

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры
И. В. Ярмоленко
« 20 » 05 20 21 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС
А. В. Белоусов
« 20 » 05 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Программирование систем реального времени

Направление подготовки (специальность):

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Интеллектуальные робототехнические системы и комплексы

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1023 от 14 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 20 21 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук
(ученая степень и звание)


(подпись)

В.А. Порхало
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.
(ученая степень и звание)


(подпись)

В. Г. Рубанов
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.
(ученая степень и звание)


(подпись)

В. Г. Рубанов
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень и звание)


(подпись)

А. Н. Семернин
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать и отлаживать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных, робототехнических и гибких производственных системах, а также для их проектирования	ПК-2.5 Разрабатывает системы реального времени для обработки информации и управления в мехатронных, робототехнических и гибких производственных системах	<p>Знать: специфику программного обеспечения систем реального времени, общую тенденцию и проблемы развития контроллерных систем; современные подходы к разработке и отладке специализированного программного обеспечения и системных функций контроллеров, основы проектирования систем управления технологическим оборудованием на микропроцессорной элементной базе.</p> <p>Уметь: применять методы разработки программного обеспечения к построению систем реального времени; применять современные среды разработки для создания специализированного программного обеспечения и системных функций контроллеров; выбирать эффективные программно-аппаратные средства.</p> <p>Владеть: навыками программирования для операционных систем реального времени; навыками программирования на языках высокого и низкого уровня для управления (в том числе, интеллектуального) техническими системами, построенных на различных аппаратных платформах.</p>
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен разрабатывать управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов авионики и микроконтроллерной техники	ПК-4.2 Разрабатывает управляющие программы для систем навигации и управления робототехнических устройств летательного и мобильного классов	<p>Знать: аппаратные и программные средства систем управления различных мобильных роботов; методы анализа и синтеза систем управления для робототехнических устройств летательного и мобильного классов;</p> <p>Уметь: анализировать робототехнические устройства летательного и мобильного классов, как объекты управления;,- технически грамотно формулировать цели и задачи</p>

			разработки и применения робототехнических устройств летательного и мобильного классов; Владеть: навыками разработки управляющих программ, информационных и исполнительных модулей робототехнических устройств летательного и мобильного классов
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен разрабатывать и отлаживать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных, робототехнических и гибких производственных системах, а также для их проектирования.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Специализированное программное обеспечение робототехнических систем
2	Параллельные вычисления и многопоточное программирование
3	Методы машинного обучения
3	Программирование систем реального времени
4	Распределенные информационно-управляющие системы
5	Специализированное программное обеспечение робототехнических систем

2. Компетенция ПК-4. Способен разрабатывать управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы управления и навигации мобильными и летательными робототехническими комплексами
2	Программирование систем реального времени
3	Программное обеспечение и системные функции контроллеров

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.
 Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.
 Форма промежуточной аттестации _____ экзамен _____.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	72	72
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	108	108
курсовой проект		
курсовая работа	0	0
расчетно-графическое задание	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	72	72
экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2. Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1.	Аппаратно-программные средства и комплексы реального времени				
	Определение систем реального времени. Требования, предъявляемые к системам реального времени. Основные области применения систем реального времени. Аппаратурная среда систем реального времени	6	6	12	36
2.	Операционные системы реального времени				

2.1.	Характеристики ОСРВ. Архитектура систем реального времени. Механизмы синхронизации и взаимодействия процессов. Семафоры. Механизмы защиты ресурсов.	6	5	10	36
3. Особенности программирования систем реального времени					
3.1.	Характеристики ОСРВ. Управление задачами. Взаимодействие процессов. Прерывания. Планирование задач. Методы программирования в реальном времени. Программирование СРВ на базе микроконтроллеров.	5	6	12	36
ВСЕГО		17	17	34	108

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u>3</u>				
1	Аппаратно-программные средства и комплексы реального времени	Типовые задачи администрирования систем реального времени	4	4
2	Аппаратно-программные средства и комплексы реального времени	Среды разработки специализированного ПО реального времени.	4	4
3	Особенности программирования систем реального времени	Характеристики ОСРВ. Управление задачами. Взаимодействие процессов.	5	5
4	Особенности программирования систем реального времени	Прерывания. Планирование задач. Методы программирования в реальном времени.	4	4
ИТОГО:			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u>3</u>				
5	Аппаратно-программные средства и комплексы реального времени	Типовые задачи администрирования систем реального времени	8	8
6	Аппаратно-программные средства и комплексы реального времени	Разработка специализированного ПО реального времени с применением специализированных IDE.	8	8
7	Особенности программирования систем реального времени	Управление задачами и взаимодействие процессов.	9	9
8	Особенности программирования систем реального времени	Прерывания и планирование задач.	9	9
ИТОГО:			34	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2 Способен разрабатывать и отлаживать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных, робототехнических и гибких производственных системах, а также для их проектирования.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.5 Разрабатывает системы реального времени для обработки информации и управления в мехатронных, робототехнических и гибких производственных системах	Экзамен, защита лабораторных работ

2. Компетенция ПК-4 Способен разрабатывать управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.2 Разрабатывает управляющие программы для систем навигации и управления робототехнических устройств летательного и мобильного классов	Экзамен, защита лабораторных работ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Аппаратно-программные средства и комплексы реального времени (ПК-2, ПК-4)	<ol style="list-style-type: none">1. Определение систем реального времени.2. Требования, предъявляемые к системам реального времени.3. Основные области применения систем реального времени.4. Аппаратурная среда систем реального времени.

2	Операционные системы реального времени (ПК-4)	<ul style="list-style-type: none"> 5. Архитектура систем реального времени. 6. Механизмы синхронизации и взаимодействия процессов. 7. Семафоры. Механизмы защиты ресурсов. 8. Функциональная структура СРВ. 9. Классы СРВ.
3	Особенности программирования систем реального времени (ПК-2)	<ul style="list-style-type: none"> 10. Методы программирования в реальном времени. 11. Языки программирования реального времени. 12. Основные направления исследований в области СРВ. 13. Управление задачами. 14. Взаимодействие процессов. 15. Прерывания. 16. Планирование задач. 17. Методы программирования в реальном времени. 18. Состав и структура программного обеспечения. 19. Общее программное обеспечение и прикладное. 20. Системы и языки программирования промышленных микропроцессорных контроллеров

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
---	--------------------------	---------------------

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1. Задача администрирования систем реального времени (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите требования, предъявляемые к системам реального времени. 2. Приведите системы и языки программирования промышленных микропроцессорных контроллеров применяемые для разработки СРВ. 3. Опишите аппаратную среду систем реального времени.
2.	Лабораторная работа №2. Разработка специализированного ПО реального времени с применением специализированных IDE. (ПК-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите алгоритм решения задачи построения системы реального времени и продемонстрируйте его реализацию в среде программирования (IDE). 2. Приведите структуру системы реального времени. 3. Приведите типовые шаблоны программирования при разработке систем реального времени. 4. Опишите пример создания программно-аппаратного решения для мультипротокольного среднего уровня автоматизации.
3.	Лабораторная работа №3. Управление задачами и взаимодействие процессов. Прерывания и планирование задач. (ПК-4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите механизмы синхронизации и взаимодействия процессов. 2. Реализуйте в системе реального времени механизм семафор. 3. Опишите механизмы защиты ресурсов в системе реального времени. 4. Реализуйте в системе реального времени механизм исключения. 5. Опишите, как применяется при отладке программы механизм раскрутка стека вызовов.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умения применять методы разработки программного обеспечения к построению систем реального времени; применять современные среды разработки для создания специализированного программного обеспечения реального времени; выбирать эффективные программно-аппаратные средства.
Навыки	Навыки программирования для операционных систем реального времени;
	Навыки программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техническими системами построенных на различных аппаратных платформах

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение пояс-	Выполняет поясняющие	Выполняет поясняющие	Выполняет поясняющие

	няющими схемами, рисунками и примерами	схемы и рисунки небрежно и с ошибками	рисунки и схемы корректно и понятно	рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения применять методы разработки программного обеспечения к построению систем реального времени; применять современные среды разработки для создания специализированного программного обеспечения реального времени	Не умеет применять методы разработки программного обеспечения к построению систем реального времени; применять современные среды разработки для создания специализированного программного обеспечения реального времени	Умеет с подсказками преподавателя применять методы разработки программного обеспечения к построению систем реального времени; применять современные среды разработки для создания специализированного программного обеспечения реального времени	Умеет применять базовые методы разработки программного обеспечения к построению систем реального времени; применять современные среды разработки для создания специализированного программного обеспечения реального времени	Умеет в полном объеме применять методы разработки программного обеспечения к построению систем реального времени; применять современные среды разработки для создания специализированного программного обеспечения реального времени

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки программирования для операционных систем реального времени	Не владеет навыками программирования для операционных систем реального времени	Имеются навыки программирования для операционных систем реального времени, но недостаточные для полноценной подготовки	Имеются базовые навыки программирования для операционных систем реального времени	Имеются глубокие и полные навыки программирования для операционных систем реального времени
Навыки программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техниче-	Не владеет навыками программирования на языках высокого и низкого уровня для управления	Владеет некоторыми базовыми навыками программирования на языках высокого и низкого уровня для управления	Владеет в полном объеме базовыми навыками программирования на языках высокого и низкого уровня для	Владеет продвинутыми навыками программирования на языках высокого и низкого уровня для управления

скими системами построенных на различных аппаратных платформах	техническими системами построенных на различных аппаратных платформах	техническими системами построенных на различных аппаратных платформах	управления техническими системами построенных на различных аппаратных платформах	техническими системами построенных на различных аппаратных платформах
--	---	---	--	---

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления УК 4, № 231	6 высокопроизводительных компьютеров; проектор
2	Лаборатория робототехнических комплексов УК4 №232	проектор с переносным экраном; система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor; системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software; наборы датчиков и серводвигателей, управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard); система технического зрения Cognex DVT 545; манипуляторы ТН-350, лабораторные 5-степенные роботы НПИ Уралучтех; конвейер SCC-900; среда математического моделирования и вычислений MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox (10 лиц. №1145851 бессрочная); среда разработки Microsoft Visual Studio; среда разработки и отладки программ промышленного SCARA-робота TSPC; среда разработки программ для промышленной системы технического зрения DVT Intellect 1.4.0; 7 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет.
3	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020. Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения Mozilla Public License 2.0 MPL
6	Matlab R2016b	Лицензия №1145851 бессрочная

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб: Невский Диалект, 2001. – 557 с.
2. Бесекерский, В.А., Системы автоматического управления с микро-ЭВМ / В.А. Бесекерский, В.В. Изранцев. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
3. Гома Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 704 с.
4. Бесекерский, В.А. Цифровые автоматические системы / В.А. Бесекерский. – М.: издательство "Наука", Главная редакция физико-математической литературы, 197. – 576 с.
5. Лукинов, Александр Павлович. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Текст] : учеб. пособие / А. П. Лукинов, 2012. -605
6. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии / Б. С. Алешин [и др.] ; Под ред. Б.С. Алешина .— М. : Физматлит, 2006 .— 422 с.
7. Бенькович, Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков.- СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 444 с.
8. Кузовкин А.В. Управление данными [Текст]: учебник: доп. УМО вузов по универс. образ. / А.В. Кузовкин, А.А. Цыганов – М.: Академия, 2010. - 256 с.
9. Таненбаум Э. Современные операционные системы [Текст] / Э. Таненбаум – 3-е изд. – СПб Питер, 2011. – 1120 с.

10. Операционные системы [Текст]: учебное пособие / Воронежск. Ин-т МВД РФ. – Воронеж: ВИ МВД России, 2010. – 158 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. exponenta.ru [Электронный ресурс]: образовательный математический сайт. — Режим доступа: <http://exponenta.ru/> , свободный. — Загл. с экрана.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год
без изменений.

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов
подпись ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись ФИО