



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

_____ Н.И. Прокопов
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.6 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Научная специальность

2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Форма обучения

Очная

Москва 2025

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» являются:

формирование у аспирантов систематизированных знаний по фундаментальным вопросам теории автоматизированного управления технологическими процессами и производствами, изучение основных методов автоматизации технологических процессов и производств в машиностроении.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» является обязательной дисциплиной образовательного компонента блока «Дисциплины (модули)» учебного плана научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

3. Требования к результатам освоения дисциплины «Автоматизация и управление технологических процессов и производств»

В ходе освоения дисциплины «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» идет дальнейшее формирование элементов (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности) аспиранта:

способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, способность к пониманию основных проблем в своей предметной области, выбору методов и средств их решения;

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой своих исследований;

способность анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований;

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

общие вопросы машиностроительного производства, принципы построения технологического процесса и производственных систем машиностроительного предприятия, технические и информационные средства автоматизации, основы построения гибких производственных систем, промышленные сети, методы и законы управления технологическими процессами и технологическим оборудованием, структуру построения автоматизированных информационных систем для производственных предприятий.

Уметь:

выбирать и применять информационные и технические средства автоматизации, моделировать производственные системы, моделировать и оптимизировать процесс управления технологическим оборудованием и технологическим процессом, программировать технические средства автоматизации, уметь проектировать автоматизированные информационные системы.

Владеть:

методикой работы со специализированным программным обеспечением моделирования технологических процессов и производств, моделирования управления технологическими процессами, разработки программного обеспечения, проектирования информационных систем.

4. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» составляет 3 зачетных единицы (108 акад. часов).

4.1. Распределение объема дисциплины по разделам (темам), семестрам, видам учебной работы и формам контроля.

№ раздела	Семестр	Неделя семестра	Объем (в акад. час.)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Всего	Контактная работа (по видам учебных занятий)				СР	Контроль		
				Всего	ЛК	ПР	СР под рук.				
1	4	1	4	2	2			2		Устное собеседование	
1	4	2	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
2	4	3	4	2	2			2		Устное собеседование	
2	4	4	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
3	4	5	4	2	2			2		Устное собеседование	
3	4	6	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
4	4	7	4	2	2			2		Устное собеседование	
4	4	8	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
5	4	9	4	2	2			2		Устное собеседование	
5	4	10	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
6	4	11	4	2	2			2		Устное собеседование	
6	4	12	6	2		2		2	2	Выполнение практических заданий	
7	4	13	4	2	2			2		Устное собеседование	
7	4	14	6	2		2		2	2	Выполнение практических	

									заданий
8	4	15	4	2	2			2	Устное собеседование
8	4	16	6	2		2		2	Выполнение практических заданий
9	4	17	4	2	2			2	Устное собеседование
9	4	18	8	2		2		2	Выполнение практических заданий
По материалам курса			16					16	Экзамен
Всего в 4 семестре:			108	36	18	18	0	36	36
Всего:			108	36	18	18	0	36	36

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

Номер темы	Наименование темы	Содержание темы
1	Автоматизация машиностроительного производства	Машиностроительные производства, характеристики и виды. Способы и методы автоматизации машиностроительного производства. Экономические вопросы автоматизации машиностроительного производства.
2	Автоматизация производственных процессов	Технологический процесс – основа автоматизации. Производственные системы машиностроительного предприятия. Интегрированные производственные комплексы.
3	Технические средства автоматизации	Информационно-техническое обеспечение интегрированных систем автоматизации. Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
4	Управление гибкими производствами	Гибкие производственные системы. Проектирование ГПС. Информационные и математическое обеспечение ГПС.
5	Информационно-управляющие контроллерные сети	Локальные средства контроля и управления. Промышленные компьютерные, контроллерные сети.
6	Управление процессами	Методы управления процессами в машиностроении. Принципы и законы управления процессами в машиностроении.
7	Управление объектами и системами	Методы управления объектами и системами в машиностроении. Принципы и законы управления объектами и системами в машиностроении.
8	Информационное обеспечение процессов автоматизации	Система данных обеспечения производственных процессов. Управление и проектирование баз данных для АСУ.
9	Интегрированные системы проектирования и управления.	Применение SCADA-систем при автоматизации. Конфигурирование и программирование SCADA-систем.

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Учебным планом не предусмотрены.

4.4. Практические занятия (ПР)

№ п/п	Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (в акад. часах)
1	1	Выбор методов и средств автоматизации машиностроительного производства.	2
2	2	Построение моделей производственных процессов.	2
3	3	Конфигурирование технических средств автоматизации нижнего уровня.	2
4	4	Моделирование производственных систем на базе специализированного программного обеспечения.	2
5	5	Программирование программируемых логических контроллеров.	2
6	6	Конфигурирование и построение промышленных сетей	2
7	7	Оптимизация технологических процессов на базе специализированного программного обеспечения.	2
8	8	Разработка баз данных.	2
9	9	Проектирование автоматизированной системы на основе SCADA-системы.	2
Всего:			18

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

подготовка к лекциям и практическим занятиям с использованием конспекта лекций, материалов практических занятий и приведенных ниже (п 8.1 и 8.2) источников (в соответствии с расписанием занятий);

оформление отчетов по выполненным практическим заданиям и теоретическая подготовка к их сдаче (в соответствии с расписанием занятий).

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации – в соответствии с тематикой дисциплины.

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Описание показателей и критериев оценивания знаний, умений и владений на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

6.1.1. Показатели и критерии оценивания, используемые шкалы оценивания

Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания	Шкалы оценивания
Умение	Правильность выполнения	Текущий контроль:	Шкала 1

Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания	Шкалы оценивания
	учебных заданий, аргументированность выводов	выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	
Знание	Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса	<i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 1
Владение	Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности	<i>Текущий контроль:</i> выполнение практического задания, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен	Шкала 2

6.1.2. Описание шкал оценивания степени сформированности знаний, умений и владений

Шкала 1. Оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений		
Цифр.	Оценка			
		Знать	Уметь	Владеть
1	Неудовлетворительно	Отсутствие знаний	Отсутствие умений	Отсутствие навыков
2	Неудовлетворительно	Фрагментарные знания	Частично освоенное умение	Фрагментарное применение
3	Удовлетворительно	Общие, но не структурированные знания	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение	В целом успешное, но не систематическое применение
4	Хорошо	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков
5	Отлично	Сформированные систематические знания	Сформированное умение	Успешное и систематическое применение навыков

Шкала 2. Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

Обозначения		Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений
Цифр.	Оценка	
1	Неудовлетворительно	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале
2	Удовлетворительно или неудовлетворительно (по усмотрению преподавателя)	Знать на уровне ориентирования , представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения
3	Удовлетворительно	Знать и уметь на репродуктивном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях
4	Хорошо	Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения
5	Отлично	Знать, уметь, владеть на системном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования знаний, умений и владений в процессе освоения образовательной программы.

Типовые вопросы и задания для текущего контроля (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины

Примеры вопросов по теме 1:

Виды производств, типы производств, качество выпускаемой продукции, себестоимость, производительность.

Примеры вопросов по теме 2:

Что такое технологический процесс, основные и вспомогательные операции, производственная система – основные компоненты.

Примеры вопросов по теме 3:

Что такое ЧПУ, ПЛК, виды и типы датчиков, привод.

Примеры вопросов по теме 4:

Что такое гибкость, гибкое производство, основные свойства гибкого производства, что такое гибкая производственная система.

Примеры вопросов по теме 5:

Что такое сеть, топология сети, промышленные сети, сети реального времени.

Примеры вопросов по теме 6:

Что такое регулирование, ПИД регулятор, процессы, подлежащие регулированию.

Примеры вопросов по теме 7:

Конечный автомат, виды конечных автоматов, состояние системы, законы перехода из состояния n в состояние m.

Примеры вопросов по теме 8:

Информация о технологическом процессе, информация о технологическом оборудовании, мониторинг.

Примеры вопросов по теме 9:

SCADA система, представление информации в виде tag, базы данных.

Пример практического задания по теме 1:

Для конкретной производственной системы, модель которой представлена в специализированном программном обеспечении, разработать архитектуру АСУТП, структурную схему, функциональную схему, структуру центральной части системы.

Пример практического задания по теме 2:

В специальном программном обеспечении создать модель производственного процесса, для производственной системы практического занятия 1.

Пример практического задания по теме 3:

Для выбранного технологического оборудования подобрать системы управления и сконфигурировать их.

Пример практического задания по теме 4:

В специальном программном обеспечении создать модель производственной системы.

Пример практического задания по теме 5:

Разработать программу для ПЛК для управления технологическим оборудованием выбранным и смоделированным в практических работах 3 и 4.

Пример практического задания по теме 6:

Спроектировать промышленную сеть для производственной системы из практического занятия 1.

Пример практического задания по теме 7:

В специализированном программном обеспечении провести оптимизацию технологических процессов, представленных из практического занятия 2.

Пример практического задания по теме 8:

В соответствии с разработанной архитектурой АСУТП из практического занятия 1, спроектировать базу данных.

Пример практического задания по теме 9:

В соответствии с разработанной архитектурой АСУТП из практического занятия 1, спроектировать один экран SCADA.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках промежуточной аттестации по дисциплине).

1. Виды производств, источники повышения качества выпускаемой продукции и производства, повышение конкурентоспособности производства посредством автоматизации.
2. Основные этапы автоматизации, методы и средства автоматизации для выпуска единичной, серийной и массовой продукции.
3. Техничко-экономические показатели автоматизированного оборудования. Конкурентоспособность автоматизированного оборудования
4. Гибкие производственные системы. Стационарные автоматические линии. Гибкие автоматизированные линии.
5. Автоматизированные системы научных исследований. Автоматизация контроля и испытаний.
6. Основные направления совершенствования технологических процессов. Технологические методы повышения производительности труда и качества продукции.
7. Дифференциация технологического процесса и концентрация операций как основа построения гибких автоматизированных производств.
8. Программируемость технологий. Особенности разработки технологических процессов для гибких автоматизированных производств.
9. Конструкция основного технологического оборудования, механизмы рабочих и холостых ходов, суппорты, силовые головки, шпиндели, контрольно-блокирующие устройства.
10. Конструкция вспомогательного технологического оборудования, механизмы автоматической загрузки, механизмы зажима, поворотно-фиксирующие механизмы, промышленные роботы.
11. Робототехнические системы. Комплексная автоматизация серийного производства на базе оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) и промышленных роботов.
12. Особенности проектирования и источники эффективности промышленных роботов для выполнения основных технологических и

вспомогательных операций.

13. Основы программирования цифровых регуляторов. Типовой ПИД-закон регулирования: программирование и выбор параметров.

14. Основы построения систем управления на базе программируемых логических контроллеров.

15. Связь контроллера с объектом управления: элементарные процессы обмена (дискретный контроль, дискретное управление, аналоговый контроль, аналоговое управление), их аппаратная и программная инициализация.

16. Промышленные компьютеры и рабочие станции как основа построения центральных и узловых контроллеров.

17. Управление процессами, объектами и системами в машиностроении. Примеры управления процессами. Примеры управления объектами. Примеры управления системами.

18. Централизованное и распределенное управление. Многоуровневое управление. Задачи управления: иерархия задач управления.

19. Системы управления как технические средства специализированной обработки данных на базе персональных компьютеров.

20. Классы объектов управления процессов и систем. Непрерывные объекты управления. Представление об управлении движением по заданной траектории.

21. Управление дискретными объектами с помощью программируемых контроллеров.

22. Программирование программируемых контроллеров. Жизненный цикл программ управления электроавтоматикой. Языки программирования программируемых контроллеров.

23. Числовое программное управление. Архитектура систем ЧПУ на базе персонального компьютера.

24. Программирование систем ЧПУ. Язык низкого уровня (ISO 6893, DIN 66025). Структура инструкции для программиста. Структура инструкции для оператора.

25. Языки высокого уровня. Автоматизированном программировании систем ЧПУ.

26. Общая организация управления в ГПС. Структурное построение и объекты управления в ГПС. Групповая технология как основа создания и функционирования технологической среды.

27. Аппаратная структура системы управления. Протоколы связи в сетях управления. Аппаратные средства идентификации производственного процесса.

28. Имитационное моделирование ГПС. Задачи и предмет имитационного моделирования при создании ГПС.

29. Универсальные средства имитационного моделирования. Специализированные средства имитационного моделирования.

30. Математическое обеспечение управления в ГПС. Структура средств математического управления.

31. Принципы построения баз данных ГПС. Операционная среда в ГПС.
32. Задачи планирования. Задачи оперативного управления (диспетчеризации).
33. Общая теория данных. Объекты данных. Атрибуты объектов. Значения данных. Типы баз данных. Требования, предъявляемые к базам данных. Распределенные базы данных.
34. Модели данных. Реляционная модель данных. Сетевая модель данных. Иерархическая модель данных. Взаимосвязи между объектами и атрибутами.
35. Проектирование баз данных. Жизненный цикл базы данных. Синтез логических структур локальных и распределенных баз данных.
36. Языки, используемые в базах данных. Языки описания данных. Языки манипулирования данными. Уровни абстракции для описания данных.
37. Классификация производственных систем. Непрерывное, дискретное и дискретно-непрерывное производство.
38. Автоматизированные производственные комплексы (АПК), их характеристики. Интегрированные системы управления производством. Сопряжение элементов и подсистем в одноуровневых и многоуровневых системах АПК.
39. Модели производственных процессов. Модели материальных потоков. Алгоритмы календарного и оперативного планирования. Задачи диспетчеризации производственного процесса, разрешения конфликтных ситуаций.
40. Информационное обеспечение систем управления производством. CAD/CAM/CFE и MRP системы. Концепция создания интегрированных производственных систем на базе CALS-технологий.
41. Методы измерения основных технологических параметров. Современные технические средства автоматизации.
42. Программируемые логические контроллеры (ПЛК). Типы, состав и характеристики ПЛК. Конфигурирование ПЛК.
43. Применение ПЛК для управления локальным технологическим оборудованием. Применение ПЛК для управления информационными потоками.
44. Построения централизованных и распределенных систем управления технологическим оборудованием на основе ПЛК.
45. Информационно-измерительные системы. Датчики, типы и характеристики датчиков. Измерительные преобразователи. Контрольно-измерительные приборы. Регуляторы. Специализированные приборы.
46. Промышленные сети. Виды и типы сетей. Требования к промышленным сетям.
47. Современные технологии построения промышленных сетей и обеспечения надежности передачи данных.
48. Современные детерминированные сети.
49. Интегрированные системы диспетчерского управления.

Программно-технические средства построения интегрированных систем управления.

50. Разработка прикладного программного обеспечения многоуровневых систем управления. Организация взаимодействия SCADA системы с ПЛК.

51. Встроенные языки программирования в SCADA системах. Базы данных, используемые в SCADA системах.

52. Интегрированные системы комплексного управления производством. Современные тенденции в интеграции с системами АСУП.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Процедуры и средства оценивания элементов знаний, умений и владений по дисциплине «Автоматизация и управление технологических процессов и производств»

Процедура проведения	Средство оценивания				
	Текущий контроль				Промежуточный контроль
	Выполнение устных заданий	Выполнение письменных заданий	Выполнение практических заданий	Выполнение тестовых заданий	Экзамен
Продолжительность контроля	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	По усмотрению преподавателя	В соответствии с принятыми нормами времени
Форма проведения контроля	Устный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	Письменный опрос	В письменной форме
Вид проверочного задания	Устные вопросы	Письменные задания	Практические задания	Письменный опрос	Экзаменационный билет
Форма отчета	Устные ответы	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме	Ответы в письменной форме
Раздаточный материал	Нет	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература	Справочная литература

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Автоматизация и управление технологических процессов и производств» предусматривает лекции и практические занятия. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям аспирантам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей

лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности аспирантов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию аспиранты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям аспирантам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Аспирантам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Аспиранты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу экзаменационной сессии не допускаются к экзамену.

8. Ресурсное обеспечение дисциплины

8.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Смирнов, Ю. А. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие для вузов / Ю. А. Смирнов. — 4-е изд. стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-8290-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174286>.

2. Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами: учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4. — Текст:

электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206903>.

3. Должиков, В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учебное пособие / В. П. Должиков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-4385-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206858>.

б) дополнительная литература:

1. Подвигалкин, В. Я. Робот в технологическом модуле: монография / В. Я. Подвигалкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-6786-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152443>.

2. Певзнер, Л. Д. Теория систем управления: учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-1566-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212207>.

3. Черепяхин, А.А., Системный анализ и моделирование технологических методов изготовления детали: монография / А.А. Черепяхин, В.А. Кузнецов, А.В. Смирнов. — Москва: Русайнс, 2019. — 247 с. — ISBN 978-5-4365-3557-9. — URL: <https://book.ru/book/932668>.

4. Кораблев, Ю.А., Имитационное моделирование: учебник / Ю.А. Кораблев. — Москва: КноРус, 2020. — 145 с. — ISBN 978-5-406-07785-6. — URL: <https://book.ru/book/933531>.

8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины

1. <http://library.mirea.ru/>

научно-техническая библиотека РТУ МИРЭА

2. <https://e.lanbook.com/>

электронно-библиотечная системы (ЭБС) Издательства «Лань»

8.3. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

- пакет офисных программ Microsoft Office;
- пакет офисных программ LibreOffice;
- среда для разработки программного обеспечения Qt Creator 5.6.

8.4. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- учебная аудитория;
- компьютерный класс.

