

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ПРОГРАММА**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ 8D06102 – ИНФОРМАЦИОННЫЕ**  
**ТЕХНОЛОГИИ И РОБОТОТЕХНИКА**

**Костанай, 2020**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	4
2. Основная часть (содержание дисциплин).....	6
§ 1 Технологии разработки программного обеспечения для систем реального времени.....	6
§ 2 Электроника и сенсорные технологии.....	8
§ 3 Программирование роботизированных комплексов.....	10
3. Список экзаменационных вопросов .....	11
4. Список рекомендуемой литературы .....	14

## ВВЕДЕНИЕ

Вступительный экзамен предназначен для определения практической и теоретической подготовленности поступающих в PhD докторантуру и проводится с целью определения соответствия знаний, умений и навыков требованиям обучения в докторантуре по образовательной программе 8D06102 – Информационные технологии и робототехника.

Основные задачи вступительного экзамена:

- 1) выявить уровень базовых знаний естественного и научного характера в области вычислительной техники и программного обеспечения;
- 2) выявить уровень профессиональных знаний и практических навыков в области вычислительной техники и программного обеспечения;
- 3) выявить умение использовать математический и программный аппарат при качественном и количественном описании реальных процессов и явлений;
- 4) оценить культуру мышления, способность в письменной форме излагать свои знания.

Форма вступительного экзамена – устный экзамен. Экзаменуемые записывают свои ответы на вопросы экзаменационного билета на листах ответов, которые опрашиваются и проверяются экзаменационной комиссией

Поступающий в PhD докторантуру, должен иметь представление:

1) о современных методах исследования, оптимизации и проектировании компьютерных систем, обработки и управления информацией, архитектуру и устройство компьютера;

2) о проблемах и направлениях развития технологии программирования, об основных методах и средствах проектирования вычислительной техники и программного обеспечения;

знать:

1) качественные и количественные методы анализа систем, методы теоретико-множественного описания систем;

2) основные принципы организации и функционирования отдельных устройств компьютера и их интеграции, в целом, а также систем, комплексов и сетей;

уметь:

1) применять формальный аппарат для анализа организационной, функциональной и технической структур вычислительной техники и программного обеспечения, определять состав задач, решаемых приложениями системы;

2) применять методы и средства разработки алгоритмов и программ, разные приемы программирования, способы записи алгоритма на языке высокого уровня, способы отладки, испытания и документирования программ и приложений;

быть компетентным:

- 1) в области научной и научно-педагогической деятельности в

условиях быстрого обновления и роста информационных потоков;

2) в проведении теоретических и экспериментальных научных исследований;

3) в постановке и решении теоретических и прикладных задач в научном исследовании;

4) в проведении профессионального и всестороннего анализа проблем в соответствующей области;

На комплексный экзамен выносятся следующие дисциплины:

Технологии разработки программного обеспечения для систем реального времени - 30 вопросов

Цель дисциплины – дать обучающимся систематизированные знания о базовых принципах функционирования и методах проектирования и разработки систем реального времени (СРВ), а также сформировать практические навыки организации вычислительных процессов в системах реального времени.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

1) принципы организации вычислительных процессов в цифровых информационно-управляющих системах, работающих в реальном масштабе времени;

2) взаимосвязь программных и аппаратных средств в системах этого класса, методы управления памятью и синхронизации взаимодействующих процессов;

3) международные и государственные стандарты, используемые при разработке программного обеспечения для систем реального времени;

4) принцип контроля достоверности обработки информации в системах реального времени;

5) основные теоретические методы построения и анализа систем реального времени.

Электроника и сенсорные технологии – 30 вопросов

Цель дисциплины - является изучение методов и средств сбора и обработки информации о состоянии основных узлов робота и окружающей робот производственной среды.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

1) освоение принципов и методов построения систем автоматизации производственных процессов и производств на основе современных технических средств;

2) терминологию измерительных преобразователей и систем очувствления роботов;

3) основные типы измерительных датчиков и систем;

4) методы цифровой обработки информации в системах очувствления роботов;

5) выполнить проектно-конструкторские и расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию информационных устройств и систем роботов.

Программирование роботизированных комплексов – 30 вопросов

Цель дисциплины - программирование роботизированных комплексов»: ознакомление обучающихся с основными понятиями, методами построения, инструментами разработки прикладных программных решений для управления робототехническими системами.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- 1) основы проектной деятельности;
- 2) методы и инструментальные средства – программирования робототехнических систем;
- 3) эффективно применять аналитические и численные – методы и алгоритмы решения задач робототехники с использованием языков и систем программирования, систем компьютерной математики, инструментальных средств компьютерного моделирования;
- 4) использовать изученные методы программирования – робототехнических систем для решения задач теоретического и прикладного характера.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **(содержание дисциплины)**

#### **§1 Технологии разработки программного обеспечения для систем реального времени**

1. Введение. Основы методологии проектирования систем реального времени. Предмет изучения и структура дисциплины. Основные этапы развития информационно-управляющих систем реального времени (СРВ).

2. Определение, классификация систем реального времени. Основные понятия и определения. Назначение, области применения, характеристики СРВ. Системы мягкого и жесткого реального времени. Многомашинные и многопроцессорные СРВ.

3. Принципы работы систем реального времени. Типичные времена реакции на внешние события, управляемые СРВ. Современный уровень развития СРВ. Примеры типовых систем реального времени.

4. Концепции функционирования и реализации систем реального времени. Методы спецификации и проектирования систем реального времени. Особенности реализации задач, требующих работы в реальном времени. Программные системы реального времени.

5. Параллельные и распределенные системы. Концепция параллельных задач (параллельных процессов) модели СРВ. Системы, управляемые событиями. Распределенные системы и приложения. Система ввода-вывода (СВВ).

6. Устройства связи с объектом. Режимы обмена данными. Устройства связи с объектом: классификация, структура, подсистемы ввода-вывода. Режимы обмена данными: программный, прерывания, прямого доступа к пути. Интерфейсы ввода-вывода. Базовые структуры СВВ. Интерфейсы УВК: радиальный, магистральный, комбинированный. Приоритеты прерываний.

7. Программное обеспечение систем реального времени. Структура и функции программного обеспечения систем реального времени. Основные компоненты ПО управляющего вычислительного комплекса. Особенности программирования задач и языка программирования СРВ.

8. Прикладные и управляющие программы систем реального времени. Прикладные программы и управление их перемещением. Управляющие программы и их компоненты. Взаимосвязь между прикладными и управляющими программами. Управляющие программы для СРВ с высокими требованиями надежности.

9. Методы и инструменты моделирования программных систем реального времени. Обеспечивающие программы. Режимы работы ЭВМ в системах реального времени. Обеспечивающие программы. Динамическое планирование работы ЭВМ и распределение памяти. Мультипрограммирование и распределение приоритетов. Прерывания и дисциплины обслуживания очередей. Режимы работы ЭВМ в СРВ.

10. Проблемы управления в СРВ. Особенности операционных систем реального времени. Проблемы управления линиями связи. Внешние запоминающие устройства с произвольным доступом: проблемы программирования и организации данных. Особенности ОС РВ и их отличие от ОС общего назначения. Параметры, состав и функции ОС РВ. Требования к ОС РВ. Классификация ОС РВ. Тенденции развития ОС РВ.

11. Анализ, этапы и методы проектирования систем реального времени. Анализ процесса проектирования СРВ, распределение функций по аппаратным и программным компонентам. Этапы и методы проектирования СРВ.

12. Проектирование и реализация системы реального времени. Проектирование и реализация ПО. Методы разработки ПО, используемые для реализации отказоустойчивых СРВ. Отказоустойчивые архитектуры. Требования к проектированию ПО, критического по обеспечению безопасности.

13. Моделирование систем реального времени. Управление процессом разработки. Актуальность использования моделирования. Типы моделей систем. Моделирование систем. Проектирование с помощью стандартных типовых моделей систем.

14. Разработка пользовательского интерфейса в системах реального времени. Принципы проектирования пользовательского интерфейса, стили взаимодействия пользователя с системой. Типы представления данных. Справочные системы.

15. Оценка пользовательского интерфейса в системах реального времени. Критерии оценки интерфейса. Этапы проектирования пользовательского интерфейса. Проектирование визуальных компонентов пользовательского интерфейса СРВ.

16. Методы тестирования и верификации систем реального времени. Оценка качества программного обеспечения для СРВ и методы его контроля. Модели и техники, используемые для построения тестов МРВ. Автоматные методы построения тестов для СРВ.

## **§ 2 Электроника и сенсорные технологии**

17. Общие понятия об информационных устройствах роботов и преобразователях. Классификация информационных устройств роботов. Принятая терминология в области информационных устройств роботов и измерительных преобразователей. Основные виды датчиков и методы получения информации. Классификации и общие вопросы применения. Основные понятия и определения. Принцип действия, требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам преобразователей перемещения звеньев манипулятора.

18. Цифровые преобразователи перемещения и потенциометрические датчики. Цифровые преобразователи перемещения. Принцип действия, устройство и электрическая схема оптических кодирующих преобразователей

перемещения. Устройство и электрическая схема оптических импульсных преобразователей. Потенциометрические датчики, основные характеристики и погрешности измерения. Влияние нагрузки на параметры резисторных преобразователей.

19. Тактильные системы осязания. Классификация, назначение и основные функции тактильных систем осязания промышленных роботов. Общие требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам тактильных систем. Тактильные контактные преобразователи. Принцип действия и устройство одноэлементных и матричных контактных преобразователей. Технические и эксплуатационные параметры контактных преобразователей на основе открытых электрических контактов и на основе магнитоуправляемых контактов. Тактильные преобразователи контактного сопротивления.

20. Принцип действия электромагнитных, индуктивных и трансформаторных преобразователей. Принцип действия и устройство матрицы электромагнитных, индуктивных и трансформаторных преобразователей. Основные характеристики и источники погрешностей. Датчики проскальзывания. Принцип действия и устройство тактильной матрицы преобразователей контактного сопротивления на основе электропроводящих полимеров. Характеристики и источники погрешностей.

21. Силомоментные системы осязания и датчики измерения упругих деформаций. Назначение, классификация силомоментных систем осязания. Общие требования, предъявляемые к силомоментной системе осязания по быстродействию, виду выходных сигналов, собственной частоте и уровню перекрестного взаимовлияния между каналами измерения. Проводниковые и полупроводниковые тензорезисторы. Принцип действия, параметры и основы конструкции проволочных и фольговых тензорезисторов. Пьезоэлектрические преобразователи. Конструкция и принципы работы пьезоэлектрического трансформатора. Измерительные схемы и способы повышения чувствительности пьезотрансформаторных датчиков.

22. Локационные системы осязания. Назначение и классификация локационных систем осязания. Общие требования, предъявляемые к локационным системам по диапазонам, точности измерений и помехозащищенности. Датчики малых расстояний. Принцип действия, устройство и измерительные характеристики. Струйные, индукционные и оптоэлектрические преобразователи расстояния.

23. Ультразвуковые и лазерные дальномеры. Ультразвуковые дальномеры. Принцип действия, устройство, схемы включения и характеристики пьезоэлектрических, магнитострикционных, конденсаторных и полимерных преобразователей излучателей и приемников ультразвуковых дальномеров. Особенности процесса распространения ультразвука в воздушной среде и отражения акустических сигналов от различных поверхностей. Методы модуляции ультразвука, их помехозащищенность и погрешности измерения дистанции. Акустические излучатели и приемники. Основные типы микрофонов: конденсаторные, электродинамические. Лазерные дальномеры. Принцип

действия, устройство, схемы включения и характеристики импульсных лазеров и приемников когерентного оптического излучения от поверхности. Анализ погрешностей измерения расстояний лазерным дальномером. Примеры применения локационных систем очувствления для выполнения межоперационного контроля обработки деталей, автоматизации технологических операций сварки, резки, загрузки и выгрузки изделий, а также использование локационных систем в качестве датчиков безопасности движения.

24. Датчики температуры, давления и скорости. Назначение, классификация и общие сведения о датчиках температуры. Терморезисторы с отрицательным и положительным ТКС, рабочие и вольтамперные характеристики. Линейность терморезисторов, способы линеаризации рабочей характеристики терморезисторов. Классы точности, калибровка и допустимые отклонения терморезисторов. Применение и конкретные типы терморезисторов. Терморезисторы из пластины и никеля, их измерительные схемы, основные параметры, погрешности и диапазоны измерения, понятие коэффициента самонагрева, конструкция. Кремниевые датчики температуры, их основные параметры и измерительные схемы. Термопары. Интегральные датчики температуры, цифровые датчики температуры: температурный контроллер, температурно-частотный преобразователь и др. Назначение и общие сведения о датчиках давления. Основные типы датчиков давления: кремниевые датчики, электронные барометры, высотомеры. Основные измерительные схемы датчиков давления, рабочие характеристики, параметры и пределы измерения, погрешности и способы их компенсации, типовые конструкции и калибровка датчиков давления. Общие сведения, назначение и основные типы измерителей скорости потока жидкости или газа. Датчики и методы непосредственного измерения скорости: чашечные и крыльчатые анемометры. Датчики косвенного измерения скорости: трубка Пито, ультразвуковой метод, терморезисторный и др. типы анемометров. Основные параметры, рабочие характеристики, типовые конструкции и измерительные схемы включения датчиков.

25. Датчики газового состава. Общие сведения, назначение и классификация основных видов датчиков газового состава. Датчики на основе твердых электролитов. Физические принципы работы (закон Нериста), характеристики, анализ погрешностей и основные конструкции датчиков: трубчатые кислородные датчики с использованием воздуха в качестве системы сравнения; герметичные датчики с внутренним стандартом. Датчики, основанные на изменении импеданса: измерение объемной или поверхностной электропроводности, измерение электрической емкости. Катарометры. Кварцевый пьезоэлектрический датчик. Парамагнитные датчики. Физические принципы работы. Структуры магнитодинамических датчиков и приборов на основе термомагнитной конвекции. Датчики измерения магнитного давления. Оптические газоанализаторы. Физические принципы работы (Закон Бугера-Ламберта-Бера) и структуры ультрафиолетовых и ИК-анализаторов.

### **§ 3 Программирование роботизированных комплексов**

26. Использование микроконтроллеров в автоматике. Управление роботом. Основные компоненты устройств управления. Память и устройства ввода-вывода. Прерывания. Периферийные устройства микроконтроллеров. Подключение устройства управления к роботу. Датчики и исполнительные механизмы ПТС.

27. Разработка программного обеспечения робототехнических систем. Программные среды разработки программного обеспечения для ПТС: LabView, Robolab, NXT, NXC, QReal, Assembler. Интерпретаторы. Компиляторы. Симуляторы и эмуляторы. Интегрированные средства разработки.

28. Микроконтроллеры PICmicro и NXT. Основные особенности микроконтроллеров PICmicro и NXT. Применение инструментальных сред NXT, NXC и QReal. Визуальные методы разработки схем управления ПТС. Программирование микроконтроллеров.

29. Подключение к микроконтроллерам периферийных устройств. Аппаратные интерфейсы. Макетирование устройств. Межпроцессорные коммуникации. Реализация интерфейса RS - 232. Реализация интерфейса RS - 232 для связи микроконтроллеров с персональным компьютером. Двухнаправленный синхронный интерфейс. Устройства индикации. Жидкокристаллический дисплей. Использование широтно-импульсной модуляции для управления аналоговыми устройствами. Датчики. Механические датчики. Подавление дребезга контактов. Ультразвуковой и инфракрасный детекторы столкновений. Обнаружители объектов. Ультразвуковой дальномер. Оптические датчики. Звуковые датчики. Распознавание звуковых команд.

30. Дистанционное управление роботом. Дистанционное управление роботом. Приёмник сигналов дистанционного управления. Совмещение работы детектора объектов и приемника команд дистанционного управления. Управление двигателем. Одометрия. Радиуправляемый сервопривод.

31. Интеллектуальные технологии в робототехнических системах. Операционные системы реального времени. Пример приложения, работающего под управлением ОСРВ. Конечные автоматы. Дистанционное управление роботом. Поведенческое программирование. Нейронные сети и искусственный интеллект.

32. Проектирование автоматических робототехнических систем. Техническое задание. Выбор периферийных устройств. Выбор электронных компонентов и методов программирования. Испытание робота. Поиск ошибок. Модернизация устройств.

### **Глава 3. Список экзаменационных вопросов**

33. Технологии разработки программного обеспечения для систем реального времени

- 1) Основные этапы развития информационно-управляющих систем реального времени (СРВ).
- 2) Основные понятия, определение, классификация систем реального времени.
- 3) Назначение, области применения, характеристики СРВ. Системы мягкого и жесткого реального времени. Многомашинные и многопроцессорные СРВ.
- 4) Принципы работы систем реального времени. Типичные времена реакции на внешние события, управляемые СРВ.
- 5) Современный уровень развития СРВ. Примеры типовых систем реального времени.
- 6) Методы спецификации и проектирования систем реального времени. Программные средства систем реального времени.
- 7) Параллельные и распределенные системы. Системы, управляемые событиями. Распределенные системы и приложения. Система ввода-вывода (СВВ).
- 8) Устройства связи с объектом: классификация, структура, подсистемы ввода-вывода.
- 9) Режимы обмена данными: программный, прерывания, прямого доступа к пути. Интерфейсы ввода-вывода.
- 10) Программное обеспечение систем реального времени. Структура систем реального времени. Базовые понятия программного обеспечения реального времени.
- 11) Основные виды системного программного обеспечения. Ограничения реального времени
- 12) Прикладные программы и управление их перемещением. Управляющие программы и их компоненты. Взаимосвязь между прикладными и управляющими программами.
- 13) Управляющие программы для СРВ с высокими требованиями надежности.
- 14) Обеспечивающие программы. Режимы работы ЭВМ в системах реального времени
- 15) Проблемы управления в СРВ. Особенности операционных систем реального времени.
- 16) Параметры, состав и функции ОС РВ. Требования к ОС РВ. Классификация ОС РВ. Тенденции развития ОС РВ.
- 17) Анализ, этапы и методы проектирования систем реального времени.
- 18) Проектирование и реализация системы реального времени.
- 19) Проектирование и реализация ПО. Методы разработки ПО, используемые для реализации отказоустойчивых СРВ.
- 20) Отказоустойчивые архитектуры. Требования к проектированию ПО, критического по обеспечению безопасности
- 21) Моделирование систем реального времени. Управление процессом разработки. Актуальность использования моделирования.

- 22) Типы моделей систем. Моделирование систем.
  - 23) Проектирование с помощью стандартных типовых моделей систем.
  - 24) Разработка пользовательского интерфейса в системах реального времени.
  - 25) Принципы проектирования пользовательского интерфейса, стили взаимодействия пользователя с системой.
  - 26) Типы представления данных. Справочные системы.
  - 27) Оценка пользовательского интерфейса в системах реального времени. Критерии оценки интерфейса.
  - 28) Этапы проектирования пользовательского интерфейса. Проектирование визуальных компонентов пользовательского интерфейса СРВ.
  - 29) Методы тестирования и верификации систем реального времени.
  - 30) Оценка качества программного обеспечения для СРВ и методы его контроля.
34. Электроника и сенсорные технологии
- 1) Адаптация промышленных роботов к изменению параметров окружающей его производственной среды.
  - 2) Классификация информационных устройств роботов.
  - 3) Принятая терминология в области информационных устройств роботов и измерительных преобразователей.
  - 4) Потенциометрические датчики. Основные характеристики.
  - 5) Потенциометрические датчики. Погрешность измерения.
  - 6) Потенциометрические датчики. Влияние нагрузки на параметры резисторных преобразователей.
  - 7) Основные виды датчиков и методы получения информации.
  - 8) Индукционные и емкостные преобразователи перемещения.
  - 9) Измерительные схемы и методы съема информации.
  - 10) Цифровые преобразователи перемещения.
  - 11) Принцип действия, устройство и электрическая схема оптических кодирующих преобразователей перемещения.
  - 12) Схемы определения направления перемещений и повышение точности оптических импульсных преобразователей.
  - 13) Общие требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам тактильных систем.
  - 14) Принцип действия и устройство одноэлементных контактных преобразователей.
  - 15) Принцип действия и устройство матричных контактных преобразователей.
  - 16) Принцип действия и устройство матрицы электромагнитных преобразователей.
  - 17) Принцип действия и устройство матрицы индуктивных преобразователей.
  - 18) Принцип действия и устройство матрицы трансформаторных преобразователей.

- 19) Принцип действия и устройство матриц пьезоэлектрические преобразователей на основе пьезоэлектрические полимерных пленок.
  - 20) Многокомпонентные датчики силомоментного очувствления.
  - 21) Методы тарировки силомоментных систем очувствления.
  - 22) Назначение и классификация локационных систем очувствления.
  - 23) Общие требования, предъявляемые к локационным системам по диапазонам, точности измерения и помехозащищенности.
  - 24) Ультразвуковые дальномеры. Принцип действия.
  - 25) Лазерные дальномеры. Принцип действия.
  - 26) Примеры применения локационных систем очувствления.
  - 27) Назначение, классификация и общие сведения о датчиках температуры.
  - 28) Применение и конкретные типы терморезисторов.
  - 29) Назначение и общие сведения о датчиках давления.
  - 30) Общие сведения, назначение и основные типы измерителей скорости потока жидкости и газа.
35. Программирование роботизированных комплексов
- 1) Управление роботом. Основные компоненты устройств управления.
- Память и устройства ввода-вывода.
- 2) Прерывания. Периферийные устройства микроконтроллеров.
  - 3) Подключение устройства управления к роботу. Датчики и исполнительные механизмы РТС.
  - 4) Программные среды разработки программного обеспечения для РТС.
  - 5) Интерпретаторы. Компиляторы.
  - 6) Симуляторы и эмуляторы.
  - 7) Интегрированные средства разработки.
  - 8) Основные особенности микроконтроллеров PICmicro и NXT.
  - 9) Применение инструментальных сред NXT, NXC и QReal.
  - 10) Визуальные методы разработки схем управления РТС.
  - 11) Программирование микроконтроллеров.
  - 12) Аппаратные интерфейсы. Макетирование устройств.
- Межпроцессорные коммуникации. Реализация интерфейса RS-232.
- 13) Реализация интерфейса RS-232 для связи микроконтроллеров с персональным компьютером. Двухнаправленный синхронный интерфейс.
  - 14) Устройства индикации. Жидкокристаллический дисплей.
  - 15) Использование широтно-импульсной модуляции для управления аналоговыми устройствами. Датчики. Механические датчики. Подавление дребезга контактов.
  - 16) Ультразвуковой и инфракрасный детекторы столкновений.
- Обнаружители объектов. Ультразвуковой дальномер.
- 17) Оптические датчики.
  - 18) Звуковые датчики. Распознавание звуковых команд.
  - 19) Дистанционное управление роботом. Приёмник сигналов дистанционного управления.

- 20) Совмещение работы детектора объектов и приемника команд дистанционного управления.
- 21) Управление двигателем. Одометрия. Радиуправляемый сервопривод.
- 22) Операционные системы реального времени. Пример приложения, работающего под управлением ОСРВ.
- 23) Конечные автоматы.
- 24) Дистанционное управление роботом.
- 25) Поведенческое программирование.
- 26) Нейронные сети и искусственный интеллект.
- 27) Техническое задание. Выбор периферийных устройств.
- 28) Выбор электронных компонентов и методов программирования.
- 29) Испытание робота. Поиск ошибок.
- 30) Модернизация устройств.

#### **Глава 4. Список рекомендуемой литературы**

36. Технологии разработки программного обеспечения для систем реального времени

1 Гома Х. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений 2. - М.: ДМК Пресс, 2011. – 704 с.

2 Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: Бино, Лаборатория знаний, 2015.- 343 с.

3 Леффингуал Д., Ундри Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход. – М.: Вильямс, 2002. – 448 с..

4 Карпов Ю.Г. Верификация параллельных и распределённых программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 298 с..

5 Маклаков С.В. BPWin, и ERWin. CASE – разработки информационных систем. – М.: Диалог-МИФИ, 2000 -256 с.

6 Арлоу Дж., Нейштадт А. UML 2 и Унифицированный процесс. Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование. – СПб.: Символ-Плюс, 2008. – 642 с.

7 Рамбо Дж., Блаха М. . UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. – СПб.: Питер, 2007. 544 с.

8 Фаулер М. UML. Основы. Краткое руководство по стандартному языку объектного моделирования. – М.: Символ-Плюс, 2011. – 544 с.

37. Электроника и сенсорные технологии

1. Михеев В.П., Просандаев А.В. Датчики и детекторы: Учебное пособие М.: МИФИ, 2007. – 172 с.

2. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. – М.: Альянс, 2008. – 496 с.: ил.

3. В.М. Шарапов, Е.С. Полищук, Н.Д. Кошевой, Г.Г. Ишанин, И.Г. Минаев, А.С. Совлуков. Датчики: Справочное пособие. – Москва: Техносфера, 2012. – 624 с.

4. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. Серия: Мир электроники. Издательство: Техносфера, 2006 г., 592 с.

5. Клаассен Б. Клаас. Основы измерений. Датчики и электронные приборы. Пер.с англ. 2008 г. 352 с.

6. Хашемиан Х.М. Датчики технологических процессов. Характеристики и методы повышения надежности. Издательство: Бинوم, 2008 г., 336 с.

7. Юревич Е.И. Основы робототехники. Учебное пособие для студ. технич. вузов. Изд.: БХВ-Петербург, 2007 г. 408 с.

8. Конюх В.Л. Основы робототехники. Серия: Высшее образование. Издательство: Феникс, 2008 г.

### 38. Программирование роботизированных комплексов

1 Смолин Д. В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций [Электронный ресурс] / Д. В. Смолин. - М.: Физматлит, 2007. - 292 с.

2 Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях [Электронный ресурс] / М. Т. Джонс. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 313 с.

3 Булгаков А. Г., Воробьев В. А., Попов В. П. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление [Электронный ресурс] / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев, В. П. Попов. - М.: СОЛОН - ПРЕСС, 2008. - 486 с.

4 Ловин Д. Создаем робота андроида своими руками [Электронный ресурс] / Д. Ловин. - : ДМК Пресс, б.г.. - 313 с.

5 Предко М. Устройства управления роботами, схемотехника и программирование [Электронный ресурс] / М. Предко. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 406 с.