

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра цифровых технологий и машин в литейном производстве**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

 Могильная Е.П.

« 18 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы расчёта в инженерных задачах»

по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение
профиль подготовки «Цифровые технологии и машины в литейном
производстве»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

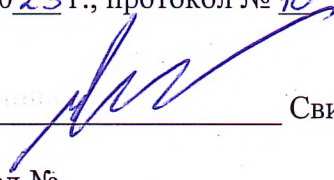
Рабочая программа учебной дисциплины «Численные методы расчёта в инженерных задачах» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – 21 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Численные методы расчёта в инженерных задачах» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9.08.2021 г. № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

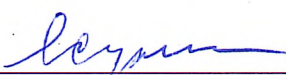
кандидат технических наук, доцент Голофаев А. Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровых технологий и машин в литейном производстве «11» 04 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой цифровых технологий и машин в литейном производстве  Свинороев Ю.А..

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института
«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясунник С.Н.

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью учебной дисциплины «Численные методы расчёта в инженерных задачах» является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять комплекс знаний, умений и навыков по расчету и анализу гидравлических скоростей, температурных полей, напряженно-деформированного состояния отливок, образования дефектов при заливке и формировании отливок в литейных формах.

В результате изучения дисциплины «Численные методы расчёта в инженерных задачах» студенты должны:

знать:

- роль и место современных численных методов при решении инженерных задач в сфере профессиональной деятельности;
- основные численные методы теории теплопроводности, кристаллизации, упругости и термопластичности;
- принципы, лежащие в основе математических моделей теории теплопроводности, затвердевания отливок, упругости и термопластичности;
- прикладное программное обеспечение для решения типовых задач методом конечных разностей (МКР), методом конечных элементов (МКЭ) и методом конечных объёмов (МКО).

уметь:

- использовать программное обеспечение реализующее расчет гидравлических скоростей заливки расплава, напряженно-деформированного состояния отливки при её затвердевании и образования дефектов;
 - анализировать результаты численного моделирования технологических процессов литья МКР, МКЭ и МКО.
- владеть:**
- навыками использования прикладного программного обеспечения, реализующего МКР, МКЭ и МКО, для проектирования технологических процессов получения без дефектных отливок.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Численные методы расчёта в инженерных задачах» относится к модулю базовых дисциплин Б1.В.14.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания дисциплин:

- физика;
- сопротивление материалов;
- теория механизмов, машин и манипуляторов;
- детали машин и основы конструирования;

- вариационные методы в теории упругости и термопластичности;
- инженерной компьютерной графики;
- технология литейного производства.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: Математическое моделирование систем и процессов; Компьютерные технологии в машиностроении.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2. Применяет современные методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	<p>Знать: роль и место современных численных методов при решении инженерных задач в сфере профессиональной деятельности; основные численные методы теории теплопроводности, кристаллизации, упругости и термопластичности; принципы, лежащие в основе математических моделей теории теплопроводности, затвердевания отливок, упругости и термопластичности; прикладное программное обеспечение для решения типовых задач методом конечных разностей (МКР), методом конечных элементов (МКЭ) и методом конечных объемов (МКО).</p> <p>Уметь: использовать программное обеспечение реализующее расчет гидравлических скоростей заливки расплава; напряженно-деформированного состояния отливки при её затвердевании и образования дефектов; анализировать результаты численного моделирования технологических процессов литья МКР, МКЭ и МКО.</p> <p>Владеть: навыками использования прикладного</p>

		программного обеспечения, реализующего МКР, МКЭ и МКО для проектирования технологических процессов получения без дефектных отливок.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего)	48	20
в том числе:		
Лекции	24	8
Семинарские занятия		
Практические занятия	24	12
Лабораторные работы		
Курсовая работа (курсовой проект)		
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)		
Самостоятельная работа студента (всего)	96	124
Форма аттестации	зачёт	зачёт

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение, основные численные методы теории теплопроводности упругости и механики разрушения.

Цель и задачи дисциплины. Основные численные методы, используемые при проектировании технологических процессов литья. Теория метода конечных разностей (МКР), теория метода конечных элементов (МКЭ). Постановка задачи моделирования процессов литья.

Тема 2. Прикладное программное обеспечение, реализующее МКР и МКЭ.

Реализация МКР и МКЭ в современных программных комплексах. Классификация ПО. Типы задач, решаемых МКР и МКЭ.

Тема 3. Алгоритм решения задачи теплопередачи в системе отливка – форма с помощью МКР.

Этапы исследования гидравлических процессов спомощью программного обеспечения, реализующего МКР. Классификация разностных сеток. Формирование граничных условий.

Тема 4. Алгоритм решения задачи теплопередачи в системе отливка – форма с помощью МКЭ.

Этапы исследования тепловых процессов с помощью программного обеспечения, реализующего МКЭ. Классификация конечных элементов. Формирование граничных условий.

Тема 5. Валидация граничных условий системы отливка-форма и полученных результатов.

Факторы, влияющие на получение точного результата при решении задач с помощью МКЭ. Тип и размер конечного элемента. Оценка погрешности расчета.

Тема 6. Анализ напряженно-деформированного состояния отливок при её затвердевании и усадочных процессов.

Этапы решения задачи анализа НДС отливок. Возможности применяемого прикладного программного обеспечения. Анализ результатов.

Тема 7. Проектирование конфигурации отливки компьютерным моделированием технологических параметров литья с учётом производства её без дефектов и с большим коэффицентом выхода годного.

Алгоритм решения комплексной задачи. Возможности программного обеспечения. Ограничения и допущения. Режимы литья. Анализ результатов. Выбор места подвода литников и установки прибылей. Температуры заливки. Размеров и количества питателей и холодильников.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Введение, основные численные методы теории теплопроводности упругости и механики разрушения. Цель и задачи дисциплины. Основные численные методы, используемые при проектировании технологических процессов литья. Теория метода конечных разностей (МКР), теория метода конечных элементов (МКЭ). Постановка задачи моделирования процессов литья.	6	2
2.	Тема 2. Прикладное программное	6	2

	обеспечение, реализующее МКР и МКЭ. Реализация МКР и МКЭ в современных программных комплексах. Классификация ПО. Типы задач, решаемых МКР и МКЭ.		
3.	Тема 3. Алгоритм решения задачи теплопередачи в системе отливка – форма с помощью МКР. Этапы исследования гидравлических процессов с помощью программного обеспечения, реализующего МКР. Классификация разностных сеток. Формирование граничных условий.	6	2
4	Тема 4. Алгоритм решения задачи теплопередачи в системе отливка – форма с помощью МКЭ. Этапы исследования тепловых процессов с помощью программного обеспечения, реализующего МКЭ. Классификация конечных элементов. Формирование граничных условий.	6	2
5	Тема 5. Валидация граничных условий системы отливка-форма и полученных результатов. Факторы, влияющие на получение точного результата при решении задач с помощью МКЭ. Тип и размер конечного элемента. Оценка погрешности расчета.		
6	Тема 6. Анализ напряженно-деформированного состояния отливок при её затвердевании и усадочных процессов. Этапы решения задачи анализа НДС отливок. Возможности применяемого прикладного программного обеспечения. Анализ результатов.		
7	Тема 7. Проектирование конфигурации отливки компьютерным моделированием технологических параметров литья с учётом производства её без дефектов и с большим коэффициентом выхода годного. Алгоритм решения комплексной задачи. Возможности программного обеспечения. Ограничения и допущения. Режимы литья. Анализ результатов. Выбор места подвода литников и установки прибылей. Температуры заливки. Размеров и количества питателей и холодильников.		
Итого		24	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Методика проведения анализа техпроцесса формирования отливок методом конечных элементов	3	2

2	Решение задачи исследования гидравлических процессов при заливке литейных форм	3	2
3	Моделирование напряженно- деформированного состояния при затвердевании отливки	3	2
4	Исследование влияния размера и порядка конечного элемента на результаты анализа напряженно-деформированного состояния отливки	3	2
5	Исследование влияния граничных условий на результаты анализа температурных и гидравлических процессов в отливке	3	2
6	Исследование влияния граничных условий на результаты анализа напряженно-деформированного состояния и остаточных напряжений в отливках	3	
7	Оптимизация технологических процессов литья с помощью моделирования на ЭВМ	6	2
Итого:		24	12

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6-7.	– проработка (изучение) материалов лекций; – чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы; – подготовка к практическим занятиям; – поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати; – подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией. Подготовка к зачёту.	96	124
Итого:			96	124

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Численные методы расчёта в инженерных задачах» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Численные методы расчёта в инженерных задачах» используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

– использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение. Практические работы выполняются на 3-D принтерах. Для моделирования литейных процессов на ЭВМ используются программные комплексы Компас 3-Д, SolidWorks, ProCast или LVMFlow.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Фокин В.Г. Метод конечных элементов в механике деформируемого твёрдого тела: Учебное пособие/ В.Г. Фокин. - Самара: Самар. гос. техн. университет, 2010. - 131 с.

2. Трушин, С. И. Строительная механика: метод конечных элементов: учеб. пособие / С.И. Трушин. -Москва : ИНФРА-М, 2019. -305 с.

б) дополнительная литература:

1. Самогин, Ю. Н. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов/ Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П. -Москва :Физматлит, 2012. - 200 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технология литейного производства» на тему «Исследование влияния конструкции литниково-питающих систем на внутренние дефекты отливок изготавливаемых в разовых песчаных формах» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02 Metallurgy and 15.03. 01 Machine Building / Составители: А.Н. Голофаев, В. С. Мирошниченко. – Луганск: [Электронный ресурс]: – Луганск, ФГБОУ ВО ЛГУ им. В Даля, 2023. –31 с. [1.7 Мб].

2. Методические указания к использованию программного комплекса ProCAST-2013 для моделирования технологических процессов литья для

студентов, обучающихся по направлениям подготовки 15.04.01 Машиностроение и 22.04.02 Metallургия / Составители: А.Н. Голофаев, В. С. Мирошниченко. – Луганск: [Электронный ресурс]: – Луганск, ФГБОУ ВО ЛГУ им. В. Даля, 2023. –22 с. [1.59 Мб].

г) Интернет-ресурсы:

<https://cccp3d.ru/>

<https://cae-clpb.ru/fo1111n>

<https://sapr.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Основы аддитивных технологий» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice

Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине оценочных средств по учебной дисциплине «Численные методы расчета в инженерных задачах»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины и практических занятий	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2. Применяет современные методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Тема 1. Тема 2.. Тема 3. Тема 4-7. Практические занятия 1-7	7

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал
оценивания**

№ п/ п	Код контро лируем ой компет енции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1	ОПК-1.2. Применяет современн ые методы математич еского анализа и моделиров ания в профессио нальной деятельнос ти	Знать: роль и место современных численных методов при решении инженерных задач в сфере профессиональной деятельности; основные численные методы теории теплопроводности, кристаллизации, упругости и термопластичности ; принципы, лежащие в основе математических моделей теории теплопроводности, затвердевания отливок, упругости и термопластичности ; прикладное программное обеспечение для решения типовых задач методом конечных разностей (МКР), методом конечных элементов (МКЭ) и методом конечных объемов (МКО). Уметь: использовать программное обеспечение реализующее расчет гидравлических скоростей заливки расплава; напряженно-	Тема 1. Введение, основные численные методы теории теплопроводности упругости и механики разрушения. Цель и задачи дисциплины. Основные численные методы, используемые при проектировании технологических процессов литья. Теория метода конечных разностей (МКР), теория метода конечных элементов (МКЭ). Постановка задачи моделирования процессов литья. Тема 2. Прикладное программное обеспечение, реализующее МКР и МКЭ. Реализация МКР и МКЭ в современных программных комплексах. Классификация ПО. Типы задач, решаемых МКР и МКЭ. Тема 3. Алгоритм решения задачи теплопередачи в системе отливка – форма с помощью МКР. Этапы исследования гидравлических процессов с помощью программного обеспечения, реализующего МКР. Классификация разностных сеток. Формирование граничных условий. Тема 4. Алгоритм	Вопросы для проведения промежуточно й аттестации по дисциплине, задания по практическим занятиям, контрольные работы для заочников, (зачёт)

			<p>деформированного состояния отливки при её затвердевании и образования дефектов; анализировать результаты численного моделирования технологических процессов литья МКР, МКЭ и МКО.</p> <p>Владеть: навыками использования прикладного программного обеспечения, реализующего МКР, МКЭ и МКО для проектирования технологических процессов получения без дефектных отливок.</p>	<p>решения задачи теплопередачи в системе отливка – форма с помощью МКЭ.</p> <p>Этапы исследования тепловых процессов с помощью программного обеспечения, реализующего МКЭ. Классификация конечных элементов. Формирование граничных условий. Тема 5. Валидация граничных условий системы отливка-форма и полученных результатов. Факторы, влияющие на получение точного результата при решении задач с помощью МКЭ. Тип и размер конечного элемента. Оценка погрешности расчета. Тема 6. Анализ напряженно-деформированного состояния отливок при её затвердевании и усадочных процессов. Этапы решения задачи анализа НДС отливок. Возможности Применяемого прикладного программного обеспечения. Анализ результатов. Тема 7. Проектирование конфигурации отливки компьютерным моделированием технологических параметров литья с учётом производства её без дефектов и с большим коэффициентом выхода годного. Алгоритм решения комплексной задачи. Возможности программного обеспечения. Ограничения и допущения. Режимы</p>	
--	--	--	--	---	--

				литья. Анализ результатов. Выбор места подвода литников и установки прибылей. Температуры заливки. Размеров и количества питателей и холодильников.	
--	--	--	--	---	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Численные методы расчётов в инженерных задачах»

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая: – выполнение практических заданий, оформление отчетов по практическим занятиям; – ответы на опросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Численные методы расчётов в инженерных задачах» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля умений и навыков проводятся практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 1.

Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 2.

Перечень вопросов к зачету

1. Напишите стационарное уравнение теплопроводности.
2. Какие уравнения включает математическая модель затвердевания отливки в системе отливка – форма?
3. Какие численные методы применяются для решения задач затвердевания отливки в форме?
4. Какова сущность метода конечных разностей?
5. Общие сведения о методе конечных элементов (МКЭ).
6. Матричное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности МКЭ.

7. Решение в ProCAST нестационарной теплопроводности. Учёт граничных условий.
8. Основные матрицы и соотношения при анализе МКЭ трёхмерных тепловых задач.
9. Разбиение отливки на конечные элементы.
10. Аппроксимация. Матрицы. Разрешающие уравнения. Методы решения системы линейных уравнений.
11. Разрешающее уравнение МКЭ с учётом начальных напряжений и начальных деформаций.
12. Плоское напряжённое и плоское деформированное состояния отливки.
13. Приведение распределённых нагрузок к узловым.
14. Решение матричного дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности конечно-разностным методом. Учёт граничных и начальных условий. Одномерная и двухмерная задачи теплопроводности.
15. Температурные деформации. Узловые силы эквивалентные начальным напряжениям и начальным деформациям. Разрешающее уравнение МКЭ с учётом начальных напряжений и начальных деформаций.
16. Этапы решения задачи в ProCAST.
17. Запуск программы ProCAST и выход из неё.
18. Температурные деформации. Узловые силы эквивалентные начальным напряжениям и начальным деформациям. Разрешающее уравнение МКЭ с учётом начальных напряжений и начальных деформаций.
19. Аппроксимация с помощью функций формы.
20. Типы конечных элементов.
21. Разрешающие уравнения МКЭ.
22. Приведение распределённых нагрузок к узловым.
23. Матричное дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности МКЭ.
24. Матричное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности МКЭ.
25. Матрицы теплопроводности и теплоёмкости.
26. Векторы узловых тепловых нагрузок.
27. Учёт граничных условий. Точечные источники. Реализация в ProCAST.
28. Решение с помощью пакета ProCAST термопрочностной

задачи.

29. Термоупругие задачи.

30. Термопластические задачи. Реализация в ProCAST.

Таблица 1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ПК-1. Внедрение новой техники и технологий и при производстве литых изделий	ПК-1.2. Осуществляет разработку новых технологических процессов получения отливок любой сложности с применением цифровых технологий.	Знать: -роль аддитивных технологий в современном производстве; - виды прототипирования и их возможности при изготовлении отливок, оснастки и песчаных форм; -технологии аддитивного производства и способов их применения в машиностроении.	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Вопросы по разделам дисциплины
		Уметь: – проектировать машиностроительные изделия и разрабатывать конструкции с учетом применения технологий быстрого прототипирования для их изготовления с заданной точностью и характеристиками структуры	Практически все задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практически не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий №№1-4

		металла.			
		Владеть: – навыками разработки технологических процессов изготовления деталей и изделий с использованием методов быстрого прототипирования.	Практически все задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практически все задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практически всех заданий №№5-7

*) за каждый ответ назначается по 1 баллу;**) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.

Таблица 2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ПК-1. Внедрение новой техники и технологий при производстве литых изделий	ПК-1.2. Осуществляет разработку новых технологических процессов получения отливок любой сложности с применением цифровых технологий	Знать: - роль аддитивных технологий в современном производстве; - виды прототипирования и их возможности при изготовлении отливок, оснастки и песчаных форм; -технологии аддитивного производства и способов их применения в машиностроении.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен неполный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос

		Уметь: – проектировать машиностроительные изделия и разрабатывать конструкции с учетом применения технологий быстрого прототипирования для их изготовления с заданной точностью и характеристиками структуры металла.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		Владеть: – навыками разработки технологических процессов изготовления деталей и изделий с использованием методов быстрого прототипирования.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач

Вопросы к защите практических работ

1. Назовите известные вам способы построения геометрии конструкции в программе ProCAST.
2. Раскройте понятие «примитив».
3. Перечислите известные вам булевы операции.
4. Какие команды программы можно использовать при повторяющихся поверхностях или объемах в вашей?
5. Назовите три стадии типичного анализа пакета ProCAST.
6. Структура программы ProCAST.
7. Основные файлы, формируемые программой ProCAST.
8. Общие сведения о методе конечных элементов (МКЭ).
11. В чём заключается построение геометрии модели методом «снизу - вверх»?
12. Интерфейс пользователя программы ProCAST: окна, меню.
13. Разбиение отливки и формы на

конечные элементы.

14. Этапы решения задачи в программе ProCAST.
19. Расскажите о типах конечных элементов.
20. Расскажите о главном меню программного комплекса ProCAST.
21. Расскажите о плоских конечных элементах.
22. Булевы операции, реализуемые в программном комплексе ProCAST.
23. Расскажите об окне ввода программы ProCAST.
24. Расскажите об объёмных конечных элементах.
25. Расскажите о графическом окне программы ProCAST.
26. Опишите достоинства метода конечных элементов.
27. Расскажите о заданиях свойств сплавов в программе ProCAST.
28. Расскажите о меню утилит программы ProCAST.
29. Приведите рекомендации, которые нужно учитывать при разбиении отливки на конечные элементы.
30. Какие виды разбиения на конечные элементы вам известны?
31. Расскажите об окне ввода программы ProCAST.
32. В каких случаях применяется свободное разбиение на конечные элементы?
33. Назовите операции, которые нужно выполнить в процессе подготовки задачи к решению.
34. Расскажите о графическом окне программы ProCAST.
35. В каких случаях применяется регулярное разбиение на конечные элементы?
36. Назовите операции, которые нужно выполнить в процессоре-решателе.
37. Расскажите о линейке инструментов программы PROCAST.
38. Назовите достоинства и недостатки свободного разбиения.
39. Что такое примитивы? какие примитивы вам известны?
40. Что такое атрибуты конечных элементов?
41. Назовите достоинства и недостатки регулярного разбиения.

Таблица 3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество**	Баллы за решение задач**	

0 баллов	0...2 баллов	0 баллов	не зачтено
13 баллов	3 балла	не менее 1 балла	зачтено
13 баллов	4...5 баллов	не менее 2 баллов	
13 баллов	6 баллов	не менее 2 баллов	

*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 1; **) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 2

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)