напряженно-деформируемое состояние (НДС). Расчетная схема конструкции | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 3 | Свойства и модели материалов, механические характеристики, библиотеки | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 3 | Узловые степени свободы и ограничения. Моделирование граничных условий и нагрузок, возможности интерфейса. SolidSimulation | 2 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | Задачи Сен-Венана, основные допущения. Задача растяжения-сжатия. Кручения. Пример расчета в SolidSimulation | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-------|---|---|----|---|---|
| 8 | 4 | Задачи Сен-Венана, основные допущения. Задача кручения. Расчетная модель. Пример расчета в SolidSimulation | 2 | 0 | 0 |
| 9 | 4 | Задачи Сен-Венана, основные допущения. Задача изгиба. Расчетная модель. Пример расчета в SolidSimulation | 2 | 0 | 0 |
| 10 | 4 | Моделирование взаимодействия деталей в сборке. Различные типы контакта | 2 | 0 | 0 |
| 11 | 5 | Использование результатов исследования для оценки работоспособности конструкции, предельные напряжения, запас прочности, допустимые перемещения | 4 | 0 | 0 |
| 12 | 5 | Обобщенный закон Гука с учетом температурных деформаций. Температурное расширение при ограничениях | 4 | 0 | 0 |
| 13 | 5 | Комбинированные нагрузки. Температурные нагрузки в структурном анализе | 2 | 0 | 0 |
| 14 | 5 | Использование частотного анализа для определения спектра резонансных частот | 2 | 0 | 0 |
| 15 | 5 | Модификация характеристик системы для уменьшения влияния вибрации | 4 | 0 | 0 |
| Итого | | | 26 | 0 | 0 |

3.3 Занятия семинарского типа

| | | | | | |
|--|--|--|---------------------|--|--|
| | | | Объем в акад. часах | | |
|--|--|--|---------------------|--|--|

| | | | | | |
|-------|--|--|-------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| Всего | | | | | |

3.4 Лабораторные занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|---|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 1 | Создание моделей для исследования | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | Создание моделей для исследования | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | Расчет кривой деформации напряжения для моделирования нелинейных свойств материала | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | Исследование влияния степени жесткости граничных условий на компоненты решения | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 3 | Исследование различных способов приложения нагрузки. Анализ полученных результатов | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 3 | Моделирование одноосного, плоского и пространственного НДС на основе простейших деталей. Анализ результатов | 2 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | Расчет НДС блочных конструкций различных сечений. Сравнительный анализ решений | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 4 | Моделирование задачи кручения на примере вала зубчатой передачи | 2 | 0 | 0 |
| 9 | 4 | Моделирование задачи изгиба строительных балок | 2 | 0 | 0 |
| 10 | 4 | Моделирование посадки с натягом на примере подшипника | 2 | 0 | 0 |
| 11 | 4 | Моделирование контакта в зубчатом зацеплении | 4 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-------|---|--|----|---|---|
| 12 | 5 | Анализ распределения тепловых потоков при неравномерном нагреве с помощью температурного анализа | 4 | 0 | 0 |
| 13 | 5 | Определение спектра собственных частот вала при различных граничных условия. Анализ полученных результатов | 4 | 0 | 0 |
| 14 | 5 | Вычисление максимальной реакции в установившемся состоянии, вызванной гармоническими нагрузками | 4 | 0 | 0 |
| Итого | | | 26 | 0 | 0 |

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
|------|---------------------|---|-----------------------|
| Л1.1 | Колбасина Н. А. | Функционально-физический анализ объектов: учеб.-метод. пособие [для студентов направления 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 151900.68.09 «Автоматизированное машиностроение»] | Красноярск: СФУ, 2015 |

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| 6.1. Основная литература | | | |
|--------------------------|---------------------|---|-------------------------|
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л1.1 | Алямовский А. А. | SolidWorks / CosmosWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов: научное издание | Москва: ДМК Пресс, 2004 |

| | | | |
|--------------------------------|---|---|--|
| Л1.2 | Колбасина Н. А. | Конечно-элементный анализ деталей и систем: учеб.-метод. пособие [для студентов направления 230100 «Информатика и вычислительная техника», профиль 230100.62.06 «Системы автоматизированного проектирования в машиностроении»] | Красноярск: СФУ, 2015 |
| 6.2. Дополнительная литература | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л2.1 | Гинзбург Е. Г., Голованов Н. Ф., Фирун Н. Б., Халевский Н. Т., Гинзбург Е. Г. | Зубчатые передачи: справочник | Ленинград: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1980 |
| Л2.2 | Заболеева-Зотова А. В., Камаев В. А. | Лингвистическое обеспечение автоматизированных систем: учеб. пособие | Москва: Высшая школа, 2008 |
| 6.3. Методические разработки | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л3.1 | Сегерлинд Л. Д., Шестаков А. А., Победри Б. Е. | Применение метода конечных элементов: руководство | Москва: Мир, 1979 |
| Л3.2 | Колбасина Н. А. | Функционально-физический анализ объектов: учеб.-метод. пособие [для студентов направления 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 151900.68.09 «Автоматизированное машиностроение»] | Красноярск: СФУ, 2015 |

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов состоит из двух взаимосвязанных частей:

1. Изучение теоретического материала. Темы и объем материала для самостоятельного изучения определяются лектором по источникам, определенным в п. 4.1.

2. Подготовка к защите лабораторных работ. Темы и объем материала для самостоятельного изучения определяются лектором по источникам, определенным в п. 6.1. Время на подготовку к защите лабораторных работ –4 часа.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

| | |
|-------|---|
| 9.1.1 | SolidWorks 2009 или старше с предустановленным модулем Simulation |
| 9.1.2 | Microsoft Office 2007 или старше |
| 9.1.3 | Windows 7 или старше |
| 9.1.4 | Информационная обучающая система СФУ e.sfu-kras.ru |

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

| | |
|-------|--|
| 9.2.1 | Сайт библиотеки СФУ www.bik.sfu-kras.ru |
|-------|--|

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционная аудитория, оснащенная универсальной маркерной доской и проектором

Класс персональных компьютеров для проведения лабораторных занятий