

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

---

Институт физико-химических технологий и материаловедения

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Мацулевич Ж.В.

подпись

ФИО

« 8 » июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.4 Системный анализ в металлургии**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 22.04.02 Металлургия

Направленность: программа «Инноватика и предпринимательство в металлургии»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра: МТО

Кафедра-разработчик: МТО

Объем дисциплины 180 ч / 5 з.е.

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Грачев А.Н., к.т.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021



Рецензент:  
генеральный директор ПАО «Нормаль»

Володин А.В.

«20» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++)  
по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия»,  
утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 24.04.2018 г. № 308  
на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 03.12.2020 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 03.06.2021 г. № 11

Зав. кафедрой д.т.н., профессор Леушин И.О. \_\_\_\_\_  
(учёная степень, учёное звание) (ФИО) \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению Учебно-методическим советом института ИФХТИМ,  
протокол от 08.06.2021 г. № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 22.04.02-И-25

Начальник УМУ \_\_\_\_\_ Ермакова Т.И.  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Ермолаева Г.Н.  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	9
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	19
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	23
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	24
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	25
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	26
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	26
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	28
12. Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	31

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1.** Целью освоения дисциплины является формирование у магистрантов компетенций, позволяющих использовать основы системного анализа для оценки металлургических процессов и работы оборудования.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** зависят от вида профессиональной деятельности магистерской программы «Инноватика и предпринимательство в металлургии»:

### **Научно-исследовательская деятельность:**

- проведение анализа и обобщения отечественного и международного опыта исследований в области металлургии и металлообработки;
- исследование объектов и процессов в металлургии и металлообработке с использованием системного анализа;
- планирование экспериментальных работ с учетом знания основ системного анализа;
- владеть навыками разработки планов и методических программ проведения исследований металлургических процессов и оценки работы технологического оборудования с использованием системного анализа;
- осуществление авторского надзора за проведением экспериментальных работ;
- оценка результатов экспериментальных работ, составление отчета;
- оформление технической документации и отчетов.

### **Организационно-управленческая деятельность:**

- оценка влияния экономической эффективности технологических процессов на производственную деятельность металлургического производства с использованием основ системного анализа;
- разработка мероприятий по управлению качеством продукции с использованием системного анализа.
- умение применять актуальную нормативную документацию в металлургии, используя основы системного анализа.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) «Системный анализ в металлургии» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Введение в металлургические технологии, Неметаллические материалы в производстве металлопродукции, Металлургическая теплотехника, Основы автоматизации металлургических процессов, Организационно-технические решения в металлургии, Теория металлургических процессов, Основы проектирования металлургических производств, Процессы и оборудование для очистки газов в металлургических агрегатах программы бакалавриата.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Системный анализ в металлургии» являются: Современные проблемы металлургии, Моделирование и оптимизация процессов металлургии, Информационные технологии в металлургии, Основы научных исследований, Управление проектами в металлургии, Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии, Основы инноватики в металлургии, Автоматизация производства в металлургии, Базовые технологии производства металлических заготовок, Модернизация металлургических производств, Технический надзор и экологическая экспертиза объектов металлургии.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Инновационные литейно-металлургические технологии, Технологическая подготовка литейно-металлургических производств, Теория и практика поиска новых технических решений, Экологическая оценка инновационных проектов в металлургии, Экономическая оценка инновационных проектов в металлургии, Экспертиза инновационно-инвестиционных решений в металлургии и при выполнении выпускной квалификационной

работы.

Дисциплина «Системный анализ в металлургии» является одной из основополагающих при выполнении студентами научно-исследовательской работы, прохождении Преддипломной практики, а также Практики решения задач профессиональной деятельности технологического типа.

Особенностью дисциплины является изучение основ системного анализа для оценки металлургических процессов и работы технологического оборудования.

Рабочая программа дисциплины «Системный анализ в металлургии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В таблице 1 представлены дисциплины, формирующие компетенции дисциплины «Системный анализ в металлургии»

**Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами**

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<b>ПК-5</b>				
Основы бизнеса в металлургии		√		
Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов	√			
Модернизация металлургических производств	√	√		
Технический надзор и экологическая экспертиза объектов металлургии	√	√		
Аддитивные технологии и производства		√		
Автоматизация производства в металлургии		√		
Базовые технологии производства металлических заготовок		√		
Технологическая подготовка производства отливок		√		
Проектирование и производство оснастки			√	
Технологическая подготовка литейно-металлургических производств			√	
Основы коммерциализации технологий			√	
Экспертиза инновационно-инвестиционных решений в металлургии			√	
Системный анализ в металлургии			√	
Предпринимательская деятельность в металлургии			√	
Специальные способы литья			√	
Преддипломная практика				√

<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</i>				√
<i>ПК-15</i>				
<i>Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов</i>	√			
<i>Моделирование и оптимизация процессов металлургии</i>	√			
<i>Модернизация металлургических производств</i>	√	√		
<i>Технический надзор и экологическая экспертиза объектов металлургии</i>	√	√		
<i>Основы бизнеса в металлургии</i>		√		
<i>Аддитивные технологии и производства</i>		√		
<i>Автоматизация производства в металлургии</i>		√		
<i>Базовые технологии производства металлических заготовок</i>		√		
<i>Инновационные литейно-металлургические технологии</i>			√	
<i>Проектирование и производство оснастки</i>			√	
<i>Технологическая подготовка литейно-металлургических производств</i>			√	
<i>Основы коммерциализации технологий</i>			√	
<i>Экспертиза инновационно-инвестиционных решений в металлургии</i>			√	
<i>Системный анализ в металлургии</i>			√	
<i>Предпринимательская деятельность в металлургии</i>			√	
<i>Специальные способы литья</i>			√	
<i>Преддипломная практика</i>				√
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</i>				√

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

**Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Планируемые результаты обучения по дисциплине	Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
<b>ПК-5.</b> Способен проводить разработку, критический анализ metallургических процессов и оценку работы технологического оборудования для их реализации	ИПК-5.1. Проводит критический анализ metallургических процессов. ИПК-5.2. Проводит оценку работы технологического оборудования для их реализации.	<b>Знать:</b> - основы системного анализа в metallургии.  <b>Уметь:</b> - применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний, используя основы системного анализа в metallургии.	<b>Владеть:</b> - навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных, используя основы системного анализа в metallургии.			
<b>ПК-15.</b> Способен управлять процессом освоения инноваций в metallургическом производстве и прогнозировать его результаты	ИПК-15.1. Разрабатывает процесс разработки инноваций в metallургическом производстве. ИПК-15.2. Управляет процессом освоения инноваций в metallургическом производстве. ИПК-15.3. Прогнозирует результаты инноваций в metallургическом производстве.	<b>Знать:</b> - основные технологические процессы литьевого производства и требования охраны труда, используя основы системного анализа в metallургии.	<b>Уметь:</b> - анализировать технологические процессы и формулировать технические предложения, используя основы системного анализа в metallургии.	<b>Владеть:</b> - навыками составления технического задания для разработки новой технологии, используя основы системного анализа в metallургии.	Комплекты тематик для дискуссий. Кейс-задачи. Творческие задания	Вопросы для письменного опроса: экзаменационные билеты (25 билетов)

**Трудовая функция:** ТФ С/01.6 «Осуществление научного руководства»

**Квалификационные требования к ТФ:**

**Трудовые действия:**

- разработка планов и методических программ проведения исследований и разработок по определенной тематике;
- проведение анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования.

**Трудовые умения:**

- применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний;
- оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (патенты, научно-техническая документация).

**Трудовые знания:**

- методы проведения исследований и разработок;
- средства и практика планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и разработок.

**Трудовая функция:** ТФ С/04.7 Отработка технологии изготовления изделий и продукции, подлежащих освоению в литейном производстве

**Квалификационные требования к ТФ:**

*Трудовые действия:*

- составление технического задания для разработки новой технологии;
- планирование экспериментальных работ (экспериментальных запусков технологии) для оценки разработанной технологии;
- авторский надзор за проведением экспериментальных работ;
- оценка результатов экспериментальных работ, составление отчета по результатам экспериментальных работ;
- внесение предложений о корректировке технологии производства изделий с учетом результатов экспериментальной работы;
- выявление причин возникновения брака при производстве изделий;
- внесение предложений о корректировке технологии производства изделий с учетом анализа дефектов.

*Трудовые умения:*

- анализировать технологические процессы;
- выявлять причины брака;
- планировать экспериментальные работы;
- анализировать результаты экспериментальных работ;
- оформлять техническую документацию и отчеты;
- формулировать технические предложения.

*Трудовые знания:*

- основные технологические процессы литейного производства;
- основные виды литейных дефектов;
- математическое планирование экспериментов;
- стандарты, технические условия и другие нормативные и руководящие материалы по оформлению конструкторской документации;
- процедура согласования технических предложений;
- правила эксплуатации литейного оборудования;
- типы и основные конструкции литейных машин;
- требования охраны труда;
- методы контроля качества литейных изделий.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам № сем 3
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
реферат/эссе (подготовка)	-	
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	52	52
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

**Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
<b>3 семестр</b>												
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	<b>Раздел 1. Возникновение и развитие системных представлений</b>											
	<b>Тема 1.1. Роль системных представлений в практической деятельности</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 8-13)							
	<b>Тема 1.2. Внутренняя системность познавательных процессов</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 14-17)							
	<b>Тема 1.3. Системность как всеобщее свойство материи</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 17-19)							
	<b>Тема 1.4. Краткая история развития системных представлений</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 20-30)							
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>			4								
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	<b>Раздел 2. Системный анализ</b>											
	<b>Тема 2.1. Основные понятия и определения системного анализа</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.2 (с. 5); 1.1 (с. 67-69; с. 82; с. 99-101)							
	<b>Тема 2.2. Свойства систем</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.2 (с. 6-13)							
	<b>Практическое занятие №1 Системные свойства объектов металлургии</b>		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 6-13)							
	<b>Тема 2.3. Связи в системах</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.2 (с. 6-12)							
	<b>Практическое занятие №2 Связи в системах металлургического производства</b>		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 6-12)							
	<b>Тема 2.4. Внешние связи систем</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.2 (с. 13-15)							
	<b>Практическое занятие №3 Внешние связи систем металлургического производства</b>		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 13-15)							
	<b>Тема 2.5. Классификация систем</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 102-115); 1.2 (с. 15-22)							
	<b>Практическое занятие №4 Классификация объектов металлургии как систем</b>		2	1	подготовка к ПЗ 1.1 (с. 102-115); 1.2 (с. 15-22)							
	<b>Тема 2.6. Управление системами</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 107-110; с. 111-113)							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	Практическое занятие №5 Управление системами		4	1	подготовка к ПЗ 1.1 (с. 107-110; с. 111-113)							
	Тема 2.7. Принципы системного анализа	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 269-273; с. 309-310)							
	Практическое занятие №6 Принципы системного анализа		2	1	подготовка к ПЗ 1.1 (с. 269-273; с. 309-310)							
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:			13								
	Итого по 2 разделу	7	14	13								
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	Раздел 3. Модели и моделирование											
	Тема 3.1. Основные понятия	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 33-35); 1.2 (с. 24-29); 1.3 (с. 10-15)							
	Тема 3.2. Моделирование – этап целенаправленной деятельности	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 35-39)							
	Тема 3.3. Способы воплощения моделей	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 39-44)							
	Тема 3.4. Условия реализации свойств моделей	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 45-46)							
	Тема 3.5. Различия между моделью и действительностью	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 47-52)							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	Тема 3.6. Сходство между моделью и действительностью	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 52-55)							
	Тема 3.7. Динамика моделей	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 55-62)							
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:											
	Итого по 3 разделу	7	0	7								
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	Раздел 4. Моделирование технологических процессов и объектов											
	Тема 4.1. Алгоритм создания модели											
	Практическое занятие №7 Алгоритм создания модели		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 29-33)							
	Тема 4.2. Структурный подход для построения математических моделей											
	Практическое занятие №8 Структурный подход для построения математических моделей		1	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 34-35)							
	Тема 4.3. Описание стехиометрии системы химических реакций											
	Практическое занятие №9 Описание стехиометрии системы химических реакций		3	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 36-42)							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной Работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	Тема 4.4. Моделирование равновесия в системах химических реакций											
	Практическое занятие №10 Моделирование равновесия в системах химических реакций		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 42-45)							
	Тема 4.5. Моделирование кинетики химических реакций											
	Практическое занятие №11 Моделирование кинетики химических реакций		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 45-48)							
	Тема 4.6. Скорость сложной химической реакции											
	Практическое занятие №12 Скорость сложной химической реакции		1	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 48-50)							
	Тема 4.7. Интегрирование уравнений кинетики											
	Практическое занятие №13 Интегрирование уравнений кинетики		1	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 51-52)							
	Тема 4.8. Численные методы интегрирования											
	Практическое занятие №14 Численные методы интегрирования		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 52-55)							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной Работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	Тема 4.9. Химические реакции в потоке вещества											
	Практическое занятие №15 Химические реакции в потоке вещества		3	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 55-62)							
	Тема 4.10. Моделирование явлений тепло- и массопереноса											
	Практическое занятие №16 Моделирование явлений тепло- и массопереноса		1	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 62-64)							
	Тема 4.11. Моделирование тепловых явлений											
	Практическое занятие №17 Моделирование тепловых явлений		2	1	подготовка к ПЗ 1.2 (с. 65-70)							
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:											
	Итого по 4 разделу	0	20	11								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	<b>Раздел 5. Модели систем</b>											
	<b>Тема 5.1. Множественность моделей систем</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 67)							
	<b>Тема 5.2. Первое определение системы</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 67-70)							
	<b>Тема 5.3. Модель «черного ящика»</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 70-75)							
	<b>Тема 5.4. Модель состава системы</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 76-79)							
	<b>Тема 5.5. Модель структуры системы</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 79-82)							
	<b>Тема 5.6. Второе определение системы. Структурная схема системы</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 82-85)							
	<b>Тема 5.7. Динамические модели систем</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 86-94)							
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:</b>			7								
	<b>Итого по 5 разделу</b>	7	0	7								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	Раздел 6. Декомпозиция и агрегирование процедуры системного анализа											
	Тема 6.1. Анализ и синтез в системных исследованиях	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 269-272)							
	Тема 6.2. Модели систем как основания декомпозиции	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 273-280)							
	Тема 6.3. Алгоритмизация процесса декомпозиции	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 281-290)							
	Тема 6.4. Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность систем	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 290-293)							
	Тема 6.5. Виды агрегирования	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 293-305)							
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:			5								
	Итого по 6 разделу	5	0	5								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Практические занятия, час									
ПК-5: ИПК-5.1 ИПК-5.2 ПК-15: ИПК-15.1 ИПК-15.2 ИПК-15.3	<b>Раздел 7. Неформализуемые этапы системного анализа</b>											
	<b>Тема 7.1. Формулирование проблемы</b>	0,5		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 311-315)							
	<b>Тема 7.2. Выявление целей</b>	0,5		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 316-320)							
	<b>Тема 7.3. Формирование критериев</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 321-326)							
	<b>Тема 7.4. Генерирование альтернатив</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 326-334)							
	<b>Тема 7.5. Алгоритмы проведения системного анализа</b>	1		1	подготовка к лекциям 1.1 (с. 334-337)							
	<b>Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:</b>			5								
	<b>Итого по 7 разделу</b>	4	0	5								
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>52</b>								
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>52</b>								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

**Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся**

Комплект оценочных материалов для проведения текущей аттестации включает:

- комплекты тематик для дискуссий;
- кейс-задачи;
- творческие задания.

**Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации.**

Комплект оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена включает в себя:

- тестовые профессиональные задачи, привязанные к тематике будущей выпускной квалификационной работы магистра;
- контрольные вопросы.

**Примеры тестовых профессиональных задач:**

1. Описать структуру доменной печи с точки зрения системного анализа.
2. Оценить мощность энергетических связей мартеновской печи.
3. Оценить мощность вещественных связей камерной нагревательной печи.
4. Оценить мощность энергетических связей проходной камерной печи.
5. Представить график структуры металлургического мини-завода по составу оборудования (задается преподавателем).
6. Представить структуру системы «медеплавильный завод».
7. Представить в виде графа обобщенную модель металлизации окатышей в шахтной печи.
8. Представить доменный процесс как иерархическую структуру.
9. Представить мартеновский процесс как иерархическую структуру.
10. Представить схему регулирования температуры в нагревательной печи.

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)** приведен в п. 11.1.6 рабочей программы.

### **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания приведены в таблице 5.

**Таблица 5**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
40<R≤50	Отлично
30<R≤40	Хорошо
20<R≤30	Удовлетворительно
0<R≤20	Неудовлетворительно

**Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-5.</b> Способен проводить разработку, критический анализ металлургических процессов и оценку работы технологического оборудования для их реализации	ИПК-5.1. Проводит критический анализ металлургических процессов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены понятия, определения и примеры использования системного анализа в металлургии; непонимание их применения для критического анализа металлургических процессов; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при изложении понятий, определений и примеров использования системного анализа в металлургии; непонимание их применения для критического анализа металлургических процессов	Знает материал на достаточно хорошем уровне; владеет понятиями, определениями и примерами использования системного анализа в металлургии; знает способы их применения для проведения критического анализа металлургических процессов	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

	ИПК-5.2. Проводит оценку работы технологического оборудования для реализации металлургических процессов	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены понятия, определения и примеры использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования при оценке работы технологического оборудования для реализации металлургических процессов; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при изложении понятий, определений и примеров использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования при оценке работы технологического оборудования для реализации металлургических процессов	Знает материал на достаточно хорошем уровне; владеет понятиями, определениями и примерами использования системного анализа в металлургии; знает способы их использования при оценке работы технологического оборудования для реализации металлургических процессов	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
<b>ПК-15.</b> Способен управлять процессом освоения инноваций в металлургическом производстве и прогнозировать его результаты	ИПК-15.1. Разрабатывает процесс разработки инноваций в металлургическом производстве	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены понятия, определения и примеры использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования при разработке процесса разработки инноваций в металлургическом производстве; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при изложении понятий, определений и примеров использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования при разработке процесса разработки инноваций в металлургическом производстве	Знает материал на достаточно хорошем уровне; владеет понятиями, определениями и примерами использования системного анализа в металлургии; знает способы их использования при разработке процесса разработки инноваций в металлургическом производстве	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

	<p><b>ИПК-15.2.</b> Управляет процессом освоения инноваций в металлургическом производстве</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены понятия, определения и примеры использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования для управления процессом освоения инноваций в металлургическом производстве; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при изложении понятий, определений и примеров использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования для управления процессом освоения инноваций в металлургическом производстве</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; владеет понятиями, определениями и примерами использования системного анализа в металлургии; знает способы их использования для управления процессом освоения инноваций в металлургическом производстве</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании</p>
	<p><b>ИПК-15.3.</b> Прогнозирует результаты инноваций в металлургическом производстве</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены понятия, определения и примеры использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования для прогнозирования результатов инноваций в металлургическом производстве; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при изложении понятий, определений и примеров использования системного анализа в металлургии; непонимание их использования для прогнозирования результатов инноваций в металлургическом производстве</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; владеет понятиями, определениями и примерами использования системного анализа в металлургии; знает способы их использования для прогнозирования результатов инноваций в металлургическом производстве</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании</p>

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

1.1. Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ: Учеб. пособие для вузов / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высш. шк., 1989. – 367 с.

1.2. Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учеб. пособие / Н.Г. Агеев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 108 с.  
[https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40658/1/978-5-7996-1712-7\\_2016.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40658/1/978-5-7996-1712-7_2016.pdf)

1.3. Леушин И.О. Моделирование процессов и объектов в металлургии: Учебник / И.О. Леушин. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 208 с.

### **6.2. Справочно-библиографическая литература**

#### **Журналы:**

- 2.1. «Литейное производство»
- 2.2. «Литейщик России»
- 2.3. «Инженерное образование»
- 2.4. «Заготовительные производства в машиностроении»
- 2.5. «Известия вузов. Черная металлургия»
- 2.6. «Известия вузов. Цветная металлургия»
- 2.7 «Черные металлы»

### **6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

3.1. Подготовка и защита выпускной квалификационной работы магистра: учебно-методическое пособие для студентов-магистрантов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» всех форм обучения / НГТУ; сост: И.О. Леушин, В.Н. Гущин, В.А. Коровин, Л.И. Леушкина, Е.А. Чернышов, Нижний Новгород, 2020. – 43 с.

Электронные версии учебно-методических разработок кафедры доступны по ссылке:  
<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/kafedra-metallurgicheskie-tehnologii-i-oborudovanie> в разделе «Учебно-методическая работа» и подразделе «Учебно-методические разработки кафедры»

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/> – Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru/default.asp> – Загл. с экрана.
9. «Инжиниринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.enginrussia.ru> – Загл. с экрана.
10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unicor.ru> – Загл. с экрана.
11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru> – Загл. с экрана.
12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com> – Загл. с экрана.
13. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.bestmetallurg.narod.ru](http://www.bestmetallurg.narod.ru) – Загл. с экрана.
14. Портал Российской Ассоциации Литейщиков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.ruscastings.ru](http://www.ruscastings.ru) – Загл. с экрана.

### **7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень электронных библиотечных систем представлен в таблице 7, а программного обеспечения – в таблице 8.

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование ЭБС</b>	<b>Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

**Таблица 8 – Перечень программного обеспечения**

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
1	2
Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov	
Антивирус Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)	

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

**Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе (таблица 11).

**Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	<b>3211</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел. 7. Библиотека кафедры. 8. Учебный стенд «Специальные виды литья» 9. Учебный стенд «Огнеупорные материалы»	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(x32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Антивирус Dr.Web (с/н H365-W77KB5HP-N346 от 31.05.2021); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.
2	<b>3217</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел. 7. Лабораторный учебный стенд «Автоматика и управление» 8. Термическая печь	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(x32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Антивирус Dr.Web (с/н H365-W77KB5HP-N346 от 31.05.2021); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- разбор конкретных ситуаций;
- кейс задача;
- творческое задание.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение

наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

#### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

**11.1.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям (темы докладов/сообщений)**

1. Системные свойства объектов металлургии
2. Связи в системах металлургического производства
3. Внешние связи систем металлургического производства
4. Классификация объектов металлургии как систем
5. Управление системами

**11.1.2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола** (дискуссии, диспута, дебатов)

1. Охарактеризовать доменную печь как систему.
2. Охарактеризовать марганцовскую печь как систему.
3. Охарактеризовать металлургический мини-завод как систему.
4. Представить структуру системы «медеплавильный завод».
5. Моделирование кинетики металлургических реакций.

**11.1.3. Типовые темы творческих заданий/проектов**

Индивидуальные творческие задания (проекты):

1. Рассмотреть внешние связи системы «доменный процесс».
2. Описать внутренние связи систем «марганцовский процесс».
3. Неформализуемые этапы системного анализа

**11.1.4. Типовые тестовые задания**

**Тема 1. Возникновение и развитие системных представлений**

1. Основные этапы развития системных представлений.
2. Технология Богданова А.А. как вклад в развитие системных представлений..

**Тема 2. Системный анализ**

1. Классификация систем.
2. Внешние и внутренние связи системы

### **Тема 3. Модели и моделирование**

1. Познавательные и прагматические модели.
2. Условия реализации свойств модели.

### **Тема 4. Моделирование технологических процессов и объектов**

1. Моделирование процессов тепло- и массопереноса.
2. Моделирование скорости химических реакций.

### **Тема 5. Модели систем**

1. Типы динамических моделей систем.
2. Модель структуры системы.

### **Тема 6. Декомпозиция и агрегирование процедуры системного анализа**

1. Сочетание анализа и синтеза в системном исследовании
2. Алгоритм декомпозиции

### **Тема 7. Неформализуемые этапы системного анализа**

1. Причины многокритериальности реальных задач
2. Способы увеличения числа альтернатив

#### **11.1.5. Типовые кейс-задачи**

Задания:

- Оценить мощность энергетических связей нагревательной печи.
- Охарактеризовать объект металлургического производства как систему (по указанию преподавателя).

#### **11.1.6. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен

1. Роль системных представлений в практической деятельности.
2. Внутренняя системность познавательных процессов.
3. Системность как всеобщее свойство материи.
4. Краткая история развития системных представлений.
5. Основные понятия и определения системного анализа.
6. Свойства систем.
7. Связи в системах.
8. Внешние связи систем.
9. Классификация систем.
10. Управление системами.
11. Принципы системного анализа.
12. Понятие модели.
13. Моделирование – этап целенаправленной деятельности.
14. Способы воплощения моделей.
15. Условия реализации свойств моделей.
16. Различия между моделью и действительностью.
17. Сходство между моделью и действительностью.
18. Динамика моделей.
19. Алгоритм создания модели.
20. Структурный подход для построения математических моделей.
21. Использование структурного подхода для составления моделей на молекулярном уровне.
22. Описание стехиометрии системы химических реакций.
23. Метод направленных графов.
24. Матричный метод.
25. Моделирование равновесия в системах химических реакций.
26. Моделирование кинетики химических реакций.
27. Скорость сложной химической реакции.
28. Интегрирование уравнений кинетики.

29. Численные методы интегрирования.
30. Химические реакции в потоке вещества.
31. Моделирование явлений тепло- и массопереноса.
32. Моделирование тепловых явлений.
33. Термовая работа аппарата с частичным теплообменом.
34. Множественность моделей систем.
35. Первое определение системы.
36. Модель «черного ящика».
37. Модель состава системы.
38. Модель структуры системы.
39. Второе определение системы. Структурная схема системы.
40. Динамические модели систем.
41. Анализ и синтез в системных исследованиях.
42. Модели систем как основания декомпозиции.
43. Алгоритмизация процесса декомпозиции.
44. Агрегирование, эмерджентность, внутренняя целостность систем.
45. Виды агрегирования.
46. Формулирование проблемы.
47. Выявление целей.
48. Формирование критериев.
49. Генерирование альтернатив.
50. Алгоритмы проведения системного анализа.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИФХТиМ

«\_\_\_» 202\_\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Б1.В.ДВ.4 Системный анализ в металлургии»**

для подготовки магистров

Направление: 22.04.02 Металлургия

Направленность: программа «Инноватика и предпринимательство в металлургии»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 2

Семестр 3

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик: Грачев А.Н., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_\_» 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» 2021 г.

Заведующий кафедрой МТО Леушин И.О. \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой МТО Леушин И.О. «\_\_\_» 2021 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_\_» 2021 г.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Системный анализ в металлургии»**  
**ОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия»,**  
**программа «Инноватика и предпринимательство в металлургии»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Володиным Анатолием Вячеславовичем, генеральным директором ПАО «Нормаль» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «**Системный анализ в металлургии**» ОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия», программа «**Инноватика и предпринимательство в металлургии**» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Металлургические технологии и оборудование» (разработчик – Грачев А.Н., доцент, к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОСВО направления 22.04.02 «Металлургия».

В соответствии с Программой за дисциплиной «**Системный анализ в металлургии**» закреплены **компетенции ПК-5 и ПК-15**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «**Системный анализ в металлургии**» составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Системный анализ в металлургии**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 22.04.02 «Металлургия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины «**Системный анализ в металлургии**» предполагает не менее 50% занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 22.04.02 «Металлургия».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (письменный опрос, решение кейс-задач, выполнение творческих заданий), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

(письменный опрос, решение кейс-задач, выполнение творческих заданий)

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, – экзамен, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 22.04.02 «Металлургия».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовые учебники), периодическими изданиями – 7, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 14 и соответствует требованиям ФГОСВО направления 22.04.02 «Металлургия».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Системный анализ в металлургии»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Системный анализ в металлургии»**.

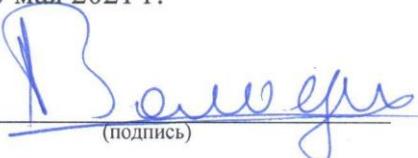
### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Системный анализ в металлургии»** ОПОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия», программа **«Инноватика и предпринимательство в металлургии»** (квалификация выпускника – магистр), разработанная Грачевым Александром Николаевичем, доцентом, к.т.н., доцентом, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Володин А.В., генеральный директор ПАО «Нормаль»

«20» мая 2021 г.

  
(подпись)



Подпись рецензента Володина Анатолия Вячеславовича заверяю