



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИНЖЕНЕРИИ

Направление подготовки (специальность)
15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Аддитивные технологии в машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2021 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1025)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения 25.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ 03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  Р.Н. Амиров

Рецензент:
доцент кафедры Механики, канд. техн. наук  М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.01 - Машиностроение. В задачи изучения дисциплины входит определение условий деформации:

– формирование у студентов основ знаний о современном состоянии и направлениях развития математического моделирования процессов сварки, в том числе: вариационном исчислении, методе конечных разностей, методе конечных элементов, методе граничных элементов, нейросетевом моделировании и др.;

– усвоение ими гипотез, законов, теорий для определения напряженно-деформированного состояния, кинематических и силовых характеристик процессов сварки;

– обретение навыков и умения на основе этих знаний описывать и анализировать напряженно-деформированное состояние, кинематические и силовые характеристики в различных технологических процессах сварки.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математические методы в инженерии входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения дисциплин на предыдущем этапе обучения.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - преддипломная практика

Производственная - научно-исследовательская практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка и сдача государственного экзамена

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Эффективные методы выявления и анализа структуры и свойств металлов и сплавов

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математические методы в инженерии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-12	Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии.
ОПК-12.1	Разрабатывает алгоритмы и применяет современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии
ОПК-12.2	Формулирует цели, ставит задачи системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 18,1 акад. часов;
- аудиторная – 18 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 89,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1.								
1.1 Цели и задачи дисциплины. Системы и процессы в инженерии, исследуемые с помощью математических методов.	1			2/2И	6	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада	Конспект, доклад	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу				2/2И	6			
2. Раздел 2								
2.1 Методы решения вариационных задач. Принципы Лагранжа, Журдена и Кастильяно.	1			4/1,2И	18	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада	Конспект, доклад	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу				4/1,2И	18			
3. Раздел 3								
3.1 Особенности и закономерности математического моделирования процессов, происходящих в сплошной среде. Уравнение равновесия, уравнения пластичности, уравнение движения, граничные условия. Основные теории подобия. Пластическое подобие, динамическое подобие, тепловое подобие, кинематическое и	1			2/1И	20	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада	Конспект, доклад	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу				2/1И	20			
4. Раздел 4								

4.1 Моделирование дискретных объектов и процессов. Элементы теории множеств. Графы. Использование графов для моделирования технических систем.	1			4/ИИ	16	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада	Конспект, доклад	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу				4/ИИ	16			
5. Раздел 5								
5.1 Моделирование с использованием элементов теории вероятностей. Теория вероятности при оценке надежности технических систем. Проблемы и методы теории вероятностей и математической статистики. Понятие о статистической зависимости. Основные задачи теории корреляции. Отыскание параметров уравнения регрессии. Определение коэффициента корреляции. Корреляционное отношение. Понятие о криволинейной	1			4/ИИ	19	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада	Конспект, доклад	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу				4/ИИ	19			
6. Раздел 6								
6.1 Элементы теории принятия решений. Таблицы соответствий; алгоритмы поиска решений.	1			2/ИИ	10,9	Изучение литературы, подготовка конспекта, доклада	Конспект, доклад	ОПК-12.1, ОПК-12.2
Итого по разделу				2/ИИ	10,9			
Итого за семестр				18/7,2И	89,9		зачёт	
Итого по дисциплине				18/7,2И	89,9		зачет	

5 Образовательные технологии

5 Образовательные и информационные технологии

В ходе реализации рассмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании данной дисциплины используются:

Традиционные формы обучения:

- практические занятия для формирования представления о математических моделях и методах решения инженерных задач;
- информационные – для ознакомления обучаемых с математическими моделями и методами решения инженерных задач;
- проблемная - для развития навыков по выработке решений по возможности и целесообразности использования различных математических моделей в конкретных ситуациях.

Активные и интерактивные формы обучения:

- дискуссии;
- устный опрос;
- совместная работа в малых группа (полгруппах).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Методы научных и экспериментальных исследований : учебное пособие / Ю.М. Осадчий, В.В. Кузнецов, А.В. Паткаускас. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 238 с. — (Военное образование). - ISBN 978-5-16-015734-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048709> (дата обращения: 20.05.2021).

2. Васильков, Ю. В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления: учебное пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 428 с. : ил., табл. – ISBN 978-5-9729-0386-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167744> (дата обращения: 20.05.2021).

3. Гаврилов М. В. Информатика и информационные технологии : учебник для прикладного бакалавриата / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 383 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-00814-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/431772> (дата обращения: 29.10.2019).

б) Дополнительная литература:

1. Зимин, В. П. Информатика. Лабораторный практикум в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. П. Зимин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 124 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-11588-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/445685> (дата обращения: 29.10.2019).

2. Овчинникова И. Г. Объектно-ориентированное и визуальное программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Г. Овчинникова, Ю. С. Лактионова, Л. В. Курзаева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2976.pdf&show=dcatalogues/1/1134876/2976.pdf&view=true>. - Макрообъект.

3. Савельева И. А. Компьютерная графика и геометрические основы моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. А. Савельева, Е. С. Решетникова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 119 с. : ил., табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2270.pdf&show=dcatalogues/1/1129781/2270.pdf&view=true> - Макрообъект.

4. Карманов, В. Г. Математическое программирование: Учебное пособие. [Электронный ресурс] – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 264 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=405720> - Заглавие с экрана.

в) Методические указания:

1. Варфоломеева Т. Н. Практикум по программированию в DELPHI. Основные элементы библиотеки визуальных компонентов [Электронный ресурс] : практикум / Т. Н. Варфоломеева, С. А. Повитухин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3519.pdf&show=dcatalogues/1/1514333/3519.pdf&view=true>. - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1173-4. - ISBN 978-5-9967-1104-8.

2. Вахрушев, В. И. Применение и разработка программных средств с использованием технологии дополненной реальности в образовании : учебно-методическое пособие / В. И. Вахрушев, Л. В. Курзаева, Г. Н. Чусавитина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3610.pdf&show=dcatalogues/1/1524571/3610.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст :

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Комплекс тестовых заданий для проведения рубежного и промежуточного контроля

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Вопросы для подготовки к зачёту:

1. Цели и задачи дисциплины. Системы и процессы в инженерии, исследуемые с помощью математических методов.
2. Моделирование дискретных объектов и процессов. Элементы теории множеств.
3. Графы. Использование графов для моделирования технических систем
4. Моделирование с использованием элементов теории вероятностей. Теория вероятности при оценке надежности технических систем.
5. Элементы теории принятия решений. Таблицы соответствий; алгоритмы поиска решений.
6. Применение вариационного исчисления в теории пластичности и задачах ОМД. Принципы Лагранжа, Журдена и Кастильяно.
7. Классический метод вариационного исчисления. Сущность прямых методов. Метод Ритца. Метод Канторовича.
8. Определение действительного поля напряжений по Ритцу в объемной задаче теории упругости.
9. Линеаризация вариационных задач теории пластичности. Метод последовательных приближений Качанова.
10. Метод последовательных гидродинамических упругих приближений по Ильюшину.
11. Применение метода конечных разностей в задачах ОМД. Структура метода конечных разностей.
12. Основная концепция МКЭ. Типы конечных элементов и функций элементов. Представление функции элемента через ее узловые значения.
13. Особенности описания векторных функций. Свойства симплексной функции. Описание дискретизированной области в целом.
14. Уравнение МКЭ, основанное на принципе Лагранжа.
15. Физический смысл слагаемых в уравнении МКЭ.
16. Структура уравнения МКЭ для одного конечного элемента. Структура уравнения МКЭ для области в целом.
17. Решение задач пластичности методом конечных элементов.
18. Решение в конечных деформациях.
19. Основная концепция МГЭ.
20. Уравнения теплопроводности. Конечно-элементная дискретизация. Одномерная и двумерная задачи теплопроводности
21. Математическая постановка задачи теории малых упругопластических деформаций.
22. Конечно-элементная формулировка задачи теории упруговязкопластического течения.
23. Основные понятия нейронной сети. Базовая искусственная модель нейронной сети.
24. Виды архитектур сетей. Алгоритмы обучения и дообучения нейронных сетей.
25. Пример нейросетевой модели, позволяющей прогнозировать механические свойства проката (прямая задача).
26. Пример нейросетевой модели, позволяющей определять технологические параметры, обеспечивающие требуемые показатели механических свойств (обратная задача).

Элементы теории принятия решений. Таблицы соответствий; алгоритмы поиска решений.

Темы для самостоятельной работы

1. Цели и задачи дисциплины. Системы и процессы в инженерии, исследуемые с помощью математических методов.
2. Методы решения вариационных задач. Принципы Лагранжа, Журдена и Кастильяно.

3. Особенности и закономерности математического моделирования процессов, происходящих в сплошной среде. Уравнение равновесия, уравнения пластичности, уравнение движения, граничные условия. Основные теории подобия. Пластическое подобие, динамическое подобие, тепловое подобие, кинематическое и силовое подобие.
4. Моделирование дискретных объектов и процессов. Элементы теории множеств. Графы. Использование графов для моделирования технических систем.
5. Моделирование с использованием элементов теории вероятностей. Теория вероятности при оценке надежности технических систем. Проблемы и методы теории вероятностей и математической статистики. Понятие о статистической зависимости. Основные задачи теории корреляции. Отыскание параметров уравнения регрессии. Определение коэффициента корреляции. Корреляционное отношение. Понятие о криволинейной корреляции.
6. Элементы теории принятия решений. Таблицы соответствий; алгоритмы поиска решений.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<p>ОПК-12 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии.</p>		
<p>ОПК-12.1</p>	<p>. Разрабатывает алгоритмы и применяет современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии</p>	<p>Дайте краткий ответ на вопросы.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системы и процессы в инженерии, исследуемые с помощью математических методов. 2. Моделирование дискретных объектов и процессов. Элементы теории множеств. 3. Графы. Использование графов для моделирования технических систем 4. Моделирование с использованием элементов теории вероятностей. Теория вероятности при оценке надежности технических систем. 5. Элементы теории принятия решений. Таблицы соответствий; алгоритмы поиска решений. 6. Применение вариационного исчисления в теории пластичности и задачах ОМД. Принципы Лагранжа, Журдена и Кастильяно. 7. Классический метод вариационного исчисления. Сущность прямых методов. Метод Ритца. Метод Канторовича. 8. Определение действительного поля напряжений по Ритцу в объемной задаче теории упругости. 9. Линеаризация вариационных задач теории пластичности. Метод последовательных приближений Качанова. 10. Метод последовательных гидродинамических упругих приближений по Ильюшину. Применение метода конечных разностей в задачах ОМД. Структура метода конечных

		<p>разностей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Основная концепция МКЭ. Типы конечных элементов и функций элементов. Представление функции элемента через ее узловые значения. 12. Особенности описания векторных функций. Свойства симплексной функции. Описание дискретизированной области в целом. 13. Уравнение МКЭ, основанное на принципе Лагранжа. 14. Физический смысл слагаемых в уравнении МКЭ. 15. Структура уравнения МКЭ для одного конечного элемента. Структура уравнения МКЭ для области в целом. 16. Решение задач пластичности методом конечных элементов. 17. Решение в конечных деформациях. 18. Основная концепция МГЭ. 19. Уравнения теплопроводности. Конечно-элементная дискретизация. Одномерная и двумерная задачи теплопроводности 20. Математическая постановка задачи теории малых упругопластических деформаций. 21. Конечно-элементная формулировка задачи теории упруговязкопластического течения. 22. Основные понятия нейронной сети. Базовая искусственная модель нейронной сети. 23. Виды архитектур сетей. Алгоритмы обучения и дообучения нейронных сетей. 24. Пример нейросетевой модели, позволяющей прогнозировать механические свойства проката (прямая задача). 25. Пример нейросетевой модели, позволяющей определять технологические параметры, обеспечивающие требуемые показатели механических свойств (обратная задача).
ОПК-12.2	Формулирует цели, ставит задачи системы автоматизированного проектирования деталей и узлов	<p>Задания:</p> <p>Установить граничные условия краевой задачи математической физики.</p>

	<p>машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии</p>	<p>Описать стохастический процесс. Привести примеры случайных событий. Определить вероятность случайного события Привести пример математической модели исследуемого вероятностного процесса Пример задания: провести моделирование процесса изготовления детали с целью оптимизации режима послойного нанесения.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Раскрыть основные этапы экспериментальной научной работы. - Описать основные требования, предъявляемые к задачам выбора вида функциональных зависимостей. - Проверить правильность выбора степенной функции в качестве математической зависимости при однофакторном эксперименте. - Проверить правильность выбора показательной функции в качестве математической зависимости при однофакторном эксперименте. - Проверить правильность выбора дробно-рациональной функции в качестве математической зависимости при однофакторном эксперименте. - Расшифровать понятие адекватности математической модели.
--	--	--

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математические методы в инженерии» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в виде собеседования в рамках теоретических вопросов, выносимых на зачет и/или решения практических заданий.

Показатели и критерии оценивания зачета:

на оценку **«зачтено»** студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку **«не зачтено»** студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.