

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



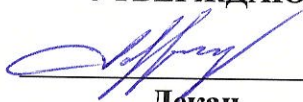
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

  
Руководитель программы  
аспирантуры  
доцент В.Ю.Бажин

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Декан  
факультета переработки  
минерального сырья  
доцент П.А. Петров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЦИФРОВЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ  
В МЕТАЛЛУРГИИ**

**Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

<b>Область науки:</b>	2. Технические науки
<b>Группа научных специальностей:</b>	2.3. Информационные технологии и телекомму- никации
<b>Научная специальность:</b>	2.3.3. Автоматизация и управление технологиче- скими процессами и производствами
<b>Направленность (профиль):</b>	Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)
<b>Отрасли науки:</b>	Технические
<b>Форма освоения программы аспирантуры:</b>	Очная
<b>Срок освоения программы аспирантуры:</b>	3 года
<b>Составитель:</b>	д.т.н., доцент В.Ю. Бажин

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Цифровые автоматизированные комплексы в металлургии»** дисциплина по выбору составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, направленности (профилю) «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)».

**Составитель:**



д.т.н., доцент. В.Ю. Бажин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств «26» апреля 2022 г., протокол № 14.

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры  
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой  
автоматизации технологических про-  
цессов и производств



д.т.н., доц. В.Ю. Бажин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов знаний расширение знаний аспирантов и будущих преподавателей в области цифровых систем контроля и средств управления для решения задач автоматизации в металлургии.

### **Основные задачи дисциплины:**

- формирование у аспирантов представлений о тенденциях и основных научных проблемах в области цифровых многоуровневых автоматизированных контроля и управления технологическими параметрами;
- изучение современных теоретических, методических и технологических достижений отечественной и зарубежной науки и практики, основных теорий и методов управления технологическими процессами, включая представление о границах их применимости в условиях глобальной цифровизации;
- овладение современными методами контроля и диагностики технологического состояния металлургического оборудования, формирование навыков организации и самостоятельного проведения экспериментальных и теоретических исследований и оценки степени достоверности результатов, базирующихся на современных методах обработки данных с применением цифровых технологий и современных ПО;
- подготовка аспирантов к применению полученных знаний в разработке новых методов диагностики, и контроля в металлургии, а так же цифровых систем АСУ ТП.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина является элективной и входит в состав образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, направленности (профилю) «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (металлургия)» и изучается в 4 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

### **знать:**

- о тенденциях и основных научных проблемах в области автоматизированного контроля и управления технологическими параметрами металлургических процессов;
- современных теоретических, методических и технологических достижений науки и практики, основных теорий и методов, включая представление о границах их применимости в области металлургии в условиях цифровой трансформации

### **уметь:**

- осуществлять отбор информации и использовать оптимальные методы и средств цифрового контроля и регулирования сложными металлургическими объектами;
- проектировать и осуществлять комплексные и междисциплинарные исследования с использованием знаний в области современных систем контроля и автоматизированного управления металлургическим процессом;
- анализировать и интерпретировать современные достижения в области диагностики, контроля автоматизированных систем в металлургии

**владеть навыками:** применения современных способов контроля, базирующихся на современных методах обработки и интерпретации данных с применением цифровых технологий и современного ПО.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровые автоматизированные комплексы в металлургии» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 72 академических часа, 2 зачетная единица.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
<b>Самостоятельная работа аспирантов, в том числе</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины	2	2
Подготовка к устным опросам и дискуссиям	8	8
Выполнение индивидуального задания	14	14
<b>Трудоемкость дисциплины</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет (ДЗ)	ДЗ(36)	ДЗ(36)
<b>Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Обзор существующих автоматизированных систем контроля и управления в металлургии. Особенности металлургических процессов как объекта автоматизации и регулирования.	6	1	2	-	3
2.	MES и SCADA-системы в металлургии	11	1	2	-	8
3.	Цифровая трансформация металлургических комплексов в области автоматизированного контроля и управления	10	1	2		7
4.	Интеллектуальные нейрокомплексы в металлургии и цифровые двойники	9	1	2	-	6
	<b>Итого:</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>24</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 4 темы, содержание которых направлено на изучение теоретических, методических и технологических достижений науки и практики, основных теорий и методов, включая представление о границах их применимости в области металлургии в условиях цифровой трансформации.

##### **Тема 1. Обзор существующих автоматизированных систем контроля и управления в металлургии. Особенности металлургических процессов как объекта автоматизации и регулирования.**

Введение. Структура курса, методы аттестации — практические занятия, дифференцированный зачет. Литература и источники по курсу. Цифровые автоматизированные системы и измерение технологических параметров. Задачи и принципы построения цифровых автоматизированных систем. Общие сведения об АСУ ТП в металлургии. Системы цифрового автоматизированного измерения и контроля технологических параметров в металлургии.

##### ***Самостоятельная работа.***

Цель и задачи систем контроля и регулирования для 1 уровня АСУ. Измерение температур. Измерение расхода жидкости, пара и газа. Измерение уровня жидкостей. Измерение физических свойств веществ и примесей.

***Практическое занятие 1.*** Построение алгоритма MES -системы для

##### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-3]; дополнительная: [2, 5].

##### **Тема 2. MES и SCADA-системы в металлургии.**

Управление материальным балансом металлургических печей. Способы контроля и регистрация массы шихтовых материалов, расплава, и товарной продукции на всех стадиях технологического цикла производства сплавов и изделий из них. MES -системы и примеры использования в металлургической промышленности. Сравнительный анализ систем контроля и регистрации движения товарной продукции от шихтовых материалов.

Основные схемы MES –системы и программное обеспечение.

Понятие SCADA-системы в системе автоматизации. Роль задачи каждого уровня, и техническое обеспечение. База данных и построение цифрового двойника. Системы телекоммуникации и передачи данных. Кибербезопасность металлургического производства.

##### ***Самостоятельная работа.***

Построение MES –системы для типового металлургического процесса.

Средства контроля производных параметров. Средства обеспечения безопасности автоматизированных производств.

Проектирование SCADA-системы для металлургического производства. Обработка и анализ передачи данных на всех уровнях. Управление параметрами через систему телекоммуникации. Пример использования ПО.

***Практическое занятие 2.*** Построение алгоритма MES -системы для материального баланса металлургической печи.

##### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [2, 4];

дополнительная: [1, 4, 6-7].

### **Тема 3. Цифровая трансформация металлургических комплексов в области автоматизированного контроля и управления. Интеллектуальные нейрокомплексы в металлургии и цифровые двойники**

Задачи и модели интеллектуализации информационно-измерительных систем. Архитектура интеллектуальных информационно-измерительных систем. Задачи проектирования информационно-измерительных систем. Интеллектуальные измерительные датчики.

#### ***Самостоятельная работа.***

Математические модели интеллектуальных цифровых автоматизированных систем и принятия решений.

Стратегии проектирования интеллектуальных информационно-измерительных систем.

Обеспечение надежности интеллектуальных информационно-измерительных систем.

***Практическое занятие 3.*** Разработка интеллектуальных систем на базе нейронной модели с использованием ПО AVEVA

#### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [4].

дополнительная: [3, 8].

### **Тема 4. Интеллектуальные нейрокомплексы в металлургии и цифровые двойники**

Задачи и модели интеллектуализации информационно-измерительных систем. Архитектура интеллектуальных информационно-измерительных систем. Задачи проектирования информационно-измерительных систем. Интеллектуальные измерительные датчики.

#### ***Самостоятельная работа.***

Математические модели интеллектуальных цифровых автоматизированных систем и принятия решений.

Стратегии проектирования интеллектуальных информационно-измерительных систем.

Обеспечение надежности интеллектуальных информационно-измерительных систем.

***Практическое занятие 4.*** Разработка интеллектуальных систем на базе нейронной модели с использованием ПО AVEVA

#### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [4].

дополнительная: [3, 8].

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины «Цифровые автоматизированные комплексы в металлургии» применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Проведение текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

— устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);

— участие аспиранта в дискуссиях по темам дисциплины (устный ответ).

### **6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов для экзамена**

1. Функции и операции автоматизированной информационной системы
2. Основные уровни современной автоматизированной информационной системы промышленного предприятия и их аппаратно-программные средства.
3. Основные регулируемые и нерегулируемые параметры.
4. Основные характеристики каждого уровня SCADA.
5. Сущность всех серверов системы АСУ ТП.
6. Действия оператора на 3 уровне.
7. Сущность управления 1 уровня и устройство ШУЭ.
8. Основные технологические операции по обслуживанию электролизера.

9. Сущность работы ПИД-регулятора.
10. Сущность работы и принцип действия микроконтроллера.
11. Сущность передовых цифровых систем АСУТП.
12. Как осуществляется регулирование через 2 уровень?
13. Основные понятия и термины электролиза на английском языке.
14. Функции Базы данных – BigData.
15. Основные параметры, влияющие на тепловой баланс электролизера. Приходные и расходные статьи.
16. Как измеряется температура различных сред, и производят тепловые расчеты с их учетом замеров?
17. Каковы дополнительные функции АСУТП и их влияние на нижнем уровне?
18. Особенности телекоммуникационной системы верхнего уровня.
19. Значение регулирования тока и функции контроля.
20. Бесконтактный контроль температуры. Способы управления.
21. Перечислить пакеты программного обеспечения АСУ ТП.
22. Общие требования к системам АСУТП в металлургии.
23. Иерархическая структура АСУТП с учетом нейромодели.
24. Перечислить основные характеристики системы АПФС.
25. Сущность алгоритма построения теплового поля, и расчеты для поддержания стабильных параметров.
26. Понятие сквозная автоматизация и режимы контроля для КПП и АСУ 3 уровня.
27. Принципы построения цифровой нейромодели на основе контроля тепловых потоков.
28. Принципы передачи и оперативного управления Базой данных.
29. Понятие цифрового двойника и его функциональные связи в АСУ ТП.
30. Понятие – интегрированная система АСУ.
31. Новые подходы к построению нейромоделей.
32. Понятие «Умные» технологии.
33. Диагностика, как фактор контроля.
34. Построение цифрового двойника в системе АСУТП.
35. Понятие гибкого автоматизированного управления.

### 6.2.2 Примеры билетов для экзамена

#### Билет 1.

1. Функции и операции автоматизированной информационной системы
2. Методы измерения температуры в металлургических печах.

#### Билет 2.

1. Основные уровни современной автоматизированной информационной системы промышленного предприятия и их аппаратно-программные средства.
2. Бесконтактный метод измерения температуры. Классификация пирометров.

#### Билет 3.

1. Хранение данных в современных информационных системах.
2. Методы косвенного измерения параметров технологического процесса.

#### Билет 4.

1. Архитектура современных информационных систем технологических процессов.
2. Методы измерения расхода, количества жидкостей и газов.

#### Билет 5.



1. Группы входных и выходных параметров, характеризующих работу технологической системы.
2. Методы определения химического состава газов и расплава.

**Билет 6.**

1. Аналитический подход при моделировании металлургических процессов.
2. Исполнительные механизмы и регулирующие органы современных систем контроля.

**Билет 7.**

1. Интеллектуальные системы, особенности их работы.
2. Принципы построения распределенных систем контроля.

**Билет 8.**

1. Экспертные системы: основные компоненты, область применения.
2. Оптико-электронные методы контроля технологических параметров в металлургии

**Билет 9.**

1. Модели представления знаний.
2. Современные тенденции в построении систем контроля.

**Билет 10.**

1. Бионический и прагматический подходы при исследовании в области искусственного интеллекта.
2. Тепловизионные средства контроля

### **6.3.Критерии оценивания устных ответов аспирантов**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

#### **6.4. Порядок проведения дифференцированного зачета**

Дифференцированный зачет используется для оценки соответствия результатов освоения дисциплины аспирантом планируемым.

Дифференцированный зачет проводится путем оценивания представления аспирантом индивидуального задания.

Задание выдается преподавателем и состоит из письменного выполнения следующих элементов:

- индивидуальный план работы преподавателя (фрагмент за семестр по одной дисциплине);
- календарный план занятий по дисциплине на семестр;
- рабочая программа дисциплины (фрагмент)
- план проведения занятия (любой формы);
- презентация занятия.

Аспирант в установленный преподавателем срок сдает преподавателю выполненное индивидуальное задание для проверки. При положительном результате проверки аспирант представляет презентацию и обсуждает выполненное индивидуальное задание с преподавателем, по итогам презентации и обсуждения преподаватель выставляет оценку. Оценка объявляется аспиранту и заносится в зачетную ведомость.

Выполненные индивидуальные задания в электронном виде и на бумажном носителе хранятся на кафедре электроэнергетики и электромеханики.

#### **6.5. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета**

Оценки за представление аспирантом индивидуального задания выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично»:** если аспирант глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в задании, все документы выполнены без ошибок, последовательно, грамотно и логически построены, излагает свои решения, хорошо их объясняя и обосновывая;

— **«хорошо»**: если аспирант твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своего решения в задании излагает одно из стандартных.

— **«удовлетворительно»**: если аспирант поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, при разработке задания привлекает мало оригинального материала, пользуясь, в основном, стандартными решениями и формулировками;

— **«неудовлетворительно»**: если аспирант не знает значительной части программного материала, в задании допущены существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания, не может его объяснить.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

### 7.1. Обеспеченность литературой

#### 7.1. Основная:

1. Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50683>
2. Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: учеб. Пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Е. Медведев, А.В. Чупин. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. – 325 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6606>
3. Музипов, Х.Н. Автоматизированное проектирование средств и систем управления [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Х.Н. Музипов, О.Н. Кузяков. — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. — 168 с. <https://e.lanbook.com/book/28311>
4. Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка: учебно-практическое пособие: в 2-х т. / Ю.Н. Федоров. - 2-е изд. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016
5. Вдовенко Л. А. Информационная система предприятия: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Вдовенко Л. А., 2-е изд., пераб. и доп. – М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 304 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=501089>
6. Задорожная, Н.М. Характеристики типовых звеньев систем автоматического регулирования [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Задорожная, В.А. Дудолодов. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 37 с. <https://e.lanbook.com/book/62016>
7. Смирнов, Ю.А. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 456 с. – Режим доступа: – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91063>
8. Трусков, А.Н. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. — 200 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6609>
9. Храменков, В.Г. Автоматизация производственных процессов: учебник [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Томск: ТПУ, 2011. — 343 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10325>

#### 7.2. Дополнительная:

1. Спирин Н.А. Информационные системы в металлургии.-Екатеринбург: Издательство УГТУ-УПИ, 2001.-617 с.
2. 1.Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: учеб. Пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Е. Медведев, А.В. Чупин. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. – 325 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6606>
3. 4Смирнов, Ю.А. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 456 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91063>
- 5.Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90161>

### **7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов

1. Бажин В.Ю. Фещенко Р.Ю. Организация и планирование эксперимента: Учебное пособие. – СПб.: ЛЕМА, 2015. – 130 с.
2. Автоматизация производства алюминия из вторичного сырья: Учебное пособие / В.Ю. Бажин, Р.Ю. Фещенко // - СПб: Лема, 2016. 140 с.
3. Автоматизация управление электролитическим производством алюминия: Учебное пособие / В.Ю. Бажин, Л.Н. Никитина // - СПб: «Малевич», 2017. 134 с.
4. Цифровые автоматизированные комплексы в электрометаллургии алюминия : учеб. пособие / В.Ю .Бажин. - СПб. : Политех-Пресс, 2021. - 144 с. - Библиогр.: с. 140- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
5. Индивидуальные задания по дисциплине.

### **7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

#### **7.4. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.
7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

#### **7.5. Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

#### **7.6 Современные профессиональные базы данных:**

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

#### **7.7 Информационные справочные системы:**

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
- 3.ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.
- 4.Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>
- 5.Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Аудитория для проведения лекционных занятий: 69 посадочных мест, Стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

MicrosoftWindows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

MicrosoftOfficeStandard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

MicrosoftWindows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

MicrosoftOfficeStandard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

MicrosoftWindows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

MicrosoftOfficeStandard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

MicrosoftWindows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

MicrosoftOfficeStandard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

MicrosoftWindows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

MicrosoftOfficeStandard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

MicrosoftWindows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

MicrosoftOfficeStandard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

MicrosoftWindows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

MicrosoftOfficeStandard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.