



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Литейное производство

Уровень высшего образования - магистратура

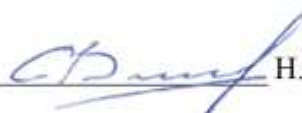
Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения  
19.02.2020, протокол № 8

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

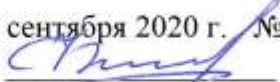
Рабочая программа составлена:  
зав. кафедрой ЛПиМ, канд. техн. наук  Н.А. Феоктистов

Рецензент:  
зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  Перятинский А.Ю.

### Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от 01 сентября 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой  Н.А. Феокистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феокистов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения модуля обязательной дисциплины базовой части блока дисциплин учебного плана «Моделирование и оптимизация технологических процессов» является подготовка магистранта по направлению «Металлургия» и профилю подготовки «Литейное производство» к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта.

Поставленная цель реализуется на основе ознакомления студентов с основными современными методами моделирования и оптимизации, получения навыков самостоятельного решения оптимизационных задач путем выполнения численно-аналитических расчетов на практических занятиях и использования ЭВМ в лабораториях, выработки творческого подхода к разработке новых алгоритмов моделирования.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Моделирование и оптимизация технологических процессов входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Информационные технологии в металлургии

Методология и методы научного исследования

Методология научных исследований

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

Учебная - научно-исследовательская работа

Теория формирования отливок

Современные проблемы литейного производства и материаловедения

Современные способы изготовления форм и стержней

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование и оптимизация технологических процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
ОПК-5.1	Проводит научные исследования для получения базы данных о свойствах металлоизделий широкого назначения с последующей обработкой, анализом и интерпретацией полученных результатов
ОПК-5.2	Оценивает результаты научно-технических разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений по совершенствованию существующих технологических процессов в металлургической отрасли и смежных областях
ОПК-5.3	Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения при разработке инновационных технологических процессов в области металлургии и металлообработки

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 16,1 акад. часов;
- аудиторная – 15 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 91,9 акад. часов;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
Раздел 1								
1.1 Основы процесса моделирования Понятия системы и элемента.	2			2	16	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.2, ОПК-5.3
Итого по разделу				2	16			
Раздел 2								
2.1 Экспериментально-статистические методы математического описания	2			2/2И	16	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.1
Итого по разделу				2/2И	16			
Раздел 3								

3.1 Задачи статистической оптимизации	2			2	20	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам.	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.3
Итого по разделу				2	20			
Раздел 4								
4.1 Исследование операций. Идентификация	2			5/2И	13	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам.	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.1, ОПК-5.2
Итого по разделу				5/2И	13			
Раздел 5								
5.1 Использование моделей для исследования, управления и обучения	2			2/2И	13	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам.	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.3
Итого по разделу				2/2И	13			
Раздел 6								

6.1 Оптимизация технологии получения отливки	2		2/2И	13,9	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.1
Итого по разделу			2/2И	13,9			
Итого за семестр			15/8И	91,9		зачёт,кр	
Итого по дисциплине			15/8И	91,9		курсовая работа, зачет	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» применяются традиционная и модульно-компетентностные технологии.

При выполнении практических занятий используется технология коллективного взаимодействия. Занятия проводятся в виде обсуждения полученного задания, при этом студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов. Например, структуру сплавов определяет каждый студент при изучении экспериментальных образцов, а анализ полученных результатов по единичным показателям, выполненных отдельными студентами, проводится групповым методом.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к индивидуальной проработке тем в процессе написания рефератов, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Тең, Э. Б. Производство отливок из стали и чугуна : методика расчета и оптимизации состава шихты при плавке литейных сталей и чугунов : учебное пособие / Э. Б. Тең, Т. А. Базлова. — Москва : МИСИС, 2016. — 136 с. — ISBN 978-5-906846-31-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93683> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Зубарев, Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-6674-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151654> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Адлер, Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. — ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Герасимова, А. А. Математические методы в инжиниринге металлургического оборудования и технологий : учебное пособие / А. А. Герасимова. — Москва : МИСИС, 2017. — 82 с. — ISBN 978-5-906846-89-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108082> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.



**в) Методические указания:**

1. Синицкий, Е.В. Использование программного пакета LVMFlow для моделирования литейных технологий. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ». 2009. - 8 с.
2. Синицкий, Е.В. Использование САД Компас 3D для подготовки моделей литейного производства. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ». 2009. - 8 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>

Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
3. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Перечень вопросов для подготовки к занятиям:

Тема 1. Основы процесса моделирования

1. Задача дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов».
2. Структура курса – прогнозирование и оптимизация функции отклика.
3. Отсевание ошибочных и взаимовлияющих факторов.
4. Понятие о статистическом прогнозировании и управлении продукцией.
5. Неразрушающий контроль качества.
6. Понятие о генеральной совокупности и выборки случайной величины.

Тема 2. Экспериментально-статистические методы математического описания

1. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики.
2. Проверка статистических гипотез.
3. Предварительная обработка статистических данных.
4. Дисперсионный анализ.
5. Гистограммы, диаграмма Парето, контрольные карты.

Тема 3. Задачи статистической оптимизации

1. Парный и множественный коэффициенты корреляции. Коэффициент детерминации.
2. Регрессионный анализ. Расчет парных и множественных регрессионных уравнений.
3. Показатели точности и адекватности регрессионных уравнений (критерии Стьюдента, Фишера, коэффициент эластичности и вклад факторов в функцию отклика, остаточное среднеквадратическое отклонение – стандартное отклонение – регрессионного уравнения).
4. Методы поиска экстремальных значений (значений локальной оптимизации) функции отклика. Метод крутого восхождения – метод Бокса-Уилсона.
5. Понятие о непараметрическом методе оптимизации – метод Тагучи.

Тема 4. Исследование операций

1. Основные понятия метода.
2. Примеры применения метода.

Тема 5. Использование моделей для исследования, управления и обучения

1. Требования, предъявляемые к прогнозирующим регрессионным зависимостям.
2. Требования, предъявляемые к управляющим регрессионным зависимостям.
3. Понятие об адаптивном управлении.
4. Применение методики планированного эксперимента.
5. Требования к исходной выборке при планировании факторного эксперимента.

Тема 6. Оптимизация технологии получения отливки.

1. Постановка задачи оптимизации.
2. Математическая модель применимые для различных технологических процессов литья.
3. Применение программных комплексов (LVM Flow, Полигон) для разработки и оптимизации технологии изготовления отливки..

Темы и вопросы для рефератов:

1. Первичные параметры оценки выборки.
2. Оценочные критерии параметров генеральной совокупности.
3. Проверка статистических гипотез.
4. Вероятностные распределения случайной величины.
5. Требования к предварительной обработке выборки случайной величины.
6. Простые статистические методы оценки распределения случайной величины.
7. Контрольные карты.
8. Отсев грубых ошибок выборки.
9. Нормальное распределение.
10. Определение статистически необходимого объема выборки.
11. Дисперсионный анализ.
12. Парная корреляция.
13. Множественная корреляция.
14. Корреляционно-регрессионный анализ.
15. Линейные и нелинейные регрессионные уравнения.
16. Оценка точности, адекватности регрессионных уравнений.
17. Статистические функции в программной среде Excel.
18. Полный факторный математический планируемый эксперимент.
19. Дробный факторный математический планируемый эксперимент.
20. Поиск экстремальных значений функции отклика.
21. Непараметрическая статистика.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях		
ОПК-5.1	Проводит научные исследования для получения базы данных о свойствах металлоизделий широкого назначения с последующей обработкой, анализом и интерпретацией полученных результатов	<p style="text-align: center;"><b>Перечень теоретических вопросов к зачету</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайная стохастическая величина.</li> <li>2. Функциональная и статистическая зависимость.</li> <li>3. Понятие генеральной совокупности и выборки.</li> <li>4. Статистические параметры для оценки случайной величины.</li> <li>5. Зависимые и независимые случайные величины.</li> <li>6. Факторы и функция отклика.</li> <li>7. Порядок отсеивания незначимых факторов.</li> <li>8. Распределения случайной величины.</li> <li>9. Нормальное распределение и его характеристики.</li> <li>10. Гистограммы.</li> <li>11. Диаграмма Парето.</li> <li>12. Причинно-следственная диаграмма Исикавы.</li> <li>13. Контрольные карты. Способы их построения и оценки изменчивости параметров качества.</li> <li>14. Расчет статистически необходимого объема выборки.</li> <li>15. Парный и множественный коэффициенты корреляции. Коэффициент детерминации.</li> <li>16. Корреляционно-регрессионный анализ.</li> <li>17. Расчет регрессионного уравнения. Оценка точности уравнения и его адекватности реальному процессу.</li> <li>18. Критерии Стьюдента, Фишера.</li> <li>19. Остаточное среднеквадратическое отклонение – остаточное стандартное отклонение.</li> <li>20. Оценка вклада факторов на значение функции отклика. Коэффициент эластичности.</li> <li>21. Дисперсионный анализ.</li> <li>22. Корректировка прогнозирующего уравнения регрессии при статистическом приемочном</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>контроле по корреляционной связи между параметрами.  23. Понятие об управлении в автоматизированном режиме.  24. Адаптивное управление.  25. Методика планируемого эксперимента.  26. Требования к исходной выборке при планировании эксперимента.  27. Полный факторный математически планируемый эксперимент.  28. Дробный факторный математически планируемый эксперимент.  29. Непараметрическая статистика.  30. Поиск экстремальных значений функции отклика.  31. Метод крутого восхождения Бокса-Уилсона.  32. Методы Тагути.</p>
ОПК-5.2	<p>Оценивает результаты научно-технических разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений по совершенствованию существующих технологических процессов в металлургической отрасли и смежных областях</p>	<p><b>Примерные практические задания для зачета</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задача дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов».</li> <li>2. Структура курса – прогнозирование и оптимизация функции отклика.</li> <li>3. Отсевание ошибочных и взаимовлияющих факторов.</li> <li>4. Понятие о статистическом прогнозировании и управлении качеством продукции.</li> <li>5. Неразрушающий контроль качества.</li> <li>6. Понятие о генеральной совокупности и выборки случайной величины.</li> <li>7. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики.</li> <li>8. Проверка статистических гипотез.</li> <li>9. Предварительная обработка статистических данных.</li> <li>10. Дисперсионный анализ.</li> <li>11. Гистограммы, диаграмма Парето, контрольные карты.</li> <li>12. Парный и множественный коэффициенты корреляции. Коэффициент детерминации.</li> <li>13. Регрессионный анализ. Расчет парных и множественных регрессионных уравнений.</li> <li>14. Показатели точности и адекватности регрессионных уравнений (критерии Стьюдента, Фишера, коэффициент эластичности и вклад факторов в функцию отклика, остаточное среднеквадратическое отклонение – стандартное отклонение – регрессионного уравнения).</li> <li>15. Методы поиска экстремальных значений (значений локальной оптимизации) функции отклика. Метод крутого восхождения – метод Бокса-Уилсона.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>16. Понятие о непараметрическом методе оптимизации – метод Тагучи.</p> <p>17. Требования, предъявляемые к прогнозирующим регрессионным зависимостям.</p> <p>18. Требования, предъявляемые к управляющим регрессионным зависимостям.</p> <p>19. Понятие об адаптивном управлении.4. Применение методики планированного эксперимента.</p> <p>20. Требования к исходной выборке при планировании факторного эксперимента.</p> <p>21. Постановка задачи оптимизации управления тепловым режимом в рабочем пространстве термических печей.</p> <p>22. Математическая модель функционирования системы автоматической оптимизации управления тепловым режимом термических печей.</p> <p>23. Расчет коэффициентов уравнения регрессии с применением метода наименьших квадратов.</p>
ОПК-5.3	<p>Систематизирует и обобщает опыт для обоснования выбора оптимального решения при разработке инновационных технологических процессов в области металлургии и металлообработки</p>	<p><b>Примерный перечень тем семинаров-рефератов</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Первичные параметры оценки выборки.</li> <li>2. Оценочные критерии параметров генеральной совокупности.</li> <li>3. Проверка статистических гипотез.</li> <li>4. Вероятностные распределения случайной величины.</li> <li>5. Требования к предварительной обработке выборки случайной величины.</li> <li>6. Простые статистические методы оценки распределения случайной величины.</li> <li>7. Контрольные карты.</li> <li>8. Отсев грубых ошибок выборки.</li> <li>9. Нормальное распределение.</li> <li>10. Определение статистически необходимого объема выборки.</li> <li>11. Дисперсионный анализ.</li> <li>12. Парная корреляция.</li> <li>13. Множественная корреляция.</li> <li>14. Корреляционно-регрессионный анализ.</li> <li>15. Линейные и нелинейные регрессионные уравнения.</li> <li>16. Оценка точности, адекватности регрессионных уравнений.</li> <li>17. Статистические функции в программной среде Excel.</li> <li>18. Полный факторный математический планируемый эксперимент.</li> <li>19. Дробный факторный математический планируемый эксперимент.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		20. Поиск экстремальных значений функции отклика. 21. Непараметрическая статистик. <b>Примерный перечень тем курсовой работе:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимизация технологического процесса изготовления отливки «Дуга».</li> <li>2. Разработать технологические мероприятия, направленные на оптимизацию процесса формовки изделия в литейном цехе;</li> <li>3. Оптимизация процесса выплавки литейного сплава.</li> </ol>

#### **Показатели и критерии оценивания зачёта:**

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

– на оценку **«зачтено»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«не зачтено»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

#### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – проект выполнен частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и



объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.