

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 (ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

(наименование дисциплины)

**15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
 производств»**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Физика высоких технологий

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) «Моделирование процессов и систем» являются:

- обучение студентов основам методологии разработки математических моделей для решения исследовательских и конструкторско-технологических задач;
- обучение студентов основам разработки алгоритмов для реализации математических моделей при решении исследовательских и конструкторско-технологических задач;
- изучение возможностей современных расчетных комплексов для моделирования и исследования физических процессов, протекающих в сложных технологических системах;
- формирование у студентов навыков использования современных расчетных комплексов для реализации математических моделей при решении исследовательских и конструкторско-технологических задач;
- воспитание ответственности за продукт своих разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Моделирование процессов и систем» изучается во 1 семестре подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.14).

Для успешного изучения дисциплины «Моделирование процессов и систем» студенты должны быть знакомы с основами математической статистики и стандартными алгоритмами обработки массивов данных.

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечивающими (последующими) дисциплинами

Наименование обеспечивающих (предыдущих и последующих) дисциплин	Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
	1 семестр								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последующие дисциплины									
1. Математическое моделирование в машиностроении.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Надежность и диагностика технологических систем.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Технологическое обеспечение качества.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Преддипломная практика.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5. Выпускная квалификационная работа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-6. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-	ОПК-6.1. Знает типовые алгоритмы и цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.	Знает типовые алгоритмы и цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.	Индивидуальное практико-ориентированное задание, контрольные и тестовые вопросы

<p>технологической документации машиностроительных производств.</p>	<p>ОПК-6.2. Умеет разрабатывать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. ОПК-6.3. Владеет навыками применения алгоритмов и современных цифровых систем автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.</p>	<p>Умеет разрабатывать алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств. Владеет навыками применения алгоритмов и современных цифровых систем автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.</p>	
<p>ПК-1. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности</p>	<p>ПК-1.1. Знает типы производства деталей опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности, разновидности технологического оборудования, стандартных инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной оснастки. ПК-1.2. Умеет анализировать технические требования, предъявляемые к деталям опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности. ПК-1.3. Умеет выбирать схемы и средства контроля технических требований, предъявляемых к деталям опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности. ПК-1.4. Умеет выбирать схемы базирования и закрепления заготовок деталей опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности. ПК-1.5. Умеет разрабатывать технологические маршруты и технологические операции изготовления деталей опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности. ПК-1.6. Умеет рассчитывать точность обработки при проектировании операций изготовления деталей опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности. ПК-1.7. Владеет навыками выбора технологического оборудования, стандартных инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной</p>	<p>Знает типы производства деталей машиностроения высокой сложности, разновидности технологического оборудования, стандартных инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной оснастки. Умеет анализировать технические требования, предъявляемые к деталям машиностроения высокой сложности. Владеет навыками разработки и согласования технологической документации на технологические процессы изготовления деталей машиностроения высокой сложности.</p>	<p>Индивидуальное практико-ориентированное задание, контрольные и тестовые вопросы</p>

	<p>оснастки, необходимых для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности.</p> <p>ПК-1.8. Владеет навыками разработки технических заданий на проектирование специальных приспособлений и контрольно-измерительной оснастки для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности.</p> <p>ПК-1.9. Владеет навыками разработки и согласовывания технологической документации на технологические процессы изготовления деталей опытных образцов машиностроительных изделий высокой сложности.</p>		
<p>ПК-3. Способен разрабатывать технологии и управляющие программы изготовления особо сложных деталей на многокоординатных токарно-фрезерных обрабатывающих центрах с ЧПУ и многокоординатных фрезерных обрабатывающих центрах с ЧПУ</p>	<p>ПК-3.1. Знать основные технологические возможности обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления особо сложных деталей, а также порядок выполнения переходов с учётом особенностей проектирования операций обработки на обрабатывающих центрах с ЧПУ.</p> <p>ПК-3.2. Знать применяемые технологии и программы изготовления особо сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.</p> <p>ПК-3.3. Уметь проектировать управляющие программы для реализации типовых технологических процессов изготовления особо сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.</p> <p>ПК-3.4. Уметь проводить расчёт и синхронизацию оперативного времени при многошпиндельной обработке на обрабатывающих центрах с ЧПУ.</p> <p>ПК-3.5. Владеть навыками проектирования современных технологий изготовления особо сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.</p> <p>ПК-3.6. Владеть навыками отработки на технологичность особо сложных деталей при обработке на обрабатывающих центрах с ЧПУ.</p>	<p>Знает применяемые технологии и программы изготовления деталей на станках с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки. Умеет проектировать управляющие программы для реализации типовых технологических процессов изготовления деталей на станках с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки. Владеет навыками проектирования современных технологий изготовления деталей на станках с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки.</p>	<p>Индивидуальное практико-ориентированное задание, контрольные и тестовые вопросы</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки	СРП		
Раздел 1										
1	Концептуальная и математическая постановка задач моделирования стационарных и нестационарных процессов, линейных и нелинейных динамических процессов. Этапы разработки моделей.	1	1-2		2	2			17	Рейтинг контроль № 1
2	Моделирование стационарных и нестационарных процессов теплопередачи при конвективном теплообмене, излучении, контактном взаимодействии.	1	3-4		2	2			17	
3	Моделирование напряженно-деформированного состояния при термомеханическом воздействии в условиях контактного взаимодействия тел.	1	5-6		2	2			17	
Раздел 2										
4	Моделирование процессов упругопластического деформирования.	1	7-8		2	2			17	Рейтинг контроль № 2
5	Моделирование напряженно-деформированного состояния при больших деформациях. Модели гиперупругих материалов.	1	9-10		2	2			17	
6	Моделирование процессов формоизменения и разрушения.	1	11-12		2	2			17	
Раздел 3										
7	Моделирование процессов тепломассопереноса.	1	13-14		2	2			17	Рейтинг контроль № 3
8	Моделирование процессов тепломассопереноса со свободными границами.	1	15-16		2	2			17	
9	Сопряженные задачи тепломассопереноса и напряженно-деформированного состояния.	1	17-18		2	2			17	
Всего за 1 семестр:					18	18			153	Экзамен (27 ч), КР
Наличие в дисциплине КП/КР				-	-	+	-	-	-	КР
Итого по дисциплине					18	18			153	Экзамен (27 ч), КР

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1.

Тема 1. Концептуальная и математическая постановка задач моделирования стационарных и нестационарных процессов, линейных и нелинейных динамических процессов. Этапы разработки моделей.

Содержание темы: Моделирование стационарных процессов теплопередачи при конвективном теплообмене, излучении, контактном взаимодействии.

Тема 2. Моделирование стационарных и нестационарных процессов теплопередачи при конвективном теплообмене, излучении, контактном взаимодействии.

Содержание темы: Моделирование нестационарных процессов теплопередачи при конвективном теплообмене, излучении, контактном взаимодействии.

Тема 3. Моделирование напряженно-деформированного состояния при термомеханическом воздействии в условиях контактного взаимодействия тел.

Содержание темы: Моделирование напряженно-деформированного состояния при термомеханическом воздействии в условиях контактного взаимодействия тел.

Раздел 2.

Тема 4. Моделирование процессов упругопластического деформирования.

Содержание темы: Моделирование процессов упругопластического деформирования.

Тема 5. Моделирование напряженно-деформированного состояния при больших деформациях. Модели гиперупругих материалов.

Содержание темы: Моделирование напряженного состояния при больших деформациях.

Тема 6. Моделирование процессов формоизменения и разрушения.

Содержание темы: Моделирование процессов формоизменения и разрушения.

Раздел 3.

Тема 7. Моделирование процессов тепломассопереноса.

Содержание темы: Моделирование процессов тепломассопереноса.

Тема 8. Моделирование процессов тепломассопереноса со свободными границами.

Содержание темы: Моделирование процессов тепломассопереноса со свободными границами.

Тема 9. Сопряженные задачи тепломассопереноса и напряженно-деформированного состояния.

Содержание темы: Сопряженные задачи тепломассопереноса и напряженно-деформированного состояния.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1.

Тема 1. Концептуальная и математическая постановка задач моделирования стационарных и нестационарных процессов, линейных и нелинейных динамических процессов. Этапы разработки моделей.

Содержание темы: Моделирование процесса изотермического теплообмена при различных граничных условиях на основе решения стационарной задачи теплопроводности методом конечных элементов.

Тема 2. Моделирование стационарных и нестационарных процессов теплопередачи при конвективном теплообмене, излучении, контактном взаимодействии.

Содержание темы: Моделирование процесса неизотермического теплообмена при различных граничных условиях на основе решения нестационарной задачи теплопроводности методом конечных элементов.

Тема 3. Моделирование напряженно-деформированного состояния при термомеханическом воздействии в условиях контактного взаимодействия тел.

Содержание темы: Моделирование напряженно-деформированного состояния контактирующей группы тел при термомеханическом воздействии методом конечных элементов.

Раздел 2.

Тема 4. Моделирование процессов упругопластического деформирования.

Содержание темы: Моделирование напряженно-деформированного состояния при упругопластическом деформировании методом конечных элементов.

Тема 5. Моделирование напряженно-деформированного состояния при больших деформациях. Модели гиперупругих материалов.

Содержание темы: Моделирование напряженно-деформированного состояния при больших перемещениях методом конечных элементов.

Тема 6. Моделирование процессов формоизменения и разрушения.

Содержание темы: Моделирование процессов формоизменения и разрушения методом конечных элементов.

Раздел 3.

Тема 7. Моделирование процессов тепломассопереноса.

Содержание темы: Моделирование турбулентных потоков и процессов теплопереноса.

Тема 8. Моделирование процессов тепломассопереноса со свободными границами.

Содержание темы: Моделирование турбулентных течений со свободными границами.

Тема 9. Сопряженные задачи тепломассопереноса и напряженно-деформированного состояния.

Содержание темы: Решение сопряженной задачи гидродинамики и напряженно-деформированного состояния.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).

Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Определение модели. Свойства моделей.
2. Цели и задачи моделирования. Понятие об иерархии математического моделирования. Значение триады «модель-алгоритм-программа».
3. Алгоритмизация математических моделей. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду. Методы решения.
4. Основные этапы математического моделирования. Особенности этапов, задачи и связь между ними.
5. Основные методы реализации моделей. Достоинства и недостатки.
6. Свойства математических моделей. Понятие «предсказательности» моделей.
7. Классификация моделей в зависимости от параметров и переменных моделирования. Материальное моделирование.
8. Классификация моделей в зависимости от целей моделирования.
9. Когнитивная и содержательная модели.
10. Концептуальная модель. Метод характеристик. Свойства линий скольжения.
11. Понятие математической модели. Универсальность. Взаимосвязь моделей.
12. Классификация математических моделей в зависимости от сложности, и параметров модели.
13. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования. Свойства математических моделей. Полнота.

14. Классификация математических моделей в зависимости от методов реализации. Понятие о методе характеристик.
15. Понятие о математической постановке задачи математического моделирования.
16. Выбор и обоснование метода решения задачи моделирования.
17. Виды математических моделей. Структурные и функциональные математические модели.
18. Моделирование процесса теплопередачи при конвективном теплообмене.
19. Моделирование процесса теплопередачи при теплообмене излучением.
20. Использование внутренних источников теплоты при моделировании процесса теплопередачи.
21. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия теплообмена.
22. Закон Фурье, дать определение коэффициенту теплопроводности, температурному полю, температурному градиенту.
23. Вариационная постановка задачи теплопроводности и ее численная реализация методом конечных элементов.
24. Возможные расчетные схемы моделирования контактного взаимодействия тел при термомеханическом нагружении.
25. Понятие и постановка краевой задачи в механике твердого деформируемого тела
26. Вариационная постановка задачи теории упругости и ее численная реализация методом конечных элементов.
27. Конечно-элементная схема решения задачи термоупругости
28. Кинематические граничные условия и их влияние на точность результатов.

Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Модели упругопластического деформирования, области применения.
2. Деформационная теория пластичности, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.
3. Теория течения, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.
4. Законы упрочнения при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
5. Условия начала текучести при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
6. Схематизация для описания пластических течений профессора Гуна Г.Я.
7. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера.
8. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Лагранжа.
9. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера - Лагранжа.
10. Критерии разрушения для вязких материалов.
11. Критерии разрушения для хрупких материалов.
12. Алгоритм решения МКЭ процессов формоизменения и разрушения.
13. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Муни-Ривлина
14. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Йо.
15. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов с памятью формы. Модель Ауриччио.

Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Основные уравнения тепломассопереноса.
2. Моделирование ламинарных и турбулентных течений – основные отличия.
3. Модели турбулентности, их области применения.

4. Численные методы решения задач тепломассопереноса, их возможности и ограничения.
5. Однопараметрическая модель турбулентности, области применения.
6. Двухпараметрические модели $k - \varepsilon$ турбулентности, области применения.
7. Двухпараметрические модели $k - \omega$ турбулентности, области применения.
8. Модели Рейнольдсовых напряжений при моделировании турбулентных течений, области применения.
9. Модели крупных вихрей при моделировании турбулентных течений, области применения.
10. Модели отсоединенных вихрей при моделировании турбулентных течений, области применения.
11. Модель адаптивного масштаба при моделировании турбулентных течений, области применения.
12. Пристеночные функции при моделировании турбулентных течений, области применения.
13. Постановка и алгоритм решения сопряженных задач теплопроводности и тепломассопереноса.
14. Постановка и алгоритм решения сопряженных задач напряженно-деформированного состояния и тепломассопереноса.
15. Моделирование течений со свободными границами, постановка задачи, алгоритм решения.
16. Особенности моделирования сверхзвуковых течений.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины *(экзамен)*.

Вопросы к экзамену

1. Определение модели. Свойства моделей.
2. Цели и задачи моделирования. Понятие об иерархии математического моделирования. Значение триады «модель-алгоритм-программа».
3. Алгоритмизация математических моделей. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду. Методы решения.
4. Основные этапы математического моделирования. Особенности этапов, задачи и связь между ними.
5. Основные методы реализации моделей. Достоинства и недостатки.
6. Свойства математических моделей. Понятие «предсказательности» моделей.
7. Классификация моделей в зависимости от параметров и переменных моделирования. Материальное моделирование.
8. Классификация моделей в зависимости от целей моделирования.
9. Когнитивная и содержательная модели.
10. Концептуальная модель. Метод характеристик. Свойства линий скольжения.
11. Понятие математической модели. Универсальность. Взаимосвязь моделей.
12. Классификация математических моделей в зависимости от сложности, и параметров модели.
13. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования. Свойства математических моделей. Полнота.
14. Классификация математических моделей в зависимости от методов реализации. Понятие о методе характеристик.
15. Понятие о математической постановке задачи математического моделирования.
16. Выбор и обоснование метода решения задачи моделирования.
17. Виды математических моделей. Структурные и функциональные математические модели.
18. Моделирование процесса теплопередачи при конвективном теплообмене.
19. Моделирование процесса теплопередачи при теплообмене излучением.

20. Использование внутренних источников теплоты при моделировании процесса теплопередачи.
21. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия теплообмена.
22. Закон Фурье, дать определение коэффициенту теплопроводности, температурному полю, температурному градиенту.
23. Вариационная постановка задачи теплопроводности и ее численная реализация методом конечных элементов.
24. Возможные расчетные схемы моделирования контактного взаимодействия тел при термомеханическом нагружении.
25. Понятие и постановка краевой задачи в механике твердого деформируемого тела
26. Вариационная постановка задачи теории упругости и ее численная реализация методом конечных элементов.
27. Конечно-элементная схема решения задачи термоупругости
28. Кинематические граничные условия и их влияние на точность результатов.
29. Модели упругопластического деформирования, области применения.
30. Деформационная теория пластичности, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.
31. Теория течения, область ее применения, реализация в рамках конечно-элементного прочностного анализа.
32. Законы упрочнения при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
33. Условия начала текучести при моделировании процессов пластического деформирования материалов.
34. Схематизация для описания пластических течений профессора Гуна Г.Я.
35. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера.
36. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Лагранжа.
37. Описание движения деформируемой сплошной среды методом Эйлера - Лагранжа.
38. Критерии разрушения для вязких материалов.
39. Критерии разрушения для хрупких материалов.
40. Алгоритм решения МКЭ процессов формоизменения и разрушения.
41. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Муни-Ривлина
42. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов. Модель Йо.
43. Моделирование процессов деформирования гиперупругих материалов с памятью формы. Модель Ауриччио.
44. Основные уравнения тепломассопереноса
45. Моделирование ламинарных и турбулентных течений – основные отличия.
46. Модели турбулентности, их области применения.
47. Численные методы решения задач тепломассопереноса, их возможности и ограничения.
48. Однопараметрическая модель турбулентности, области применения.
49. Двухпараметрические модели $k - \varepsilon$ турбулентности, области применения.
50. Двухпараметрические модели $k - \omega$ турбулентности, области применения.
51. Модели Рейнольдсовых напряжений при моделировании турбулентных течений, области применения.
52. Модели крупных вихрей при моделировании турбулентных течений, области применения.
53. Модели отсоединенных вихрей при моделировании турбулентных течений, области применения.
54. Модель адаптивного масштаба при моделировании турбулентных течений, области применения.

55. Пристеночные функции при моделировании турбулентных течений, области применения.
56. Постановка и алгоритм решения сопряженных задач теплопроводности и тепломассопереноса.
57. Постановка и алгоритм решения сопряженных задач напряженно-деформированного состояния и тепломассопереноса.
58. Моделирование течений со свободными границами, постановка задачи, алгоритм решения.
59. Особенности моделирования сверхзвуковых течений.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу.

Самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает в себя:

- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к лабораторным работам.

Творческая самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) компетенций, повышение творческого потенциала студентов. Эта работа включает в себя:

- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- моделирование больших перемещений и деформаций;
- моделирование процессов формоизменения;
- моделирование процессов разрушения;
- моделирование течений со свободными границами.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- особенности моделирования сверхзвуковых течений.
- решение задач механики разрушения тел с трещинами методом конечных элементов;
- решение сопряженных задач теплопроводности и тепломассопереноса.

Курсовая работа

Выполняется студентами на основе индивидуальных заданий и включает в себя:

- проектирование 3D сборки;
- определение граничных условий теплообмена;
- проведение анализа температурного состояния сборки на основании решения нестационарной задачи теплопроводности методом конечных элементов с использованием современных САЕ – систем;
- определение механической нагрузки и кинематических граничных условий;

- анализ напряженно-деформированного состояния сборки на основании результатов решения нестационарной задачи термоупругости методом конечных элементов с использованием современных САЕ – систем;
- проведение прочностного анализа по критериям предельного состояния для рассчитываемой конструкции.

Примерная тематика курсовой работы:

1. Методом конечных элементов рассчитать изменение теплового и напряженно-деформированного состояния оправки прошивного стана диаметром 110 мм на 20 технологическом цикле: время рабочего хода 15 с, время охлаждения 15 с.
2. Методом конечных элементов рассчитать изменение теплового и напряженно-деформированного состояния оправки прошивного стана диаметром 114 мм на 20 технологическом цикле: время рабочего хода 16 с, время охлаждения 20 с. Оценить эффективность охлаждения оправки при использовании внутренних полостей охлаждения.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
Петров, А. В. Моделирование процессов и систем: учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2.	2022	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212213
Алямовский, А. А. SOLIDWORKS Simulation и FloEFD. Практика, методология, идеология / А. А. Алямовский. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 658 с. — ISBN 978-5-97060-646-9	2018	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131715
Банщикова, И. А. Комплекс ANSYS: нелинейный прочностной анализ конструкций: учебное пособие / И. А. Банщикова, Г. И. Расторгуев. — Новосибирск: НГТУ, 2015. — 94 с. — ISBN 978-5-7782-2816-0	2015	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118188
Мухутдинов, А. Р. Основы применения ANSYS Autodup для решения задач моделирования быстропротекающих процессов: учебное пособие / А. Р. Мухутдинов, М. Г. Ефимов. — 2-е издание. — Казань: КНИТУ, 2018. — 244 с. — ISBN 978-5-7882-2390-2	2018	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/138480
Левицкий, И. А. Применение современных программно-вычислительных комплексов для решения задач тепломассообмена в промышленных агрегатах. Модели физических процессов в Ansys Fluent: учебник / И. А. Левицкий. — Москва: МИСИС, 2022. — 500 с. — ISBN 978-5-907560-02-4	2022	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/263504
Дополнительная литература		
Павлов, А. С. Решение задач механики деформируемого твердого тела в программе ANSYS: учебное пособие / А. С. Павлов. — Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 34 с. — ISBN 978-5-85546-825-0	2014	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63695

Каменских, А. А. Реализация решения задач механики контактного взаимодействия в прикладном пакете ANSYS: учебное пособие / А. А. Каменских, М. Л. Бартоломей. — Пермь: ПНИПУ, 2017. — 65 с. — ISBN 978-5-398-01750-2	2917	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160839
Берендеев, Н. Н. Методы решения задач усталости в пакете ansys workbench: учебно-методическое пособие / Н. Н. Берендеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020	2020	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/191900
Ермолаев, И. А. Метод конечных элементов Галеркина в задачах конвекции: учебно-методическое пособие / И. А. Ермолаев. — Саратов: СГУ, 2020. — 36 с. — ISBN 978-5-292-04654-7	2020	Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170592

6.2 Периодические издания:

1. СТИН: научно-технический журнал. – Москва: ООО "СТИН".
2. Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал - Москва: Машиностроение
3. Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал. – Москва: Технология машиностроения.
4. Электронный журнал «САПР и графика». Журнал может использоваться как практическое руководство при проектировании оснастки. Режим доступа <https://sapr.ru/issue>.

6.3 Интернет-ресурсы

<i>Название портала</i>	<i>ссылка</i>
Учебно-методический комплекс дисциплины размещен на образовательном сервере ВлГУ.	https://cs.cdo.vlsu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru/defaultx.asp
«Единое окно» доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Междисциплинарное обучение	http://www.nano-obr.ru/
Статьи о машиностроении	http://machineguide.ru/
Портал отраслевой информации о машиностроении	http://www.mashportal.ru/
Ресурс о машиностроении	http://www.i-mash.ru/
Техническая литература по машиностроению	http://www.mirstan.ru/index.php?page=tech
Библиотека технической литературы	http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.11.34
Все о машиностроении	http://dlja-mashinostroitelja.info/
Союз машиностроителей России	http://www.soyuzmash.ru/
Информационно-аналитический сайт по материалам зарубежной печати о современных технологиях и инструментах для металлообработки	http://www.stankoinform.ru/index.htm

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические занятия, проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в компьютерных классах, связанных с суперкомпьютером «СКИФ МОНОМАХ» производительностью 4,7 Т-Флопс. Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: программные комплексы компьютерной математики MATLAB, MathCAD, ANSYS, SolidWorks, PTC CREO.

Рабочую программу составил А.Т.Н. доцент соуп. ТМС Иванченко А.В.
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):
Генеральный директор ООО "НТЦ Композит"
к.т.н., доцент

Прусов Е.С.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Заведующий кафедрой А.Т.Н., профессор Морозов В.В.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 15.04.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Председатель комиссии А.Т.Н., профессор Морозов В.В.
(ФИО, должность, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____