

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

«Математическое моделирование систем и процессов»

По направлению подготовки 22.04.02 Metallургия

Магистерская программа: «Технология литейных процессов»

Луганск- 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия. – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.02 «Metallургия», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.11.2020 № 1456.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д.т.н. профессор Рябичев В.Д., ст. преподаватель Шинкарева Т.А.

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

Заведующий кафедрой цифровых технологий и машин в литейном производстве \_\_\_\_\_ Свиноров 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 \_\_\_\_\_ Ясуник С.Н.

© Рябичев В.Д., Шинкарева Т.А., 2023 год  
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

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

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов», является совершенствование самостоятельной научно-исследовательской коммуникативной компетенции магистров, необходимой для осуществления их научной и профессиональной деятельности, позволяющей им использовать научные методы в процессе исследований. Расширение и углубление научно-исследовательской подготовки в составе других базовых и вариативных дисциплин в соответствии с требованиями, установленными государственными образовательными стандартами.

Задачи: изучение научных подходов с активным применением математических методов и моделей в теоретических и прикладных исследованиях при создании и осуществлении технологических процессов производства отливок любой сложности из различных видов сплавов. Подготовка магистра к научно-исследовательской работе, защите выпускной квалификационной работы. Развитие социально-воспитательного компонента учебного процесса.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Научные исследования в металлургии» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания программного обеспечения CAD/CAM/CAE-систем, умения практического применения математического моделирования прогрессивных технологических процессов, навыков практического применения математического моделирования прогрессивных технологических процессов изготовления машиностроительных литых заготовок любой сложности.

Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных на предыдущих уровнях образования, и служит основой для выполнения магистерской диссертации.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способен к исследованию и разработке прогрессивных технологических процессов изготовления машиностроительных литых заготовок любой сложности с использованием CAD/CAM/CAE- систем.	ПК-2.1. Разрабатывает технологическую литейную оснастку с использованием CAD/CAM/CAE-систем.	Знать: программное обеспечение CAD/CAM/CAE-систем;
		Уметь: применять математическое моделирование для разработки литейной оснастки;
		Владеть: навыками практического применения математического моделирования для прогрессивных технологических процессов изготовления машиностроительных литых заготовок любой сложности.

## 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)	180 (5,0 зач. ед)	180 (5,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	75	14
Лекции	30	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	45	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>105</b>	<b>166</b>
Форма аттестации	экзамен	экзамен

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### **Тема 1. Вводная часть, обзор: цели и задачи курса.**

Обзор: цели и задачи курса. Исторический обзор. Понятие о физическом и математическом моделировании. Компьютерное моделирование.

#### **Тема 2. Развитие аппаратных средств и программного обеспечения.**

Современная информационно-вычислительная техника и ее использование в научных исследованиях. Информационно-коммуникационная сеть Internet. Математические методы исследования.

#### **Тема 3. Математическое моделирование в научных исследованиях.**

Виды математических моделей, применяемых в научных исследованиях применительно к основным задачам изучения систем и процессов в литейном производстве.

#### **Тема 4, 5. Математическая модель.**

Формы представления модели. Обобщенная математическая модель применительно к основным задачам изучения систем и процессов в литейном производстве. Требования к математической модели применительно к основным задачам изучения систем и процессов в литейном производстве.

#### **Тема 6. Практическое применение.**

Практическое применение математических методов и моделей в научных исследованиях литейных процессов и технологий.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводная часть, обзор: цели и задачи курса	5	1
2	Развитие аппаратных средств и программного обеспечения.	5	1

3	Математическое моделирование в научных исследованиях.	5	1
4	Математическая модель.	5	1
5	Математическая модель.	5	1
6	Практическое применение.	5	1
<b>Итого:</b>		<b>30</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Использование современной информационно-вычислительной техники в научных исследованиях. Работа на ПЭВМ.	5	0.5
2	Использование математических моделей в научных исследованиях применительно к основным задачам технологий литья.	5	0.5
3	Методы математической статистики в научных исследованиях применительно к основным задачам технологических процессов литья	5	1
4	Специфика применения математических методов в научных исследованиях литейного производства.	5	1
5	Методы математического планирования эксперимента.	5	1
6	Изучение процессов структурообразования при формировании прочности в процессах изготовления литейных стержней	5	1
7	Разработка математической модели состава стержневой смеси.	5	1
8	Моделирование при изготовлении литейной формы по ХТС процессам	5	1
9	Моделирование процесса затвердевания отливки	5	1
<b>Итого:</b>		<b>45</b>	<b>8</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Вводная часть, обзор: цели и задачи курса	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	17	27
2	Развитие аппаратных средств и программного обеспечения.		17	27
3	Математическое моделирование в научных исследованиях.		17	28
4	Математическая модель.		18	28
5	Математическая модель.		18	28
6	Практическое применение.		18	28
<b>Итого:</b>			<b>105</b>	<b>166</b>



**4.7. Курсовые работы/проекты** по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» не предполагаются учебным планом.

## **5. Образовательные технологии**

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» 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.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Математические методы и модели в научных исследованиях и профессиональной деятельности: [учеб. пособие] / Е. А. Борисова, Т. А. Чебунькина; М-во образования и науки РФ, Костромской гос. ун-т. - Кострома: КГУ, 2017. - 187 с.

2. Литейное производство: учеб. / В.Д. Белов [и др.]; под общ. ред. В.Д. Белова. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: изд. Дом МИСиС, 2015. – 487с.

3. Зальцман, Э. С. Математическое моделирование тепловых процессов в отливках и формах : практикум / Э. С. Зальцман, В. В. Шемякин. - Москва : ИД МИСиС, 2001. - 84 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1244320> (дата обращения: 01.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

### **б) дополнительная литература:**

1. Современные проблемы информатики и вычислительной техники: Учебное пособие / Л.Г. Гагарина, А.А. Петров. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 368 с.:

2. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. - 3-е изд. - Москва :Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2016. - 644 с.

3. Яковлев, С.В. Теория систем и системный анализ : учебное пособие /С.В. Яковлев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - 2-е изд., перераб. и доп. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 354 с.

4. Бутакова, модели и методы моделирования : учеб. пособие / ; ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов Н/Д : [б. и.], 2017. - 69 с.

5. Основы математической теории планирования эксперимента [Текст] : учебно-метод. пособие / , [и др.] ; ФГБОУ ВПО РГУПС, ФГБОУ ВПО ДГТУ. - Ростов н/Д : [б. и.], 2014.

**в) интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <https://minobrnauki.gov.ru/>

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

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

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

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

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

ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

Российская Ассоциация Литейщиков – <http://www.ruscastings.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

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

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

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

**7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

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



**8. Оценочные средства по дисциплине**  
**Паспорт**  
**оценочных средств по учебной дисциплине**  
**«Математическое моделирование систем и процессов»**

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, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2	Способен к исследованию и разработке прогрессивных технологических процессов изготовления машиностроительных литых заготовок любой сложности с использованием CAD/CAM/CAE - систем	ПК-2.1. Разрабатывает технологическую литейную оснастку с использованием CAD/CAM/CAE-систем.	Тема 1. Вводная часть, обзор: цели и задачи курса Тема 2. Развитие аппаратных средств и программного обеспечения. Тема 3. Математическое моделирование в научных исследованиях. Тема 4, 5. Математическая модель. Тема 5. Практическое применение.	2

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

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-2. Способен к исследованию и разработке прогрессивных технологических процессов изготовления машиностроительных литых заготовок любой сложности с использованием CAD/CAM/CAE - систем	ПК-2.1. Разрабатывает технологическую литейную оснастку с использованием CAD/CAM/CAE-систем.	знать: программное обеспечение CAD/CAM/CAE-систем; уметь: применять математическое моделирование	Тема 1. Вводная часть, обзор: цели и задачи курса Тема 2. Развитие аппаратных средств и программного обеспечения.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, темы

	<p>тельных литых заготовок любой сложности с использованием CAD/CAM/CAE- систем</p>		<p>для разработки литейной оснастки; владеть: навыками практического применения математического моделирования для прогрессивных технологических процессов изготовления машиностроительных литых заготовок любой сложности.</p>	<p>обеспечения. Тема 3. Математическое моделирование в научных исследованиях. Тема 4, 5. Математическая модель. Тема 5. Практическое применение.</p>	<p>рефератов, вопросы к экзамену.</p>
--	---	--	--	--	---------------------------------------

**Фонды оценочных средств по дисциплине  
«Математическое моделирование систем и процессов»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения  
теоретического материала (устно или письменно)**

1. Цели и задачи математического моделирования литейного процесса.
2. Сущность понятия «научное исследование».
3. Типовые задачи научных исследований в литейном производстве.
4. Сущность процесса моделирования.
5. Математическое моделирование.
6. Сущность понятия «математическая модель».
7. Основные понятия математического моделирования в литейном производстве.
8. Классификация методов моделирования. Как они применяются при моделировании литейных процессов.
9. Исторический обзор развития дисциплинарного подхода связанного с использованием математических методов и моделей в научных исследования в литейном производстве.
10. Понятие о физическом и математическом моделировании.
11. Компьютерное моделирование в литейном производстве, типовые программные продукты.
12. Развитие аппаратных средств и программного обеспечения научных исследований в литейном производстве.
13. Современная информационно-вычислительная техника и ее использование в научных исследованиях.
13. Информационно-коммуникационная сеть Internet как инструмент в научных исследованиях.
14. Суть и определение математических методов исследования.
15. Понятие процесса, протекающего во времени.

16. Системы дифференциальных уравнений и их интегрирование, как инструментарий исследования литейных процессов.
17. Место математических методов в научных исследованиях применительно к основным задачам литейного производства.
18. Виды математических моделей, применяемых в научных исследованиях применительно к основным задачам литейного производства.
19. Формы представления модели. Обобщенная математическая модель применительно к основным задачам литейного производства.
20. Требования к математической модели применительно к основным задачам литейного производства.
21. Использование современной информационно-вычислительной техники в научных исследованиях.
22. Математическое моделирование процессов смесеприготовления.
23. Математическое моделирование процессов плавки.
24. Математическое моделирование процессов кристаллизации отливки.
25. Моделирование процессов разупрочнения литейной формы.
26. Моделирование заполнения расплавленным металлом полости литейной формы.
27. Моделирование разупрочнения литейного стержня.
28. понятие о математическом планировании эксперимента.
29. Пассивный и активный планируемый эксперимент.
30. Факторный анализ при планировании эксперимента.
31. Полный факторный эксперимент.
32. Дробный факторный эксперимент.
33. Статистические методы обработки результатов экспериментов.
34. Интерпретация полученных результатов.
35. Понятие доверительный интервал, при планировании эксперимента.
36. Математические модели первого второго и высших порядков при планировании эксперимента.
37. Дробная реплика, при планировании эксперимента.
38. Экспериментальные исследования литейных процесса и их математическая обработка.
39. Использование метода наименьших квадратов для обработки результатов экспериментов в литейном производстве.
40. Методы математической статистики в научных исследованиях применительно к литейному производству.
41. Специфика применения математических методов в научных исследованиях объектов литейного производства.
42. Методы построения моделей литейных процессов.
43. Компьютерные модели в литейном производстве.
44. Системный подход при моделировании литейных объектов.
45. Основные понятия, цели и задачи планирования эксперимента.
46. Классификация групп факторов действующих на объект исследования.

47. Специфика применения математических методов в научных исследованиях литейного производства.

48. Перечислить общие требования к математической модели

49. Дать понятие адекватности математической модели, привести примеры.

50. Комплексная специфика математических моделей описывающих процессы литейного производства.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «комбинированный контроль усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### **Задания к практическим занятиям:**

Заданный технологический процесс литейного производства:

- 1) рассмотреть как сложную систему взаимодействующих компонентов;
- 2) определить элементы входящие в систему, факторы внешнего воздействия, границу раздела (система – внешняя среда);
- 3) определить и формализовать параметры качества и факторы на них влияющие;
- 4) перечислить основные физико-химические процессы протекающие в системе, задать основные зависимости для постановки эксперимента и последующего построения математической модели процесса;
- 5) сформулировать основные допущения при реализации исследования;
- 6) перечислить контролируемые факторы в процессе исследований;
- 7) предложить основные зависимости поведения исследуемого процесса;
- 9) дать прогнозы поведения исследуемого процесса при различных условиях проведения исследуемого процесса;
- 10) Дать аспектный анализ исследуемого процесса, с точки зрения: технологичности, экономичности, экологичности, безопасности.



Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «задания к практическим занятиям»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Темы рефератов:**

1. Исторический обзор. Понятие о физическом и математическом моделировании. Компьютерное моделирование.
2. Развитие аппаратных средств и программного обеспечения. Современная информационно-вычислительная техника и ее использование в научных исследованиях. Информационно-коммуникационная сеть Internet.
3. Суть и определение математических методов исследования. Понятие процесса, протекающего во времени. Системы дифференциальных уравнений и их интегрирование.
4. Место математических методов в научных исследованиях применительно к основным задачам изучения систем и процессов литейного производства.
5. Основные понятия математического моделирования на примерах применительно к основным задачам изучения систем и процессов литейного производства.
6. Классификация методов моделирования применительно к основным задачам изучения систем и процессов литейного производства.
7. Виды математических моделей, применяемых в научных исследованиях применительно к основным задачам изучения систем и процессов литейного производства.
8. Формы представления модели. Обобщенная математическая модель применительно к основным задачам изучения систем и процессов литейного производства.
9. Требования к математической модели применительно к основным задачам изучения систем и процессов литейного производства.
10. Практическое применение математических методов и моделей в научных исследованиях литейных процессов и технологий.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «реферат» (письменный)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Вопросы к экзамену:**

1. Цели и задачи математического моделирования литейного процесса.
2. Сущность понятия «научное исследование».
3. Типовые задачи научных исследований в литейном производстве.
4. Сущность процесса моделирования.
5. Математическое моделирование.
6. Сущность понятия «математическая модель».
7. Основные понятия математического моделирования в литейном производстве.
8. Классификация методов моделирования. Как они применяются при моделировании литейных процессов.
9. Исторический обзор развития дисциплинарного подхода связанного с использованием математических методов и моделей в научных исследования в литейном производстве.
10. Понятие о физическом и математическом моделировании.
11. Компьютерное моделирование в литейном производстве, типовые программные продукты.
12. Развитие аппаратных средств и программного обеспечения научных исследований в литейном производстве.
13. Современная информационно-вычислительная техника и ее использование в научных исследованиях.
13. Информационно-коммуникационная сеть Internet как инструмент в научных исследованиях.
14. Суть и определение математических методов исследования.

15. Понятие процесса, протекающего во времени.
16. Системы дифференциальных уравнений и их интегрирование, как инструментарий исследования литейных процессов.
17. Место математических методов в научных исследованиях применительно к основным задачам литейного производства.
18. Виды математических моделей, применяемых в научных исследованиях применительно к основным задачам литейного производства.
19. Формы представления модели. Обобщенная математическая модель применительно к основным задачам литейного производства.
20. Требования к математической модели применительно к основным задачам литейного производства.
21. Использование современной информационно-вычислительной техники в научных исследованиях.
22. Математическое моделирование процессов смесеприготовления.
23. Математическое моделирование процессов плавки.
24. Математическое моделирование процессов кристаллизации отливки.
25. Моделирование процессов разупрочнения литейной формы.
26. Моделирование заполнения расплавленным металлом полости литейной формы.
27. Моделирование разупрочнения литейного стержня.
28. понятие о математическом планировании эксперимента.
29. Пассивный и активный планируемый эксперимент.
30. Факторный анализ при планировании эксперимента.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен**

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.

неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.
-------------------------	---

**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)