

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

« 30 » ноября 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Математическое моделирование аддитивных процессов
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Цифровые технологии в машиностроительном производстве

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: – формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для применения математических методов в машиностроении.

Задачи учебной дисциплины

- формирование знаний принципов построения и ограничений на применение вычислительных методов; оценки погрешности вычислительных методов; методов численного решения линейных, нелинейных и дифференциальных уравнений (систем); принципов построения алгоритмов и основ программирования для решения технологических и технических задач;
- формирование умений выбирать математические методы решения задач; использовать программное обеспечение для решения сложных задач; разрабатывать компоненты программных комплексов и баз данных, использовать современные инструментальные средства и технологии программирования;
- формирование навыков интерполирования экспериментальных данных; выбора оптимального численного метода и оценки погрешностей; программирования для решения уравнений и написания алгоритмов решения технологических и технических задач.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Вероятность и статистика:

- статистическое оценивание и проверка гипотез,
- статистические методы обработки экспериментальных данных;
- элементы функционального анализа;
- линейные и нелинейные уравнения.

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
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основы планирования научно-исследовательских работ по исследованию перспективных технологических процессов и материалов с использованием средств математического моделирования аддитивных процессов	Знает основы планирования научно-исследовательских работ по исследованию перспективных технологических процессов и материалов	Экзамен

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-2ПК-1.1	Умеет координировать работу по оценке технологий и материалов, необходимых для производства новых продуктов и обеспечения новых потребительских требований к продукции средствами математического моделирования аддитивных процессов	Умеет координировать работу по оценке технологий и материалов, необходимых для производства новых продуктов и обеспечения новых потребительских требований к продукции	Курсовой проект
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками планирования и координации научно-исследовательских работ с использованием средств математического моделирования	Владеет навыками планирования и координации научно-исследовательских работ	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен	36	36
Дифференцированный зачет		
Зачет		
Курсовой проект (КП)	36	36
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	180	180

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
3-й семестр				
Принципы построения математических моделей и их идентификация.	5	0	9	23
<p>Тема 1. Принципы построения математических моделей» Основные принципы построения моделей, Физические и математические модели. Примеры построения математических моделей: модель упругой механической системы; модель машинного агрегата; модели технологических процессов мехобработки; модели экономотранспортных систем.</p> <p>Тема 2. Основы применения теории графов в моделировании структуры системы. Основные понятия и определения теории графов связей. Физические интерпретации графов связей в механических системах. Особенности моделирования технических систем при помощи графов связей. Построение моделей с помощью графов связей на примере привода технологического оборудования.</p> <p>Тема 3. Основы процесса идентификации моделей. Общие положения, сущность и задачи идентификации моделей. Условная классификация методов идентификации. Стратегии при решении задач идентификации (пассивные и активные методы). Примеры идентификации с помощью частотных методов и регрессионного анализа.</p>				
Компьютерные методы обработки экспериментальных данных.	4	0	9	22
<p>Тема 4. Приближение функций в задачах матмоделирования. Критерии приближения функций. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация с помощью простейших функций. Компьютерная реализация приближения функций. Приложения к описанию протекающих процессов и силовых воздействий в оборудовании при мехобработке.</p> <p>Тема 5. Математическое моделирование на основе факторного планирования. Факторы и функции отклика. Планирование эксперимента, компьютерная обработка экспериментальных данных. Методика получения математической модели на основе факторного анализа; адекватность моделей. Математические модели механических характеристик процессов шлифования и лазерной наплавки по результатам факторного анализа.</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
Методы оптимизации в задачах математического моделирования.	5	0	8	22
<p>Тема 6. Основные понятия и определения процесса оптимизации Постановка задачи процесса оптимизации. Целевая функция и параметры оптимизации. Критерии оптимизации, их виды, требования к ним. Примеры постановки оптимизационных задач при разработке технологических процессов и проектировании оборудования.</p> <p>Тема 7. Классификация и характеристика методов оптимизации. Математическая постановка задач оптимизации. Примеры. Классификация и характеристика методов оптимизации для функции одной или нескольких переменных.</p> <p>Тема 8. Классические методы оптимизации. Классические методы оптимизации. Метод Ньютона .Поисковые методы. Безусловной оптимизации функции одной переменной метод дихотомии ; метод «золотого сечения», аппроксимация кривыми. Компьютерная реализация методов.</p> <p>Тема 9. Методы прямого поиска и примеры их компьютерной реализации. Сущность методов прямого поиска для функций n переменных. Симплекс метод. Метод Нелдера-Мида. Компьютерная реализация методов.</p> <p>Тема 10. Основы методов оптимизации при наличии ограничений. Ограничения в виде равенств и неравенств. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Задачи с противоречивыми критериями при проектировании технологических процессов оборудования. ЛПт метод. Компромиссные решения в некоторых задачах механической обработки.</p>				
Имитационное моделирование технологических процессов и оборудования	4	0	8	23
<p>Тема 11. Основные понятия и определения процесса имитационного моделирования. Общие положения. Основные этапы и схема имитационного моделирования. Численный эксперимент: цели, задачи, последовательность, формирование и оценка результатов. Тема 12. Синтез рычажных механизмов технологического оборудования на основе математического моделирования. Расчётные схемы, математические модели. Выборы параметров, формирование функций отклика, и ограничений. Численный эксперимент на основе ЛПт метода.</p> <p>Тема 13. Математическое моделирование динамики шпиндельного узла в процессе плоского</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
шлифования. Описание процесса функционирования технологического оборудования при плоском шлифовании деталей. Математическая модель динамика шпиндельного узла при плоском шлифовании. Постановка численного эксперимента по определению качественных характеристик процесса шлифования на основе факторного планирования. Заключение. Перспективы применения математических методов в машиностроении.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	34	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Построение математических моделей процессов и технологического оборудования
2	Построение моделей с помощью графов связей для приводов технологического оборудования
3	Приближение функций и её компьютерная реализация в процессе моделирования
4	Компьютерная реализация методов оптимизации в задачах математического моделирования
5	Компьютерная реализация синтеза рычажных механизмов технологического оборудования на основе математического моделирования
6	Имитационная моделирование динамики шпиндельных узлов технологического оборудования

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Описание процесса функционирования технологического оборудования, постановка численного эксперимента по определению качественных характеристик процесса на основе факторного планирования.

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, 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	Зубко И. Ю. Математическое моделирование: дискретные подходы и численные методы : учебное пособие для вузов / И. Ю. Зубко, Н. Д. Няшина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
2	Панов В. А. Математические основы теории систем. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Панов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	41
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Власова Е. А. Приближенные методы математической физики : учебник для вузов / Е. А. Власова, В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.	11

2	Копченова Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - Санкт-Петербург: Лань, 2009.	24
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)
Основная литература	Зубко И. Ю. Математическое моделирование: дискретные подходы и численные методы : учебное пособие для вузов / И. Ю. Зубко, Н. Д. Няшина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3502	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Панов В. А. Математические основы теории систем. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Панов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3315	локальная сеть; 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
Среды разработки, тестирования и отладки	Embarcadero Educational Borland Pascal 7.0, ПНИПУ 2008 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
--------------	---------------------------------

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/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	компьютер	10
Лекция	доска маркерная	1
Лекция	компьютер	1
Лекция	проектор	1
Лекция	экран настенный	1
Практическое занятие	доска маркерная	1
Практическое занятие	компьютер	10
Практическое занятие	проектор	1
Практическое занятие	экран настенный	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
