

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

Кафедра «Авиационные приборы и устройства»

ОДОБРЕНО:

на заседании кафедры разработчика
протокол № 7 от 18.12.2025 г.

Зав. кафедрой

_____ А.А.Гуськов

«18» декабря 2025 год

УТВЕРЖДЕН:

на заседании Ученого совета АПИ НГТУ
протокол № 9 от 25.12.2025 г.

Директор института

_____ В.В. Глебов

«25» декабря 2025 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Конечно-элементный анализ микросистемной техники
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки:

12.04.01 Приборостроение

Направленность:

Информационно-измерительная техника и технологии

Форма обучения:

очная, очно-заочная

Выпускающая кафедра

Авиационные приборы и устройства

Разработчик (и):

Улюшкин А.В., к.т.н., доцент каф.АПУ

регистрационный №

12.04.01 -11

Начальник учебного отдела

_____ О.Ю. Мельникова
подпись

Заведующая отделом библиотеки

_____ О.Н. Старостина
подпись

АРЗАМАС, 2026 год

Содержание

<u>1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</u>	<u>3</u>
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</u>	<u>5</u>
<u>3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</u>	<u>5</u>
<u>3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....</u>	<u>5</u>
<u>3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам.....</u>	<u>6</u>
<u>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</u>	<u>8</u>
<u>4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда.....</u>	<u>8</u>
<u>4.2. Справочно-библиографическая литература.....</u>	<u>8</u>
<u>4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....</u>	<u>8</u>
<u>5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</u>	<u>8</u>
<u>5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....</u>	<u>8</u>
<u>5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....</u>	<u>8</u>
<u>6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</u>	<u>10</u>
<u>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</u>	<u>12</u>
<u>7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....</u>	<u>12</u>
<u>7.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....</u>	<u>13</u>
<u>7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....</u>	<u>13</u>
<u>7.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....</u>	<u>13</u>
<u>7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....</u>	<u>13</u>
<u>7.6. Методические указания для выполнения РГР.....</u>	<u>14</u>
<u>7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы.....</u>	<u>14</u>
<u>8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.....</u>	<u>14</u>
<u>9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ.....</u>	<u>14</u>

1.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины «Конечно-элементный анализ микросистемной техники» устанавливает планируемые результаты обучения по дисциплине, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 957.

Освоение дисциплины вносит вклад в формирование компетенций, предусмотренных ОПОП:

Таблица 1.

Код компетенции	Формулировка компетенции
Профессиональные (ПК)	
ПК-2	Способен к построению математических и имитационных моделей анализа и оптимизации объектов исследования на основе физических процессов и явлений, выбору численных методов их моделирования или разработки нового алгоритма решения задачи
ПК-4	Способен к выбору оптимальных методов, разработке методики и проведению исследований на основе имитационного моделирования или натурного эксперимента с выбором современных технических средств, анализом и обработкой результатов

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения по дисциплине, вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (таблица 2).

Таблица 2. Индикаторы достижения компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ ¹	Квалификационные требования к выбранной ТФ ²	Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточного контроля
ПК-2 Способен к построению математических и имитационных моделей анализа и оптимизации объектов исследования на основе физических процессов и явлений, выбору численных методов их моделирования или разработки нового алгоритма решения задачи	ИПК-2.1 – Определяет состав и структуру объекта разработки и исследования на основе анализа первичного технического задания и интерпретации требований системного уровня, спецификации, актуальной нормативной документации по разработке и внедрению ИПК-2.2 – Производит разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков ИПК-2.3 – Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Знать: возможности современных технических и программных средств при реализации процесса проектирования, а также знает принципы построения и функционирования систем (приборов, микросистемной техники) Уметь: определять состав и структуру объекта разработки и исследования на основе анализа первичного технического задания и интерпретации требований системного уровня, спецификации, актуальной нормативной документации по разработке и внедрению; производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	<u>29.0</u> <u>07</u> <u>D/0</u> <u>2.7</u>	Трудовые действия: Разбиение микроэлектромеханической системы на отдельные функциональные блоки (аппаратные блоки) Трудовые умения: Использовать специализированные системы высокоуровневой верификации и моделирования Работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования Трудовые знания: Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники	Выполнение практических заданий Контрольные вопросы при сдаче практического задания Выполнение лабораторных работ Контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ Решение текущих контрольных работ	Вопросы к зачету Зачет с оценкой

		Владеть: современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектировани я, а также владеть навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения функциональн ых узлов.				
ПК-4 Способен к выбору оптимальных методов, разработке методики и проведению исследований на основе имитационного моделирования или натурального эксперимента с выбором современных технических средств, анализом и обработкой результатов	ИПК-4.1 – Обосновывает выбор рационального метода и разрабатывает методику проведения экспериментальных исследований ИПК-4.3 – Анализирует результаты экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	Знать: методы проведения экспериментальных исследований (численного моделирования), а также знать методы анализа научных данных, получаемых в ходе проведения эксперимента Уметь: разрабатывать методику проведения эксперимента (моделирования), а также уметь анализировать полученные данные Владеть: методами и методиками проведения эксперимента (моделирования), а также владеть методами анализа научных данных.	40.0 11 В/О 2.6	Трудовые действия: Осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок Трудовые умения: Трудовые знания: Актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний	Выполнение практических заданий Контрольные вопросы при сдаче практического задания Выполнение лабораторных работ Контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ Решение текущих контрольных работ	Вопросы к зачету Зачет с оценкой

Данные по профессиональным стандартам ОП ВО:

1. Шифр и наименование профессионального стандарта (ПС) – 29.007 «Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Код и наименование обобщенной трудовой функции (ОТФ) - D7 Разработка функционального описания и технического задания на разработку микроэлектромеханической системы
- Код и наименование трудовой функции (ТФ) - D/02.7 Определение набора физических блоков микроэлектромеханической системы на основе функциональной блок-схемы
2. Шифр и наименование профессионального стандарта (ПС) – 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».
- Код и наименование обобщенной трудовой функции (ОТФ) - B6 Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем
- Код и наименование трудовой функции (ТФ) - B/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Конечно-элементный анализ микросистемной техники» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Микросистемная техника».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Конечно-элементный анализ микросистемной техники», могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и написании магистерской диссертации.

Особенностью дисциплины является освоение принципов моделирования конечно-элементного моделирования механических узлов микросистемной техники в программе Ansys.

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.1.

Таблица 3– Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам
Для студентов очного обучения / очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		3 семестр	4 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180/-	-/180
1. Контактная работа:	80/42	80/-	-/42
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	76/38	76/-	-/38
занятия лекционного типа (Л)	28/8	28/-	-/8
практические занятия (ПЗ)	32/18	32/-	-/18
лабораторные работы (ЛР)	16/12	16/-	-/12
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/4	4/-	-/4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	–	–	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/-	-/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-/-	-/-	-/-
2. Самостоятельная работа (СРС)	100/138	100/-	138
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.). Подготовка к зачету	100/138	100/-	-/138

3. Форма контроля	-	Зач.с оценкой/-	-/Зач.с оценкой
--------------------------	---	--------------------	--------------------

3.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/очно-заочного обучения

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
3/4 семестр							
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.3	Раздел 1. Введение в метод конечного элемента и Ansys						
	Тема 1.1Введение.	2/1	–	–	2/2	Обзор программных продуктов. Изучение отдельных направлений анализа данных. Представление о методе конечных элементов	Проработка теоретического материала по курсу
	Тема 1.2Ansys Workbench	2/–	–	2/-	4/6	Обзор возможностей программы <i>AnsysWorkbench</i> . Знакомство с интерфейсом программы. Основы программирования для задач анализа данных.	
	Практическое занятие 1. Интерфейс <i>Ansys Workbench</i>			2/-			
	Итого по 1 разделу	2/1	–	2/-	6/8		
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.3	Раздел 2. Статика (механика)						
	Тема 2.1. Основы <i>Mechanical</i>	1/1	–	–/–	-/4	Понятие математической модели систем и процессов. Модели датчиков первичной информации.	Проработка теоретического материала по курсу
	Тема 2.2. Подготовка расчетных моделей	1/0,5	–	2/2	2/6	Подготовка расчетных моделей	
	Тема 2.3. Создание конечно-элементной модели	1/0,5	-/-	4/2	8/12	Создание конечно-элементной модели	Выполнение практических задание
	Тема 2.4. Статический прочностной анализ	1/0,5	4/4	2/2	4/10	Статический прочностной анализ.	
	Тема 2.5 Удаленные граничные условия и уравнения связи	1/-	-/-	2/-	4/6	Удаленные граничные условия и уравнения связи	Выполнение лабораторных работ

Тема 2.6 Компоненты и узловые нагрузки	1/-	-/-	1/-	2/4	Компоненты и узловые нагрузки	
Тема 2.7 Моделирование связей	1/-	-/-	1/-	2/4	Моделирование связей	
Тема 2.8 Генератор объектов	1/-	-/-	1/-	2/4	Генератор объектов	
Тема 2.9 Многошаговый расчет	1/1	-/-	2/2	4/4	Многошаговый расчет	
Тема 2.10 Верификация результатов	1/0,5	-/-	1/1	4/4	Верификация результатов	
Тема 2.11 Модальный анализ конструкции	2/-	4/-	2/2	2/6	Модальный анализ конструкции	
Тема 2.12 Тепловой стационарный расчет	1/-	-/-	2/2	6/8	Тепловой стационарный расчет	
Тема 2.13 Параметры и CAD	1/-	-/-	2/-	8/10	Параметры и CAD	
Практическое занятие 2. Подготовка геометрии к расчету в Ansys, создание материалов			4/2			
Практическое занятие 3. Создание конечно-элементной сетки. Анализ ее качества. Граничные условия и узловые нагрузки			13/8			
Практическое занятие 4. Многошаговый расчет, настройки решателя, вывод результатов моделирования			3/3			
Лабораторное занятие 1. Анализ напряженно-деформированного состояния при статической нагрузке микросистемной техники		4/4				
Лабораторное занятие 2. Модальный анализ микросистемной техники		4/-				
Итого по 2 разделу	14/4	8/4	22/13	52/82		

ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.3	Раздел 3. Динамика (механика)						Проработка теоретического материала по курсу Выполнение практических задание Выполнение лабораторных работ
	Тема 3.1 Модальный анализ	2/1	-/-	2/1	8/10	Модальный анализ	
	Тема 3.2 Гармонический анализ	2/-	4/4	2/1	8/10	Гармонический анализ	
	Тема 3.3 Спектральный анализ	2/-	-/-	-/-	8/8	Спектральный анализ	
	Тема 3.4 Анализ случайных колебаний	2/-	-/-	2/1	8/10	Анализ случайных колебаний	
	Тема 3.4 Анализ переходных процессов	4/2	4/4	2/2	10/10	Анализ переходных процессов	
	Практическое занятие 5. Модальный анализ, гармонический анализ и анализ случайных колебаний			6/3			
	Практическое занятие 6. Анализ переходных процессов			2/2			
	Лабораторное занятие 3. Расчет напряженно-деформированного состояния микромеханических узлов при гармоническом воздействии на резонансных частотах		4/4				
	Лабораторное занятие 4. Анализ переходных процессов микромеханических узлов микросистемной техники		4/4				
	Итого по разделу 3	12/6	8/8	8/5	16/48		
	ИТОГО за семестр	28/8	16/12	32/18	100/138		

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Информационно-коммуникационные технологии
Лабораторные работы	Технология развития критического мышления Информационно-коммуникационные технологии

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

1. Басов, К. А. Ansys для конструкторов/ К.А. Басов – ДМК-Пресс, - 2016г – 248с -7шт

4.2 Справочно-библиографическая литература

1. Кравчук, А.С. Ansys для инженеров: справочное пособие/ А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк, А.В. Чигарев – М. Машиностроение –2004 – 512с – 6шт
2. Курс лекций/ размещены в СДО Moodle по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=271>
3. Практика+лабораторные работы+геометрия/ размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=271>

4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/145-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000651.pdf>
2. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся» НГТУ ПВД 11.6/146-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000653.pdf>
3. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/148-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000654.pdf>
4. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения» НГТУ ПВД 11.6/144-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000650.pdf>

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks» www.iprbookshop.ru
2. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

3. Научная электронная библиотека открытого доступа
КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/journal>
4. Электронно-библиотечная система издательства «Наука» <https://www.libnauka.ru>
5. Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки
ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru>

5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 6 – Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в институте на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	
MATLAB (лицензия № 363567 от 27.04.2011)	
MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010)	
ANSYS (Лиц. согл. № 618752 от 15.09.2014)	
SolidWork (Договор № U170107 от 17.01.2007)	
MATLAB (лицензия № 363567 от 27.04.2011)	

Таблица 7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1.	Сайт «Интернет и Право»	https://internet-law.ru/
2.	Библиотека нормативной документации	https://files.stroyinf.ru/
3.	База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ	https://polpred.com/news

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

- Для проведения учебных занятий по дисциплине могут быть использованы любые учебные аудитории, лаборатории или специализированные помещения, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения в соответствии с требованиями к реализации программы. Сведения об оборудованных учебных кабинетах размещена на сайте АПИ НГТУ (<https://api.nttu.ru>) в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса. Доступная среда» по ссылке: <https://api.nttu.ru/sveden/objects/>

Таблица 8 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Адрес места	Наименование	Оснащенность	Перечень лицензионного
-------------	--------------	--------------	------------------------

нахождения	оборудованного учебного кабинета	оборудованного учебного кабинета	программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, пом.№1	Лаборатория «Основы автоматического управления и САПР» № 5 (кафедра АПУ)	1. Рабочее место преподавателя – 1 шт. 2. Рабочее место студента, оснащенное ПК с монитором – 7 шт. 3. Рабочее место студента – 12 шт. 4. Доска маркерная – 1 шт. 5. Комплект лабораторного оборудования.	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010) Компас 3D (Лиц.согл. № 054A15 от 05.10.2015) ANSYS (Лиц.согл.№ 618752 от 15.09.2014) SolidWork (Договор №U170107 от 17.01.2007) MATLAB (лицензия № 363567 от 27.04.2011)

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Конечно-элементный анализ микросистемной техники», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Конечно-элементный анализ микросистемной техники» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=271> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний

в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в ФОС дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой в третьем семестре с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в ФОС дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

7.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Одной из основных форм и методов оценки компетенций являются лабораторные работы. Освоение компетенций ПК-2,4 позволит подготовить студента к выполнению своих профессиональных задач.

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;

- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

7.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все разделы курса. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков владения общими принципами, методами и алгоритмами решения инженерных задач, связанными с механическими явлениями;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

7.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 4.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

7.6. Методические указания для выполнения РГР

Учебным планом не предусмотрена.

7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Учебным планом не предусмотрен.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- ~ описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
 - ~ типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
 - ~ методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.
- Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ст. 79, п.8 профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Адаптированная рабочая программа разрабатывается по каждой направленности при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.