

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.
« 29 » 01 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ФАКУЛЬТАТИВА

ФТД.В.02–Моделирование физических процессов

средствами Ansys

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/магистров

Направление подготовки 12.04.01 – «Приборостроение»
(код и направление подготовки)

Направленность Информационно-измерительная техника и технологии
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2025

Объем дисциплины 72 часов /23.е.
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация зачет
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Разработчик(и): Улюшкин А.В, к.т.н., доцент каф. АПУ
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2025 г.

Рабочая программа дисциплины 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 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 15.01.2025 г. № 1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 12.04.01-25

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ).....	4
1.1. Цель освоения факультатива (модуля).....	4
1.2. Задачи освоения факультатива (модуля).....	4
2. МЕСТО ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ).....	6
4.1 Распределение трудоемкости факультатива по видам работ по семестрам.....	6
4.2 Содержание факультатива, структурированное по разделам, темам.....	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ).....	8
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	8
5.2. Оценочные средства для контроля освоения факультатива.....	13
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости.....	13
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по факультативу.....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФАКУЛЬТАТИВА.....	18
6.1 Учебная литература.....	18
6.2 Справочно-библиографическая литература.....	18
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	18
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФАКУЛЬТАТИВА.....	18
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения факультатива (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы.....	18
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения факультатива.....	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ФАКУЛЬТАТИВУ (МОДУЛЮ).....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ).....	20
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению факультатива, образовательные технологии.....	20
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	20
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	20
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	21
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	21
10.6 Методические указания для выполнения РГР.....	21
10.7 Методические указания для выполнения курсового проекта / работы.....	21
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса.....	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения факультатива (модуля)

Целью освоения факультатива «Моделирование физических процессов средствами Ansys» является освоение программного продукта Ansys для осуществления моделирования физических процессов при проектировании приборов и их узлов.

1.2. Задачи освоения факультатива (модуля)

- ознакомление с возможностями Ansys в плане моделирования физических процессов;
- освоение моделирования статических задач (механика).

2. МЕСТО ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Факультатив «Моделирование физических процессов средствами Ansys» включена в факультативную часть образовательной программы. Факультатив реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение.

Факультатив базируется на следующих дисциплинах: «Микросистемная техника», «Конечно-элементный анализ микросистемной техники».

Результаты обучения, полученные при освоении факультатива «Моделирование физических процессов средствами Ansys», могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и написании магистерской диссертации.

Рабочая программа факультатива «Моделирование физических процессов средствами Ansys» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ)

Процесс изучения факультатива «Моделирование физических процессов средствами Ansys» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 12.04.01 – Приборостроение.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами (очная форма обучения)

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины. Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра/магистра			
	1	2	3	4
ПКС-2				
Конечно-элементный анализ микросистемной техники			+	
Оптимизация характеристик микросистемной техники			+	
Методы и средства обработки измерительной информации			+	
Моделирование физических процессов средствами Ansys			+	
Преддипломная практика				+
Государственная итоговая аттестация				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				

Таблица 3.2 – Формирование компетенций дисциплинами (заочная форма обучения)

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины. Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра/магистра				
	1	2	3	4	5
ПКС-2					
Моделирование физических процессов сред-			+		

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины. Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра/магистра				
	1	2	3	4	5
ствами ANSYS					
Конечно-элементный анализ микросистемной техники				+	
Оптимизация характеристик микросистемной техники				+	
Методы и средства обработки измерительной информации				+	
Моделирование физических процессов средствами Ansys				+	
Преддипломная практика					+
Государственная итоговая аттестация					
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					

Перечень планируемых результатов обучения по факультативу «Моделирование физических процессов средствами Ansys», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-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 (ИПКС)-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 (ИПКС)-2.2 – Производит разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков ИПК (ИПКС)-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	Владеть: современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеть навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости факультатива по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость факультатива составляет 2зач. ед. или 72 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости факультатива 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
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	72/72	72/72
1. Контактная работа:	36/20	36/20
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	32/16	32/16
занятия лекционного типа (Л)	16/8	16/8
практические занятия (ПЗ)	16/8	16/8
лабораторные работы (ЛР)	-/-	-/-
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)	36/52	36/52
реферат/эссе (подготовка)	—	—
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	—	—
контрольная работа	—	—
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	—	—
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.)	20/32	20/32
Подготовка к зачету/ зачету с оценкой (контроль)	16/20	16/20
Подготовка к экзамену (контроль)	-	-

4.2 Содержание факультатива, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание факультатива, структурированное по темам для студентов очного/очно-заочного обучения

Планируемые (контролируемые) 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			
3/3 семестр							
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 1. Введение в метод конечного элемента и Ansys						
	Тема 1.1Введение	2/1	–	2/1	2/2	Обзор программных продуктов. Представление о методе конечных элементов	Проработка теоретического материала по курсу[6.1.1, 6.3.1]
	Тема 1.2Ansys Workbench	2/1	–	2/1	4/8	Обзор возможностей программы AnsysWorkbench. Знакомство с интерфейсом программы.	
	Итого по 1 разделу	4/2	–	4/2	6/10		
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 2. Статика (механика)						
	Тема 2.1.Основы Mechanical	2/1	–	2/1	2/4	Понятие математической модели систем и процессов. Модели датчиков первичной информации.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1, 6.3.1]
	Тема 2.2. Подготовка расчетных моделей	2/1	–	2/1	4/6	Подготовка расчетных моделей	
	Тема 2.3.Создание конечно-элементной модели	4/2	-/-	4/2	10/12	Создание конечно-элементной модели	Выполнение практических задание [6.3.2]
	Тема 2.4.Статический прочностной анализ	2/1	-/-	2/1	10/10	Статический прочностной анализ.	
	Тема 2.5 Верификация результатов	2/1	-/-	2/1	6/6	Верификация результатов	Выполнение лабораторных работ [6.3.2]
	Итого по 2 разделу	12/6	-/-	12/6	30/38		
	ИТОГО за семестр	16/8	-/-	16/8	36/48		

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - 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

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем факультета. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях, ответы на вопросы преподавателя при работе в интерактивном режиме. Практические занятия проводятся в форме решения простейших задач моделирования по конкретным темам курса как совместно с преподавателем, так и самостоятельно студентами. При решении задач преподавателем оценивается правильность решения, затраченное время, ответы на вопросы преподавателя.

Самостоятельная работа студента включает самостоятельную проработку теоретического материала по темам и разделам курса, выполнение заданий в форме подборок задач по конкретным темам курса.

Текущая аттестация проводится в форме устного опроса на практических занятиях по теоретическим материалам при защите решений индивидуальных задач.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (зачет), если в результате изучения разделов факультатива в рамках текущего контроля по каждой теме выполнено не менее 50 процентов заданий.

Промежуточная аттестация студентов очной/очно-заочной формы обучения проводится в форме зачета в третьем семестре.

Зачет проводится в письменной форме с использованием ПК. В качестве задания для осуществления аттестации необходимо выполнить одну задачу по моделированию, содержащуюся в билете. Время на подготовку – 90 мин. При промежуточном контроле (зачете) успеваемость студентов оценивается по двухбальной шкале: уровень показателя освоения факультатива «достаточный» и «недостаточный». Критерии оценки содержатся в таблице 5.1.

Таблица 5.1 –Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			уровень показателя «недостаточный»	уровень показателя «достаточный»	
ПКС-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 (ИПКС)-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 (ИПКС)-2.2 – Производит разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков ИПК (ИПКС)-2.3 – Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Знания: возможности современных технических и программных средств при реализации процесса проектирования, а также знает принципы построения и функционирования систем (приборов, микросистемной техники)	а) отсутствие участия или единичные не всегда верные высказывания; б) не умеет использовать технические и программные средства при реализации процесса проектирования, а также не знает принципы построения и функционирования систем (приборов, микросистемной техники)	а) принимает активное участие в дискуссиях, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных естественнонаучных дисциплин; б) умеет использовать технические и программные средства при реализации процесса проектирования, а также знает принципы построения и функционирования систем (приборов, микросистемной техники)	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) Устный опрос на практических занятиях
		Умения: 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	в большей части ответов, а также при выполнении практических и лабораторных работ, не демонстрирует умения 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; не способен производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; не умеет использовать технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Демонстрирует умения 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; производит разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	а) Устный опрос на практических занятиях б) Письменные практические задания

		Навыки: владеть современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеть навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов.	выполнено менее 50 процентов заданий	выполнено не менее 50 процентов заданий	Практические занятия
--	--	--	--------------------------------------	---	----------------------

5.2. Оценочные средства для контроля освоения факультатива

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- выполнение практических заданий в виде решения задач;
- промежуточные контрольные работы по темам и разделам факультатива;
- тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам факультатива.

Типовые задачи для самостоятельного решения

Раздел 2.

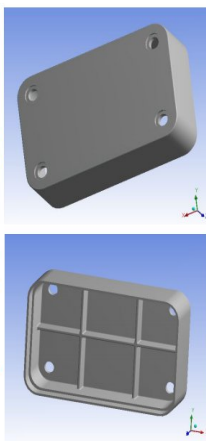
ANSYS Цель учебного примера

Используя подготовленный для этого примера помощник, настроить и произвести прочностной расчет, определив напряжения, прогибы конструкции и коэффициент запаса.

Помощник поможет Вам привыкнуть к интерфейсу и расположению основных элементов.

Постановка задачи:

- Модель представляет собой CAD геометрию в STEP файле и является корпусом устройства (см. рисунок). На корпус действует внешнее давление 1.0 МПа.
- Корпус выполнен из алюминиевого сплава.
- Наша цель – проверить работоспособность конструкции в заданных условиях эксплуатации.



3 © 2013 ANSYS, Inc., ЗАО «КАДФЕМ Сп-Ай-Эс» Release 14.5

CADFEM

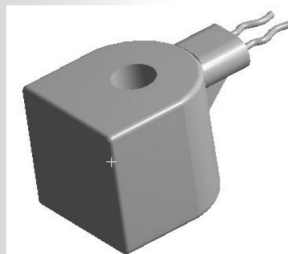
1.

ANSYS Цель примера

Использовать различные настройки создания конечных элементов в ANSYS Mechanical для улучшения сетки, создаваемой по умолчанию.

Постановка задачи:

- Модель представляет собой соленоид.
- Последовательность решения: создать сетку по умолчанию, посмотреть получившийся результат, затем добавить новые настройки и улучшить сетку в некоторых областях модели.



2 © 2013 ANSYS, Inc., ЗАО «КАДФЕМ Сп-Ай-Эс» Release 14.5

CADFEM

2.

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации факультатива

Раздел 2.

ANSYS Допущения

Учебный пример 6.1 демонстрирует возможности проведения прочностного расчета реечного зацепления ручного пресса, состоящего из 2 деталей: зубчатого колеса и рейки, к которой приложена нагрузка 2500 Н.

Решение производится в плоской постановке (толщина = 12 мм).



Полная модель



Плоская модель
2D Plane Stress

CADFE1

1. 2 © 2013 ANSYS, Inc., ЗАО «НАДФЕМ Сп-Ай-Эс» Release 14.5

Перечень вопросов для подготовки к зачету

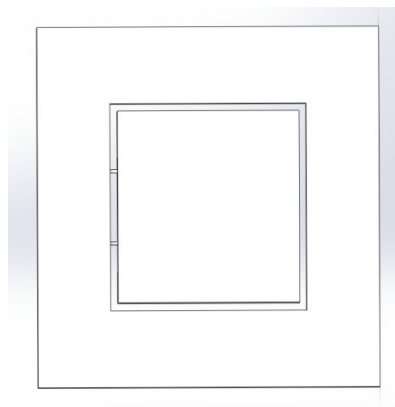
1. Основы *Mechanical*
2. Подготовка расчетных моделей
3. Создание конечно-элементной модели
4. Статический прочностной анализ
5. Верификация результатов
6. Модальный анализ конструкции

Пример задачи на зачете

Рассчитайте максимальное отклонение (перемещение) маятника микромеханического акселерометра на резонансной частоте (первая мода колебаний). Амплитуда входного воздействия (ускорения) – 5g.

Исходные данные: материал – монокристаллический кремний. Плотность – 2332кг/м³; коэффициент Пуассона – 0,27. $E_{100}=1,295 \times 10^{11}$ Па; коэффициент Пуассона – 0,27.

Файл геометрии – аксел_маятник.IGS.



5.3. Процедура оценивания результатов обучения по факультативу

Процедура оценивания результатов обучения по факультативу «Моделирование физических процессов средствами Ansys» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, примеры заданий в п. 5.2.1).
2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости,

описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2-5.3, вопросы и примеры заданий в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ПКС-2, формируемых в рамках факультатива, приводится процедура оценки результатов обучения (табл.5.3).

Таблицы 5.5–Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3					
Знания: возможности современных технических и программных средств при реализации процесса проектирования, а также знает принципы построения и функционирования систем (приборов, микросистемной техники);	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания; в ответах допускает некоторые неточности и ошибки	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания; в ответах допускает некоторые неточности, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины	Отлично понимает и может объяснять полученные знания в рамках изучаемой и смежных естественнонаучных дисциплин, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	а) контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач;
Умения: 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;	Не демонстрирует умения 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; не умеет 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.	Допускает неточности при определении состава и структуры объекта разработки и исследования на основе анализа первичного технического задания и интерпретации требований системного уровня, спецификации, актуальной нормативной документации по разработке и внедрению; не умеет производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; допускает неточности при использовании технических и программных средств	Допускает неточности при определении состава и структуры объекта разработки и исследования на основе анализа первичного технического задания и интерпретации требований системного уровня, спецификации, актуальной нормативной документации по разработке и внедрению; не умеет производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; допускает неточности при использовании технических и программных средств при реализации процессов проектирования. Самостоятельно исправляет ошибки после замечания преподавателя.	Отлично демонстрирует умения 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; не умеет производить разбивку объекта разработки и исследований на отдельные функциональные (аппаратные) блоки и разрабатывает спецификации этих блоков; использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования.	а) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач;

		при реализации процессов проектирования. Самостоятельно не справляется с исправлением ошибки после замечания преподавателя.			
<p>Навыки:</p> <p>современными техническими и программными продуктами при реализации процессов проектирования, а также владеть навыками определения состава и структуры объекта исследования и выделения функциональных узлов;</p>	Не демонстрирует навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач, а также общими принципами построения и функционирования приборов и систем	Демонстрирует неточности владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач, а также общими принципами построения и функционирования приборов и систем.	Допускает некоторые неточности, но в ходе дискуссии уверенно демонстрирует навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач, а также общими принципами построения и функционирования приборов и систем	Отлично демонстрирует навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач, а также общими принципами построения и функционирования приборов и систем	а) письменные практические задания;

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФАКУЛЬТАТИВА

6.1 Учебная литература

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

6.2 Справочно-библиографическая литература

6.2.1 Кравчук, А.С. Ansys для инженеров: справочное пособие/ А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк, А.В. Чигарев – М. Машиностроение –2004 – 512с – 6шт.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Курс лекций/ размещены в СДО Moodle по адресу: <https://sdo.api.ntnu.ru/course/view.php?id=271>

6.3.2 Практика+лабораторныеработы+геометрия/ размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.ntnu.ru/course/view.php?id=271>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФАКУЛЬТАТИВА

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения факультатива (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

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

Таблица 7.1 – Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в институте на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
MicrosoftWindows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	
Ansys	

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ФАКУЛЬТАТИВУ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по факультативу (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
218 – мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор на базе Pentium IV / 2,60GHz / 1,99G / 297G/18,5 – 1 шт. - Проектор BenQ MX764 – 1 шт. - Экран – 1 шт. ПК подключен к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в ЭИОС института	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3); • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
ауд.5 (кафедра АПУ) - Лаборатория "АУ и САПР" 607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом19	персональный компьютер с подключением к интернету - 5, доска магнитно-маркерная, посадочных мест - 19, лабораторный стенд "Теория автоматического управления", учебный стенд "Виброзащита", шкаф для методической литературы, лабораторные столы - 2шт.	Пакет Microsoft Office Пакет прикладных программ:MatLab, Ansys, Solid Works

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ФАКУЛЬТАТИВА (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению факультатива, образовательные технологии

Факультатив 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 факультатива «Моделирование физических процессов средствами Ansys», 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 «Моделирование физических процессов средствами Ansys» 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 табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 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 (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы дисциплиной (факультативом) не предусмотрены.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. 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 (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины, выработки собственной позиции по актуальным вопросам (проблемам);
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по подготовке доклада, выполнению реферата или эссе, требования к их оформлению, порядок сдачи.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении факультатива студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

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

10.6. Методические указания для выполнения РГР

Учебным планом не предусмотрено

10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Учебным планом не предусмотрено.

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/meto_d_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

**Дополнения и изменения в рабочей программе факультатива
на 20____/20____ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

Глебов В.В.
« ____ » _____ 20__ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____
(подпись) Шурыгин А.Ю.

Согласовано:

Начальник УО _____
(подпись) Мельникова О.Ю.

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____
(подпись) Старостина О.Н.