

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 08 » сентября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Вычислительное моделирование узлов и элементов строительных
и дорожных машин и комплексов

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

(код и наименование направления)

Направленность: Строительные и дорожные машины и комплексы

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование комплекса знаний, умений и навыков применения методов численного решения инженерных задач исследования напряженно-деформированного состояния элементов, конструкций, деталей и узлов строительных, дорожных и иных транспортно-технологических машин и комплексов.

Задачи: изучение инженерных основ построения моделей механического состояния агрегатов и элементов машин и конструкций; формирование граничных силовых и кинематических граничных условий; задание механических свойства материалов, условий нагружения и деформирования конструкций, деталей и узлов; анализ результатов расчетов, получаемых с использованием современных программных комплексов инженерного анализа.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Модели механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа. Критерии прочности узлов и элементов машин по напряжениям и деформациям. Численные методы конечных элементов, конечных объемов. Расчетные силовые и кинематические схемы, статические и динамические модели строительных и дорожных машин и комплексов.

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
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает основные уравнения механики материалов, способы задания начальных и граничных условий, механических свойств для моделирования элементов транспортных и технологических машин с использованием программных комплексов ANSYS, SolidWorks, Компас.	Знает основные методы представления и алгоритмы обработки данных, использует цифровые технологии для решения профессиональных задач;	Индивидуальное задание
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет обосновать краевые условия задачи, подготовить и внести в программу данные о свойствах инженерной конструкции, выполнить анализ результатов вычислительного моделирования.	Умеет использовать цифровые технологии для решения профессиональных задач;	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками обоснования данных, требуемых для выполнения расчета напряженно-деформированного состояния элементов строительно-дорожных машин, документации по ремонту, модернизации и модификации транспортных и технологических машин с использованием методов расчетного обоснования.	Владеет навыком по информационному обслуживанию и обработке данных в области производственной деятельности	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	58	58	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	86	86	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
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	СРС
1-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 вычислительное моделирование	2	0	2	15
Материальное, идеальное, аналоговое, математическое и вычислительное моделирование. Этапы подготовки и проведения вычислительного эксперимента; источники и причины погрешности моделирования; верификация и проверка адекватности вычислительной модели.				
Модели механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа	4	0	6	20
Кинематические и силовые характеристики состояния; свойства материалов и конструкций; виды напряженно-деформированного состояния.				
Методы решения задач механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа	18	0	24	51
Нелинейные алгебраические уравнения. Аппроксимация результатов экспериментальных исследований. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Метод стержневых элементов для строительных конструкций. Методы конечных и граничных элементов для решения задач механики деформируемого твердого тела. Метод конечных объемов для решения задач механики жидкости и газа. Краевые условия, характеристики и свойства материалов, параметры в прикладных инженерных задачах. Типовые постановки прикладных задач исследования напряженно-деформированного состояния элементов, конструкций, деталей и узлов строительных и дорожных машин. Построение расчетных схем строительных и дорожных машин и комплексов; переход от физического объекта к расчетной силовой/кинематической схеме, построение статической/динамической модели объекта.				
ИТОГО по 1-му семестру	24	0	32	86
ИТОГО по дисциплине	24	0	32	86

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Оценка погрешности вычислительного эксперимента
2	Установление связи между деформациями и напряжениями, деформациями и перемещениями.
3	Критерии прочности по напряжениям, деформациям.
4	Эквивалентные напряжения и деформации. Критерий пластичности (прочности) Мизеса.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Решение нелинейного уравнения.
6	Аппроксимация экспериментальных данных полиномами Ньютона и Лагранжа.
7	Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения методами Ньютона и Рунге-Кутты.
8	Численный метод стержневых элементов для строительной конструкции.
9	Численный метод стержневых элементов для строительной конструкции.
10	Метод конечных элементов для решения прикладных задач механики деформируемого твердого тела.
11	Метод конечных элементов для решения прикладных задач механики деформируемого твердого тела.
12	Метод конечных объемов для решения задач механики жидкости и газа.
13	Формирование краевых условий, определение характеристик и свойств материалов, задание параметров в прикладных инженерных задачах.
14	Типовые постановки прикладных задач исследования напряженно-деформированного состояния элементов, конструкций, деталей и узлов строительных и дорожных машин.
15	Построение расчетных схем строительных и дорожных машин и комплексов; переход от физического объекта к расчетной силовой/кинематической схеме, построение статической/динамической модели объекта.
16	Построение расчетных схем строительных и дорожных машин и комплексов; переход от физического объекта к расчетной силовой/кинематической схеме, построение статической/динамической модели объекта.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
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	Бояршинов М. Г. Вычислительное моделирование узлов и элементов строительных и дорожных машин и комплексов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2021. 254 с. 16,0 усл. печ. л.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бояршинов М. Г. Методы вычислительной математики : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 420 с.	63
2	Норри Д., Фриз Ж. де Введение в метод конечных элементов : пер. с англ. М. : Мир, 1981. 304 с.	12
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Единая система конструкторской документации. Эксплуатационная и ремонтная документация : ГОСТ 2.601-68 - ГОСТ 2.605-68. Изд. офиц. Москва : Изд-во стандартов, 1970. 142 с.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Суходоева А. А. Численный расчёт стержневых систем : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. 69 с. 4,5 усл. печ. л.	15
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	Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР	https://e.lanbook.com/book/42192	локальная сеть; свободный 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)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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

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	Ноутбук, проектор, экран	1
Практическое занятие	Ноутбук, проектор, экран	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
