

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт новых материалов и технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по науке
А.В. Германенко

2023 г.







РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами	Код ПА 2.3.3.
Группа специальностей Информационные технологии и телекоммуникации	Код 2.3.
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» от 31.03.2022 №315/03

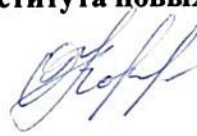
Екатеринбург
2023 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Спирин Николай Александрович	Д.т.н., профессор	Заведующий кафедрой	Кафедра теплофизики и информатики в металлургии	
2	Лавров Владислав Васильевич	Д.т.н., доцент	Профессор	Кафедра теплофизики и информатики в металлургии	
3	Тихонов Игорь Николаевич	К.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	Кафедра электронного машиностроения	
4	Куреннов Дмитрий Валерьевич	К.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	Кафедра информационных технологий и автоматизации проектирования	

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета



О.Ю. Корниенко

Протокол № 20230405-01 от 05.04.2023 г.

Согласовано:

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» относится к базовой части программы аспирантуры.

Цель дисциплины: формирование и развитие у аспирантов компетенций в области создания и повышения эффективности функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и производствами (АСУП) в различных сферах металлургического и машиностроительного производства на основе использования современных принципов, научных и методологических основ, формализованных методов построения и исследования АСУ ТП и АСУП.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- формирование навыков в области теории функционирования АСУ ТП и АСУП;
- освоение методов научных исследований, применяемых в данной области;
- освоение ключевых подходов к изучению современных принципов, научных и методологических основ, формализованных методов построения и исследования АСУ ТП и АСУП.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- научные и методологические основы, логические предпосылки, на которых базируются современные методы построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;
- современные уровни АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;
- принципы построения АСУ ТП и АСУП;
- структуру современной интеллектуальной системы управления технологическим процессом;
- архитектуру построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;
- особенности программных средств построения и исследования АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;
- интеллектуальные и экспертные системы в различных сферах металлургического и машиностроительного производства.

Уметь:

- использовать научные и методологические основы для построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;
- выделять современные уровни АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;
- реализовывать структуру современной интеллектуальной системы управления технологическим процессом;
- проектировать архитектуру построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;
- применять особенности использования программных средств построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;

– реализовывать интеллектуальные и экспертные системы в различных сферах металлургического и машиностроительного производства.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

– навыками применения научных и методологических основ построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;

– знаниями о современных уровнях АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;

– навыками реализации структуры современной интеллектуальной системы управления технологическим процессом;

– способами проектирования архитектур построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;

– программными средствами построения АСУ ТП и АСУП в различных сферах металлургического и машиностроительного производства;

– навыками реализации интеллектуальных и экспертных систем в различных сферах металлургического и машиностроительного производства.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины в 4 семестре (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	1	104
4.	Промежуточная аттестация	104	1	Экзамен
5.	Общий объем по учебному плану, час	108	6	108
6.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИН

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Уровни автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и производствами (АСУП)	Уровни автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и производствами (АСУП). Реализация современных автоматизированных систем управления сложными комплексами в различных сферах металлургического и машиностроительного производства. Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины. Подготовка доклада.
P2	Принципы построения АСУ ТП и АСУП	Принципы построения автоматизированной системы на примере крупного металлургического или машиностроительного предприятия (ММК, НЛМК, Северсталь, ЕВРАЗ и др.). Принципы построения автоматизированной системы для дискретного производства. Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины. Подготовка доклада.
P3	Структура современной ин-	Принципы построения и реализации информационной системы технологических процессов в металлургии (на примере агломе-

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
	теллектуальной системы управления технологическим процессом	<p>рационного, доменного и сталеплавильного производства). Доменная печь как управляемая технологическая система. Задачи, решаемые информационной системой. Принципы построения автоматизированной информационной системы доменной плавки. Архитектура автоматизированной информационной системы технического обслуживания и управления. Распределенная подсистема сигнализации, контроля и локального управления. Диспетчерская подсистема технологического персонала доменной печи. Система централизованного контроля хода технологического процесса и состояния (АРМ газовщика). Система технологического состояния доменной печи (АРМ мастера). Экспертная система «интеллект доменщика». Диспетчерский уровень доменного цеха (АРМ диспетчера цеха). Инженерный уровень системы. Подсистема координации и управления информационной системой. Характеристика решаемых задач, аппаратных и программных средств.</p> <p>Принципы построения и реализации информационной системы технологических процессов в машиностроении с реализацией в ГПС с использованием систем CAD/CAE/CAM/PLM. Распределенное производство. ГПС и матричное производство как управляемые технологические системы. Конструкторско-технологическое проектирование в ГПС. Характеристика решаемых задач, аппаратных и программных средств.</p> <p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины. Подготовка доклада.</p>
P4	Архитектура АСУ ТП и АСУП	<p>Структура и функциональность цеховой автоматизированной системы управления.</p> <p>Оперативное планирование и учет производства, слежение за выполнением заказов.</p> <p>Управление технологией и управление качеством продукции.</p> <p>Управление складами заготовок и готовой продукции.</p> <p>Структура и функциональность автоматизированных систем оперативного управления корпоративного уровня.</p> <p>АРМ руководителя. Автоматизированная информационная система «Центральная диспетчерская предприятия».</p> <p>Принципы взаимодействия с автоматизированными системами цехового уровня. Информационное взаимодействие между функциональным уровнем системы планирования ресурсов предприятия (ERP), системой управления производством MES (АСУП) и системой сбора данных и оперативного контроля SCADA-системой (АСУ ТП).</p> <p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины. Подготовка доклада.</p>
P5	Особенности программного обеспечения технологических процессов в АСУ ТП	<p>Распределенная система баз данных в аглодоменном производстве. Особенности разработки и функционирования баз данных.</p> <p>Схема и характеристика компьютерных сетей по обеспечения управления аглодоменным производством. Характеристика аппаратно-программных средств доменного цеха.</p> <p>Особенности разработки и настройки систем с разноформатными удаленными терминалами (RTU), OPC-серверами и много-терминальной SCADA-системой.</p>

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
		Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины. Подготовка доклада.
Р6	Интеллектуальные и экспертные системы	Экспертные системы в металлургии и машиностроении. Состояние вопроса. Технологические основы экспертных систем на примере доменной плавки. Общая характеристика экспертной системы «Интеллект доменщика». Технический перевод зарубежных источников. Подготовка литературного обзора работ по тематике диссертации с учетом содержания дисциплины.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов

Тематика рефератов должна рассматривать аналитический обзор научно-технической и патентной литературы по проблеме, решаемой аспирантом при работе над кандидатской диссертацией.

1. Архитектура современных модельных систем поддержки принятия решений.
2. Компьютерные интеллектуальные системы поддержки принятия решений в металлургии.
3. Модельные системы поддержки принятия решений в металлургии.
4. Экспертные системы и системы распознавания образов в системах поддержки принятия решений для управления технологическими процессами в металлургии.
5. Модельные системы поддержки принятия решений при обжиге железорудного сырья.
6. Модельные системы поддержки принятия решений в доменном производстве.
7. Модельные системы поддержки принятия решений при нагреве металла и сплавов.
8. Модельные системы поддержки принятия решений в сталеплавильном производстве.
9. Модельные системы поддержки принятия решений при обработке металлов давлением.
10. Модельные системы поддержки принятия решений при термообработке материалов и сплавов.
11. Типовые структуры гибких производственных систем основного машиностроительного производства.
12. Типовые структуры гибких производственных систем заготовительного производства.
13. Математические основы построения производственных систем с матричной структурой.
14. Математическое моделирование дискретных процессов машиностроительного производства.
15. Математическое моделирование средств и систем автоматизации машиностроительного производства.
16. Построение локальной АСУ ТП по SCADA-технологии.

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

4.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные в Институтах новых материалов и технологий критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Модельные системы поддержки принятия решений в автоматизированных системах управления технологическими процессами в металлургии.
2. Иерархическая структура построения математических моделей для управления технологическими процессами в металлургии.
3. Особенности математического, алгоритмического, программного и технического обеспечения различных уровней иерархии.
4. Основные подходы к моделированию сложных процессов в системах управления. Компьютерные интеллектуальные системы поддержки принятия решений.
5. Уровни автоматизированной информационной системы. Модельные системы поддержки принятия решений. Экспертные системы поддержки принятия решений.
6. Современные представления о схеме теплообмена в доменной печи.
7. Особенности теплообмена в орошаемой расплавом зоне доменной печи.
8. Влияние воздействий на температурное поле доменной печи.
9. Принципы работы доменных печей на комбинированном дутье.
10. Особенности переходных процессов в доменной печи по различным каналам воздействий. Комбинированные воздействия.
11. Система оптимального управления топливно-энергетическими ресурсами доменного цеха. Постановка задачи. Выбор целей функции, определение технологических и режимных параметров и ограничений. Математическое, алгоритмическое и программное обеспечение. Примеры решения задач.
12. Постановка задачи оптимального управления сырьевыми ресурсами аглодоменного производства. Постановка задачи. Выбор целей функции, определение технологических и режимных параметров и ограничений. Математическое, алгоритмическое и программное обеспечение. Реализация системы управления железорудного сырья и флюсов в аглодоменном производстве.
13. Модельные системы поддержки принятия решений при обжиге железорудного сырья.
14. Модельные системы поддержки принятия решений при нагреве металла и сплавов.
15. Модельные системы поддержки принятия решений в сталеплавильном производстве.
16. Модельные системы поддержки принятия решений при обработке металлов давлением.
17. Модельные системы поддержки принятия решений при термообработке материалов и сплавов.
18. Типовые структуры гибких производственных систем основного машиностроительного производства.
19. Типовые структуры гибких производственных систем заготовительного производства.
20. Математические основы построения производственных систем с матричной структурой.
21. Математическое моделирование дискретных процессов машиностроительного производства.
22. Математическое моделирование средств и систем автоматизации машиностроительного производства.
23. Построение локальной АСУ ТП по SCADA-технологии.
24. Уровни автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и производствами (АСУП).
25. ГПС с использованием систем CAD/CAE/CAM/PLM.
26. Матричное производство как управляемая технологическая система
27. Настройка систем с разноформатными удаленными терминалами (RTU), OPC-серверами и SCADA-системой.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Математическое моделирование металлургических процессов в АСУ ТП: учебное пособие / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 558 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/27839>.
2. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 456 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/39973>.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Теплофизические основы тепловой работы металлургических слоевых печей и агрегатов: учебное пособие / Ярошенко Ю.Г., Швыдкий В.С., Спиринов Н.А., Матюхин В.И., Лавров В.В.; под ред. Ю.Г. Ярошенко. – Екатеринбург: АМК «День РА», 2019. – 464 с. Электронный научный архив УрФУ (полная версия), URL: <http://hdl.handle.net/10995/78843>
2. Волкова В.Н. Теория информационных процессов и систем: учебник и практикум для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям и специальностям. – М.: Издательство Юрайт, 2023 – 432 с.
3. Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии. – Кемерово; М.: Издательское объединение «Российские университеты»: Кузбассвузиздат – АСТШ, 2006. – 431 с.
4. Спиринов Н.А. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: учебное пособие / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, С.И. Паршаков, С.Г. Денисенко; под ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2006. – 311 с.
5. Спиринов Н.А. Информационные системы в металлургии: учебник для вузов / Н.А. Спиринов, Ю.В. Ипатов, В.И. Лобанов, В.А. Краснобаев, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, В.С. Швыдкий, С.А. Загайнов, О.П. Онорин; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2001. – 617 с.
6. Спиринов Н.А. Компьютерные методы моделирования доменного процесса: монография / О.П. Онорин, Н.А. Спиринов, В.Л. Терентьев, Л.Ю. Гилева, В.Ю. Рыболовлев, И.Е. Косаченко, В.В. Лавров, А.В. Терентьев. Под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 301 с.
7. Красовский А.А., Колесников А.А., Буков В.Н., Гайдук А.Р. Современная прикладная теория управления : [монография]. Ч. 1. Оптимизационный подход в теории управления; ТРТУ, Москва ; Таганрог; 2000.
8. Колесников А.А., Веселов Г.Е., Вавилов О.Т., Балалаев Н.В. Современная прикладная теория управления : [монография]. Ч. 2. Синергетический подход в теории управления; ТРТУ, Москва ; Таганрог; 2000.
9. Колесников А.А., Рассудов Л.Н., Яковлев В.Б., Новиков В.А. Современная прикладная теория управления : [монография]. Ч. 3. Новые классы регуляторов технических систем; ТРТУ, Москва ; Таганрог; 2000.
10. Парсункин Б.Н., Андреев С.М., Ахметов У.Б. Оптимизация управления технологическими процессами в металлургии: монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2006. – 198 с.
11. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2010. – 192 с.
12. Дорф Р., Бишоп Р., Копылов Б.И. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 831 с.
13. Трофимов В. Б.; Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами: учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/98392.html> (Электронное издание).

14. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, обрудованием. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.
15. Густав О., Джангуидо П. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский диалект, 2001. – 557 с.
16. Емельянов С.В. Теория и практика прогнозирования в системах управления / С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Л.П. Мышляев, А.С. Рыков, В.Ф. Евтушенко, С.М. Кулаков, Н.Ф. Бондарь – Кемерово; М.: Издат. объединение «Российские университеты»: Кузбассвуиздат – АСТШ, 2008. – 487 с.
17. Салихов З.Г. Системы оптимального управления сложными технологическими объектами: монография / З.Г. Салихов, Г.Г. Арунцянц, Л.А. Рутковский. – М.: Теплоэнергетик, 2004. – 496 с.
18. Мышляев Л.П. Прогнозирование в системах управления / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко. – Новокузнецк: СибГИУ, 2002. – 358 с.
19. Колпаков С.С. Проблемы разработки интегрированных АСУ листопрокатным производством / С.С. Колпаков, С.Б. Кузнецова, Е.К. Потемкин. – М.: Интернет-Инжиниринг, 1997. – 272 с.
20. Медведев Р.Б. АСУ ТП в металлургии: учеб. пособие для вузов / Р.Б. Медведев, Ю.Д. Бондарь, В.Д. Романенко. – М.: Металлургия, 1987. – 256 с.
21. Липухин Ю.В. Автоматизация основных металлургических процессов / Ю.В. Липухин, Ю.И. Булатов, Г. Бок, М.М. Кнорр. – М.: Металлургия, 1999. – 280 с.
22. Рей У. Методы управления технологическими процессами. – М.: Мир, 1983. – 368 с.
23. Кангин В.В. Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры: учебное пособие / В.В. Кангин, В.Н. Козлов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 418 с.
24. Лисиенко В.Г. Развитие трехуровневых АСУ ТП в металлургии (коксовые и бескоксые процессы) / В.Г. Лисиенко, Е.Л. Суханов, В.А. Морозова, А.Н. Дмитриев, С.А. Загайнов, А.Е. Пареньков. – М.: Теплотехник, 2006. – 328 с.
25. Девятков Д.Х. Автоматизированная система контроля и управления МНЛЗ / Д.Х. Девятков, С.И. Лукьянов, О.С. Логунова, Е.С. Суспицын, В.Д. Тутарова, Д.В. Швидченко. – Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 640 с.
26. Девятков Д.Х. Корпоративная информационная система металлургического предприятия / Д.Х. Девятков, Д.С. Каплан. – Магнитогорск: МГТУ, 2008. – 306 с.
27. Глинков Г.М. АСУ ТП в черной металлургии / Г.М. Глинков, В.А. Маковский. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.
28. Федоровский Н.В. Автоматизация фабрик окискования железных руд и концентратов / Н.В. Федоровский, В.В. Даньшин, В.И. Губанов, Р.И. Сигуа. – М.: Металлургия, 1986. – 206 с.
29. Юсфин Ю.С. Управление окискованием железорудных материалов: учеб. пособие для вузов / Ю.С. Юсфин, А.Д. Каменов, А.П. Буткарев. – М.: Металлургия, 1990. – 280 с.
30. Фролов Ю.А. Агломерация. Технология. Теплотехника. Управление. Экология. – М.: ЗАО «Металлургиздат», 2016. – 672 с.
31. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. Лань, 2012. – 608с. <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765>.
32. Ашихмин В.Н., Закураев В.В. Автоматизированное проектирование технологических процессов. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2007. – 200 с.
33. Кондаков А.И. САПР технологических процессов. – М.: Издательский центр “Академия”, 2008. – 272 с.
34. Трухин Михаил Павлович. Моделирование сигналов и систем: учебное пособие. Ч. 4 / М.П. Трухин ; науч. ред. С.В. Поршнева ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – 231 с.
35. Гайдук Анатолий Романович. Теория автоматического управления: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технол. процессов и производств" направления подгот. дипломиров. специалистов "Автоматизир. технологии и производства" / А.Р. Гайдук. – М.: Высшая школа, 2010. – 415 с.

36. Волчкевич, Леонид Иванович. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие для студентов вузов / Л. И. Волчкевич. – М.: Машиностроение, 2005. – 380 с.

37. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 600 с.

38. Выжигин А.Ю. Гибкие производственные системы [Электронный ресурс] / А.Ю.Выжигин. – М.: Издательство "Машиностроение", 2012. – 288 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/63217/#1>.

5.2. Методические разработки

Не предусмотрено.

5.3. Программное обеспечение

1. Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES.
2. Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM.

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБС «Лань» [сайт]. URL: <https://e.lanbook.com>.
2. Электронная библиотека стандартов IT-GOST.RU [сайт]. URL: <http://it-gost.ru>.
3. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>.
4. Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>.
5. Scopus: <http://www.scopus.com>.
6. Reaxys: <http://reaxys.com>.
7. Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>.
8. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>.
9. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ. режим доступа: <http://www.nigma.ru>.

5.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Зональная научная библиотека УрФУ [сайт]. URL: <http://lib.urfu.ru>.
2. Электронный научный архив УрФУ: [сайт]. URL: <https://elar.urfu.ru>.
3. Российский портал открытого образования [сайт]. URL: <https://openedu.ru>.
4. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>.
5. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>.
6. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>.
7. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.