

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 28 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: САЕ-модули современных САПР и современные высокопроизводительные вычислительные системы

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

(код и наименование направления)

Направленность: Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов теоретических и практических знаний в области применения современного программного обеспечения для выполнения сквозного проектирования изделий машиностроения; развитие системного мышления студентов; ознакомление студентов с возможностями современных САЕ-систем

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

– программные системы компьютерного проектирования;
– программный пакет ANSYS Workbench;
– методы вычислительной механики и компьютерного инжиниринга

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает методы проектирования конструкций машиностроительных изделий	Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы внедрения результатов исследований и разработок, сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности, международные стандарты ISO конструкторской и технологической документации по обеспечению качества, автоматизированные системы производства машиностроительных изделий и управления жизненным циклом продукции в машиностроении, отечественный и зарубежный опыт, организационные, технические и экономические процессы функционирования современного машиностроительного производства, методы проектирования производства и конструкций машиностроительных изделий	Собеседование
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет использовать современные программные продукты, CAE-системы по обеспечению жизненного цикла изделия	Умеет использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных об изделии машиностроения, использовать современные	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>программные продукты по обеспечению жизненного цикла изделия, обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач, выявлять преимущества и недостатки в содержании и организации этапов жизненного цикла машиностроительной продукции, разрабатывать и оценивать предложения по их совершенствованию, производить оценку конкурентоспособности и анализ коммерческого потенциала выпускаемой продукции, действующих и новых технологий</p>	
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	<p>Владеет навыками изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, оптимизации изготавливаемой продукции машиностроения</p>	<p>Владеет навыками сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, сопровождения жизненного цикла продукции машиностроения на этапах проектирования и производства, реализации отдельных этапов, анализа взаимосвязей стадий жизненного цикла продукции машиностроения, оценки эффективности процесса изготовления продукции машиностроения, оптимизации технических и технологических процессов изготовления</p>	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			продукции машиностроения, разработки мероприятий по своевременному устранению недостатков содержания и организации всех этапов жизненного цикла продукции машиностроения	
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает методы проектирования изделий с использованием высокопроизводительных вычислительных систем	Знает принципы организации и планирования конструкторских работ, методы проектирования, технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов технологической оснастки и специального инструмента, аналогичных проектируемым	Собеседование
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет применять методы проектирования технологической оснастки и специального инструмента, включая освоение программных пакетов	Умеет производить анализ технико-экономических показателей, производить функциональный анализ конструктивных элементов проектируемой по профилю подразделения технологической оснастки и специального инструмента, применять методов проектирования технологической оснастки и специального инструмента, включая освоение программных пакетов	Экзамен
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками применения передового отечественного и зарубежного опыта проектирования технологической оснастки, реализации опытно-конструкторских работ, направленных на сокращение сроков проектирования	Владеет навыками анализа технико-экономических показателей, применения передового отечественного и зарубежного опыта проектирования технологической оснастки, опытом разработки предложений по проведению исследований, реализации	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			опытно-конструкторских и экспериментальных работ, направленных на повышение качественных характеристик технологической оснастки и специального инструмента, совершенствование методик и сокращение сроков проектирования	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение в механику деформируемого твердого тела	4	0	0	6
<p>Тема 1.1 Теория напряжений. Поведение материала под нагрузкой. Внутренние напряжения. Тензор напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия в разных системах координат. Симметрия тензора напряжений. Главные напряжения и главные направления. Инварианты.</p> <p>Тема 1.2 Теория деформаций. Понятие деформации. Тензор больших и малых деформаций. Геометрические соотношения разных системах координат.</p> <p>Тема 1.3 Физические соотношения. Диаграмма нагружения. Физические эффекты в материале. Учет температурных деформаций. Модели материалов. Постановка задачи МДТТ.</p> <p>Тема 1.4 Основы метода конечных элементов. Аппроксимация и интерполяция функций. Понятие конечного элемента. Узловые неизвестные. Функции формы. Виды конечных элементов. Методика решения задач с использованием МКЭ.</p>				
Системы автоматизированного проектирования	4	0	20	34
<p>Тема 2.1 Принципы современного компьютерного моделирования. Определение проектирования технических систем. Терминология. Декомпозиция технической системы. Нисходящее и восходящее проектирование. Особенности составления математической модели рассматриваемого объекта, процесса, явления. Принципы построения компьютерных моделей. Выбор расчетных схем и методов решения. Численная дискретизация модели.</p> <p>Тема 2.2 CAD/CAM-системы в инженерном деле. Определение CAD/CAM технологий, их место в проектировании и производстве изделий. 2D- и 3D-моделирование. Проблемы интеграции САПР. Типы CAD: легкие, средние, тяжелые. Структура САПР и ее компоненты. Модули CAD/CAM-систем.</p> <p>Тема 2.3 CAE-системы проведения прикладных расчетов. Назначение CAE-систем. Их место в проектировании и производстве изделий. Сферы применения CAE-систем. Примеры. Перспективы</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>развития CAE-технологий. Структура CAE-систем. Рынок CAE. Обзор современного рынка САПР. Основные требования к САПР. Выбор САПР.</p> <p>Тема 2.4 Электронные архивы инженерной документации. Электронные архивы инженерной документации. Системы электронных архивов. Классификация. PLM-системы. Основные задачи PLM, преимущества PLM, примеры. Информационная поддержка жизненного цикла изделий. Функционал систем электронного архива. Критерии выбора электронной ар-хивной системы. Примеры реализации корпоративных электронных архивов. Форматы хранения и передачи данных в электронных архивах. Вспомогательное ПО.</p> <p>Тема 2.5 Основы применения прикладного инженерного программного комплекса «ANSYS Workbench». Идеология работы в пакете, основные приемы. Модули ANSYS Worbench. Проведение типовых механических расчетов: решение задачи прочности МДТТ, оптимизационные расчеты, взаимодействие абсолютно жестких тел, контактные взаимодействия, решение связанных задач.</p>				
Высокопроизводительные вычисления	4	0	0	4
<p>Тема 3.1 Аппаратное обеспечение вычислительных экспериментов История развития вычислительной техники. Параллельность и многопоточность. Характеристики процессоров. Типы оперативной памяти. Характеристики систем хранения данных. Вычисления на графических процессорах. Примеры ускорения инженерных расчетов</p> <p>Тема 3.2 Современные методы получения численного решения в случае проведения ресурсоемких вычислений. Методы параллельной обработки данных. HPC-вычисления. Кластерные системы. Рэковые сервера и Blade-системы. GRID-системы. Примеры использования GRID в HPC. Облачные технологии.</p>				
Прикладные задачи проектирования и анализа	4	0	16	10
<p>Тема 4.1 Оптимизация изделий с использованием CAE-систем</p> <p>Тема 4.2 Динамика твердых тел</p> <p>Тема 4.3 Топологическая оптимизация и бионическое проектирование изделий и конструкций</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	36	54
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Графический интерфейс пакета ANSYS Workbench
2	Графический модули Design Modeler и SpaceClaim пакета ANSYS Workbench
3	Создание объемных моделей в ANSYS
4	Управление материалами и их свойствами в пакете ANSYS Workbench
5	Принципы и методы генерации конечно-элементной сет-ки в пакете ANSYS Workbench
6	Нагрузки и граничные условия в ANSYS Workbench. Конечно-элементный расчет и постпроцессинг
7	Инструменты оптимизации в ANSYS Workbench
8	Моделирование взаимодействия абсолютно жестких тел в Workbench
9	Топологическая оптимизация конструкций в ANSYS Workbench

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Основы механики твёрдых сред. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. - (Механика сплошной среды : учебное пособие для вузов : в 4 т.; Т. 4).	10
2	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач прочностного анализа с использованием пакета программ ANSYS 12.1 : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	25
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	ANSYS для инженеров : справочное пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - Москва: Машиностроение, 2004.	44
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	ANSYS для инженеров : справочное пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - Москва: Машиностроение, 2004.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2374	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Основы механики твёрдых сред. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. - (Механика сплошной среды : учебное пособие для вузов : в 4 т.; Т. 4)	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks169375	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Системы автоматизированного проектирования. Решение задач прочностного анализа с использованием пакета программ ANSYS 12.1 : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3714	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедиа-проектор	1
Лекция	Ноутбук или компьютер	1
Практическое занятие	Компьютеры	10
Практическое занятие	Мультимедиа-проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
