


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета факультета математики,
информационных и авиационных технологий
от «16» мая 2023 г., протокол № 4/23



Председатель

/ М.А. Волков
«16» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Моделирование и расчёт задач термоупругопластичности в металлургии
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Математического моделирования технических систем
Курс	2

Направление (специальность) 27.04.03 Системный анализ и управление
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) "Интегрированные системы управления производством"
полное наименование

Форма обучения - очная
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2023 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Калинов Е.Д.	ММТС	ст. преподаватель

СОГЛАСОВАНО	
Заведующий выпускающей кафедрой математического моделирования технических систем	
 Подпись	/Санников И.А./ ФИО «16» мая 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: изучение математических основ математического моделирования с использованием теории упругости и теории пластичности, основных моделей механики деформируемых конструкций, методов их исследования для использования при проведении расчетов на ЭВМ.

Задачи освоения дисциплины: научиться строить модели, выбирать метод исследования модели и проводить исследование; приобрести навыки моделирования и исследования классических моделей термоупругопластичности; получить опыт владения специализированными программными комплексами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина относится к вариативной части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Дисциплина «Моделирование и расчёт задач термоупругопластичности в металлургии» изучается в 3 семестре.

Для ее изучения нужны следующие общекультурные компетенции:


1. Способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выборе пути ее достижения, владением культуры мышления;
2. Способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность;
3. Способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;
4. Способность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков.

Полученные в ходе освоения дисциплины профессиональные компетенции будут использоваться в профессиональной деятельности, а также теоретические и практические знания и навыки далее используются при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.


3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень формируемых компетенций в процессе освоения материала по дисциплине (модулю) с указанием кода и наименования компетенций, соотнесенных с установленными разработчиком РПД индикаторами достижения каждой компетенции отдельно в соответствии с ФГОС ВО.

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-5 Способен участвовать в работах по совершенствованию машиностроительного производства	Знать: Методы инженерных расчётов деталей и конструкций изделий летательных аппаратов с использованием прикладных инструментов Уметь: Использовать современные системы трехмерного математического моделирования

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний	
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа		
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы				
1	2	3	4	5	6	7		
Раздел 1. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ (ШТАМПОВКА)								
1. Разновидности горячей объёмной штамповки. Оборудование для объёмной штамповки. Тензор деформаций.	10	5					5	Ответы на вопросы
2. Основные операции холодной листовой штамповки. Оборудование для листовой штамповки. Тензор напряжений.	8	4					4	Ответы на вопросы
Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК (ЛИТЬЁ)								
1. Теоретические основы процессов литейного производства. Обобщенный закон Гука. Константы Ляме.	10	5					5	Ответы на вопросы
2. Тепловое взаимодействие отливки и формы. Уравнения теплопроводности.	8	4					4	Ответы на вопросы
Раздел 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО РЕСЧЕТА								
1. Методы моделирования процесса штамповки в программном продукте QForm.	18				9		9	Ответы на вопросы
2. Методы моделирования процесса литья в программном	18				9		9	Ответы на вопросы

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

продукте ProCAST							
Итого	72	18		18		36	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ (ШТАМПОВКА)

Тема 1 Разновидности горячей объёмной штамповки. Оборудование для объёмной штамповки.

Роль штамповки в производстве изделий машиностроения. Штамповка в открытых штампах. Штамповка в закрытых штампах. Факторы, влияющие на пластичность металла и его сопротивление деформированию. Требования, предъявляемые к нагреву металла при обработке давлением. Деформация бесконечно малой частицы. Тензоры конечной и малой деформации. Выражение компонент тензора деформации через компоненты вектора перемещений. Механический смысл компонент тензора малой деформации. Уравнение совместности деформаций. Тензор скоростей деформаций, его связь с тензором деформаций.

Тема 2 Основные операции холодной листовой штамповки. Оборудование для листовой штамповки.

Конструктивные требования к деталям и заготовкам, изготавливаемым холодной штамповкой. Допуски на размеры. Расчет усилия вырубки, центр давления при вырубке по контуру. Конструктивные требования, предъявляемые к рабочим деталям штампов. Расчет исполнительных размеров пуансона и матрицы вырубного штампа. Расчет деталей штампов на прочность. Просечные штампы. Штампы для вырубки неметаллических материалов. Тензор напряжений, его свойства. Массовые и поверхностные, внешние и внутренние силы. Динамические уравнения движения сплошной среды.

Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК (ЛИТЬЁ)

Тема 1. Теоретические основы процессов литейного производства.

Основы процессов плавки, влияние ближнего и дальнего порядка на процессы кристаллизации и формирование структуры и физико-механических свойств сплава отливки. Вероятность образования дефектов в отливках на разных стадиях формирования отливки. Модель изотропного линейно-упругого тела, обобщенный закон Гука термоупругости. Упругие константы Ляме. Модуль упругости, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, модуль объемного расширения. Постановки задач для механически сжимаемых и механически несжимаемых материалов. Уравнение Ляме


Тема 2. Тепловое взаимодействие отливки и формы.

Роль теплофизических характеристик материалов форм и отливок в формирование структуры и свойств отливок. Расчет температурных полей литейной формы. Способы управления скоростью охлаждения отливки в форме. Роль изолирующих покрытий. Уравнение теплопроводности. Замкнутая система уравнений термоупругости. Краевые и начальные условия. Постановки задач термоупругости в смешанной форме и “в перемещениях”.

Раздел 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО РЕСЧЕТА

Тема 1 Методы моделирования процесса штамповки в программном продукте QForm. Освоение принципов моделирования в программном продукте QForm.

Тема 2 Методы моделирования процесса литья в программном продукте ProCAST. Освоение принципов моделирования в программном продукте ProCAST

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен УП

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторные работы по теме «Методы моделирования процесса литья в программном продукте ProCAST»

1. Моделирование литья свободная заливка.
2. Моделирование литье под давлением.
3. Моделирование литье по выплавляемым моделям.

Лабораторные работы по теме «Методы моделирования металлургических процессов в программном продукте QForm»

1. Моделирование напряженно-деформированного состояния в процессековки.
2. Моделирование теплового баланса материала и инструмента в процессековки.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ


Данный вид работы не предусмотрен УП

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

1. Получить уравнения состояния линейной теории термоупругости разрешенные относительно тензора напряжений
2. Получить уравнения состояния линейной теории термоупругости разрешенные относительно тензора деформаций
3. Получить формулы, выражающие коэффициенты Ляме и модуль об'емного расширения через модуль упругости, коэффициент Пуассона. Область значений коэффициента Пуассона, его физический смысл.
4. Записать уравнения состояния линейно-упругой конструкции с использованием модуля упругости и коэффициента Пуассона.
5. Математическая модель механически сжимаемой линейно-упругой сплошной среды.
6. Обобщенный закон Гука (21 коэффициент упругости) и математическая модель анизотропной линейно-упругой конструкции
7. Обобщенный закон Гука (13 коэффициентов упругости) и математическая модель анизотропной линейно-упругой конструкции
8. Обобщенный закон Гука (9 коэффициентов упругости) и математическая модель анизотропной линейно-упругой конструкции
9. Математическая модель цилиндрического линейно-упругого стержня, находящегося под действием растягивающих сил.
10. Математическая модель цилиндрического линейно-упругого стержня круглого поперечного сечения, находящегося под действием закручивающих моментов.
11. Модели термоупругопластичности металлургии.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Буркин, С. П. Металлургия. Остаточные напряжения в металлопродукции : учебное пособие для вузов / С. П. Буркин, Г. В. Шимов, Е. А. Андрюкова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 247 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06500-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473481>
2. Агеев, Н. Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н. Г. Агеев ; под редакцией С. С. Набойченко. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65950.html>

дополнительная


1. Еланский, Г. Н. Строение и свойства металлических расплавов : учебное пособие для вузов / Г. Н. Еланский, Д. Г. Еланский. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 212 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13144-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476391>
2. Гуреева, М. А. Металловедение: макро- и микроструктуры литейных алюминиевых сплавов : учебное пособие для вузов / М. А. Гуреева, В. В. Овчинников, И. Н. Манаков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 254 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10223-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473872>

учебно-методическая

1. Ефременков И. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Моделирование и расчет задач термоупругопластичности в металлургии» для студентов магистратуры по направлению 27.04.03 Системный анализ и управление / И. В. **Ефременков**; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 210 КБ). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8944>

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / **БУРХАНОВА М.М.** / *Бур* / *2023*
 Должность сотрудника научной библиотеки / ФИО / Подпись / дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

б) Программное обеспечение ProCAST, QForm

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.


4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Начальник УИТТ / Бурдин П.П. /  / 15.05.2023 г.
Должность сотрудника УИТТ / ФИО / дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*).

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:


– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



подпись

ст. преп. каф. ММТС

Калинов Е.Д.

должность

ФИО