

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: **Васильев Владимир Васильевич**

Должность: **Директор**

Дата подписания: **15.02.2023 10:07:36**

Уникальный программный ключ:

937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТИ НИЯУ МИФИ)

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ОДОБРЕНО
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 5 от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерный анализ изделий

(наименование дисциплины (модуля))

Направление	11.03.03 Конструирование и технология электронных
подготовки	средств
Профиль подготовки	Технология электронных средств
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Семестр	4	Итого
Трудоемкость, кред.	2	2
Общий объем курса, час.	72	72
Лекции, час.	-	-
Практич. занятия, час.	-	-
Лаборат. работы, час.	24	24
В форме практической подготовки, час.	-	-
СРС, час.	48	48
КСР, час.	-	-
Форма контроля – зачет	-	-

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Инженерный анализ изделий» дает практическое представление о расчетах методом конечных элементов, реализуемых программным способом.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебной дисциплины «Инженерный анализ изделий» является подготовка высококвалифицированного специалиста к профессиональной деятельности, включающей совокупность средств, приёмов, способов и методов человеческой деятельности, направленной на формирование интеллектуальных и специальных умений, подготовку к самостоятельной работе студента в нестандартных условиях рынка, создание конкурентно-способной продукции машиностроения и близких к ней.

Главной задачей дисциплины является приобретение студентами комплексных знаний о современных подходах к расчёту конструкций изделий, приобретение практических навыков расчёта конструкций в модулях программы общепрофессионального назначения Solid Works Simulation. Полученные знания позволяют быстро осваивать другие программы подобного назначения.

Учебные задачи дисциплины:

- ознакомление с мировым и отечественным опытом применения метода конечных элементов в специализированных программах;
- изучение основ приложения разнообразных нагрузок на конструкцию;
- изучение и создание граничных условий для проведения расчёта;
- получение практических навыков расчёта прочности и жёсткости конструкции изделия, температурного поля изделия, запасов прочности конструкции.
- изучение моделирования нагруженной конструкции для повышения эффективности и надёжности её работы, необходимых инженеру для работы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Инженерный анализ изделий» изучается студентами второго курса, входит в теоретический блок профессионального модуля раздела Б.1, часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств» профиля подготовки «Технология электронных средств».

Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин: "Физика", "Системы трехмерного моделирования технологических объектов", «Основы расчетов на прочность и жесткость».

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Как учебная дисциплина, данная дисциплина связана с такими дисциплинами ООП направления подготовки «Конструирование и технология электронных средств» как:

«Конструирование технических систем», с выполнением выпускной квалификационной работы.

Указанные связи и содержание дисциплины «Инженерный анализ изделий» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс освоения дисциплины "Инженерный анализ изделий" направлен на формирование следующих компетенций

Код компетенции	Компетенция
ПК-1	Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы электронных средств
ПК-5	Способен принимать участие в проектировании объектов Профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией, соблюдая требования безопасности и экологичности
ПК-4.1	Способен корректировать схемотехнические описания отдельных блоков электронных устройств

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
ПК-1	З-ПК-1	Знать: источники информации по функционированию и проектированию электронных средств, методы их исследования
	У-ПК-1	Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений
	В-ПК-1	Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
ПК-5	З-ПК-5	Знать: отраслевые нормативные требования к разработке технических заданий
	У-ПК-5	Уметь: оформлять технические задания на детали, сборочные единицы и систему в целом
	В-ПК-5	Владеть: навыками разработки технических заданий на отдельные блоки и систему в целом
ПК-4.1	З-ПК-4.1	Знать: стандарты, технические условия и нормативные документы по разработке проектной и технической документации
	У-ПК-4.1	Уметь: соблюдать и обеспечивать особый режим и регламенты работы с конструкторской документацией на предприятиях ЯОК

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
	В-ПК-4.1	Владеть: способностью интегрировать отдельные схемотехнические решения с учетом основных принципов и методов обеспечения надежности блоков электронных устройств

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
В19	Профессиональное воспитание	Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Научно-исследовательская работа» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- Отработка деталей и сборочных единиц на оптимизацию конструкций (уменьшение металлоемкости).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- выявление проблем конструирования и способов поиска нестандартных решений, определения и расставления приоритетов в решении проблем проектирования;
- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения нестандартных задач.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы, 72 часа.

№	Раздел учебной дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Обязательный текущий контроль успеваемости (форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
				Лабораторная работа	Самостоятельная работа			
1	Раздел 1 Теоретические основы метода конечных элементов. Статические прочностные расчеты.	4	1...3	12	24	ЛР1-1 ЛР2-2 ЛР3-3	ЛР3-3	50 баллов
2	Раздел 2 Практическая реализация теоретических основ МКЭ на вычислительных машинах.	4	4... 6	12	24	ЛР4-4 ЛР5-5 ЛР6-6	ЛР6-6	50 баллов
Итого в течение семестра				24	48			100 баллов
Зачёт								0 баллов
Итого за 4-й семестр								100 баллов

Условные обозначения:

ЛР – лабораторная работа с порядковым номером и указанием, через дефис, недели проведения занятия.

Наименование разделов, тем и их содержание

Раздел 1 Теоретические основы МКЭ. Статические прочностные расчеты.

Тема 1.1 Введение в метод конечных элементов (МКЭ). Последовательность процедур при решении задач. Программные системы; краткие характеристики современных программных комплексов.

Тема 1.2 Основы линейной теории упругости: деформированное состояние, перемещения и условие совместности; основные уравнения напряжений и перемещений. Вариационная формулировка МКЭ: принцип Лагранжа, принцип Кастильяно, принцип Гамильтона.

Тема 1.3 Основные соотношения МКЭ. Матрица жёсткости конечного элемента; преобразование координат; матрица жёсткости структуры; граничные условия.

Раздел 2 Практическая реализация теоретических основ МКЭ на вычислительных машинах.

Тема 2.1 Напряжённо-деформированное состояние.

Тема 2.2 Центробежная нагрузка. Частотный анализ.

Тема 2.2 Термические расчеты.

Аудиторные занятия и бюджет времени на самостоятельную подготовку студента

Учебная неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практическая подготовка	Самостоятельная работа
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	<i>Раздел 1 Теоретические основы МКЭ. Статические прочностные расчеты. Введение в метод конечных элементов (МКЭ).</i> Последовательность процедур при решении задач. Программные системы; краткие характеристики современных программных комплексов.	-	-	4	-	8
2	Основы линейной теории упругости: деформированное состояние, перемещения и условие совместности; основные уравнения напряжений и перемещений.	-	-	4	-	8
3	Основные соотношения МКЭ. Матрица жёсткости конечного элемента; преобразование координат; матрица жёсткости структуры; граничные условия.	-	-	4	-	8
4	<i>Раздел 2 Практическая реализация теоретических основ МКЭ на вычислительных машинах.</i> Напряжённо-деформированное состояние.	-	-	4	-	8
5	Центробежная нагрузка. Частотный анализ.	-	-	4	-	8
6	Термические расчеты.	-	-	4	-	8
	Итого	-	-	24	-	48

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины "Инженерный анализ изделий" используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лабораторных работ. Лабораторные занятия проводятся с использованием современных

программ CAD и CAE. В лабораторных работах используются **как активные так и интерактивные технологии обучения**, предполагающие работу студентов в малых группах.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (тема)	Вид занятий (лекция, семинар, практическое занятие, лабораторная работа)	Интерактивные формы обучения	Количество часов
1.	<i>Раздел 2 Практическая реализация теоретических основ МКЭ на вычислительных машинах. Напряжённо-деформированное состояние.</i>	лабораторная работа	Совместная работа в малых группах	4
2.	Центробежная нагрузка. Частотный анализ.	лабораторная работа	Совместная работа в малых группах	4
3.	Термические расчёты.	лабораторная работа	Совместная работа в малых группах	4
	Итого			12

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

Организация самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний, полученных на занятиях. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой – проработку материала с использованием рекомендуемой литературы, а также самостоятельное решение задач, направленных на закрепление навыков моделирования в среде CAE.

Тематика лабораторных занятий

Лабораторные работы проводятся по упражнениям к.т.н., доцента Ромашина В.Н.:

1. Сборник лабораторных работ. Статические прочностные расчёты: Лабораторные работы / Учебное пособие – г. Лесной: изд-во ТИ НИЯУ МИФИ. 2016– 54 с.
2. Сборник лабораторных работ. Термические расчёты: Лабораторные работы / Учебное пособие – г. Лесной: изд-во ТИ НИЯУ МИФИ. 2016– 29 с.

Статические расчёты на прочность – изгиб консольной балки; сложное нагружение балки; оптимизация конструкции; стеснённое и свободное кручение; напряжённое и деформированное состояние; приложение центробежной нагрузки; частота собственных колебаний.

Термические расчёты – установившийся процесс теплообмена, переходный процесс теплообмена, термические нагрузки и влияние их на напряженно-деформированное состояние.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ПК-1	З-ПК-1	У-ПК-1	В-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6
ПК-5	З-ПК-5	У-ПК-5	В-ПК-5	ЛР2, ЛР3, ЛР4
ПК-4.1	З-ПК-4.1	У-ПК-4.1	В-ПК-4.1	ЛР3, ЛР6

Шкала оценки за текущую аттестацию

Раздел дисциплины	Формы обязательной текущей аттестации и аттестации раздела	Баллы за контрольное мероприятие		Максимальная сумма баллов за раздел
		Минимальное значение	Максимальное значение	
Раздел 1	ЛР1	9	15	50
	ЛР2	9	15	
Аттестация раздела	ЛР3	12	20	
Раздел 2	ЛР4	9	15	50
	ЛР5	9	15	
Аттестация раздела	ЛР6	12	20	
Итого за текущий контроль		60	100	100

Критерии оценки лабораторных работ:

Максимальный балл выставляется студенту, если точно соблюдены условия задачи, детали рассчитаны верно, и как можно более точно, то есть студент не один раз выполнил расчет, задаваясь заведомо подходящими условиями, а подходил к решению, изменяя несколько раз варьируемые параметры.

Минимальный балл выставляется студенту, если он небрежно выполнял расчеты, проявлял неусидчивость при вводе данных и, как следствие, получал неточные результаты расчетов, каждый раз обращаясь к преподавателю и не пытаясь самостоятельно проанализировать вводимые им данные. Полученные результаты расчетов далеки от предельно допустимых значений.

Работа не считается выполненной, если результаты расчета превышают предельно допустимые значения, то есть фактически деталь разрушается, но студент не обращает на это внимания.

Шкала итоговой оценки за семестр

При полностью выполненных задачах на лабораторных – дисциплина автоматически зачитывается студенту, при условии суммарного количества баллов за семестр не менее 60.

Для контроля и оценивая качества знаний студента, применяются четырехбалльная (русская), 100-балльная и европейская (ECTS) системы оценки качества обучения студентов. Связь между указанными системами приведена в таблице:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Зачет	Оценка	Градация
90-100	5 (отлично)	зачтено	A	отлично
85-89	4 (хорошо)		B	очень хорошо
75-84			C	хорошо
70-74			D	удовлетворительно
65-69	3 (удовлетворительно)		E	посредственно
60-64		F	неудовлетворительно	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	не зачтено		неудовлетворительно

Студент считается аттестованным по разделу, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Контрольные мероприятия, за которые студент получил 0 баллов (неявка в установленный срок), подлежат обязательной передаче. Сроки передач контрольных мероприятий в течение семестра определяет кафедра.

Студент, пропустивший контрольное мероприятие без уважительной причины или получивший за него неудовлетворительную оценку, после передачи контрольного мероприятия получает балл ниже установленного на 25%.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Жилкин, В. А. Введение в метод конечного элемента : учебное пособие / В. А. Жилкин. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. — 288 с. — ISBN 978-5-906109-10-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80067.html> (дата обращения: 19.08.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Присекин, В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : учебник / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 238 с. — ISBN 978-5-7782-1287-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45417.html> (дата обращения: 19.08.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Дополнительная литература

1. Клуникова, Ю. В. Метод конечных элементов для моделирования устройств и систем : учебное пособие / Ю. В. Клуникова, С. П. Малюков, М. В. Анисеев. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 85 с. — ISBN 978-5-9275-3277-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95789.html> (дата обращения: 19.08.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Методические материалы

1. Ромашин В.Н. Сборник лабораторных работ. Статические прочностные расчёты: Лабораторные работы / Учебное пособие – г. Лесной: изд-во ТИ НИЯУ МИФИ. 2016– 54 с.
2. Ромашин В.Н. Сборник лабораторных работ. Термические расчёты: Лабораторные работы / Учебное пособие – г. Лесной: изд-во ТИ НИЯУ МИФИ. 2016– 29 с.

Программное обеспечение:

Solid Works со встроенным расчетным модулем Simulation – лицензия для учебных заведений.

LMS и Интернет-ресурсы:

1. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: <https://online.mephi.ru/>
2. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/> .
3. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
4. Электронно-библиотечная система URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и двумя лабораториями САПР с лицензионными программами CAD/CAE:

Аудитория 218: содержит 18 компьютеров на базе процессора Intel (R) Core (TM) i5-3570, CPU 3.4 GHz и видеопроектор NEC M271X;

Аудитория 219: содержит 16 компьютеров на базе процессора Intel (R) Core (TM) i5-2310, CPU 2.9 GHz и видеопроектор BENQ W600+.

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ (<http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств».

Автор: доцент кафедры «Технология машиностроения» Р.В. Ромашин.