

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

С О Г Л А С О В А Н О
Директор института
Института
МАГИСТРАТУРЫ
И. В. Космачева
« 30 » мая 20 23 г.

У Т В Е Р Ж Д А Ю
Директор института ИИТУС
А. В. Белоусов
« 30 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Программирование систем реального времени

Направление подготовки (специальность):

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность программы (профиль, специализация):

Управление и информатика в технических системах

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 942 от 11 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук
(ученая степень и звание)


(подпись)

В.А. Порхало
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«12» мая 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

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


(подпись)

Д. А. Бушуев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
«29» мая 2023 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-1 Способен разрабатывать программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением современных методов программирования цифровых управляющих устройств	ПК-1.4 Разрабатывает и отлаживает новое программное обеспечение реального времени, необходимое для сложных систем автоматизации и управления	<p>Знать: специфику операционных систем реального времени (СРВ), общую тенденцию и проблемы развития систем реального времени; современные подходы к разработке и отладке специализированного программного обеспечения реального времени, 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 реального времени; 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>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен разрабатывать программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением современных методов программирования цифровых управляющих устройств

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Программирование систем реального времени
2	Программное обеспечение и системные функции контроллеров
3	Параллельные вычисления и многопоточное программирование

4	Защита информации в системах автоматизации и управления
5	Производственная преддипломная практика

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	6	6	12	36

	времени. Аппаратурная среда систем реального времени				
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-1 Способен разрабатывать программное обеспечение сложных систем автоматизации и управления с применением современных методов программирования цифровых управляющих устройств

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.4 Разрабатывает и отлаживает новое программное обеспечение реального времени, необходимое для сложных систем автоматизации и управления	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	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	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	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
1.	Лабораторная работа №1. Задача администрирования систем реального времени	1. Опишите требования, предъявляемые к системам реального времени. 2. Приведите системы и языки программирования промышленных микропроцессорных контроллеров применяемые для разработке СРВ. 3. Опишите аппаратную среду систем реального времени.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
2.	Лабораторная работа №2. Разработка специализированного ПО реального времени с применением специализированных IDE.	<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.	<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
	Умения анализировать робототехнические устройства летательного и

	мобильного классов, как объекты управления
Навыки	Навыки программирования для операционных систем реального времени и программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техническими системами построенных на различных аппаратных платформах
	Навыки разработки управляющих программ, информационных и исполнительных модулей робототехнических устройств летательного и мобильного классов

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 поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие 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
Умения анализировать робототехнические устройства летательного и мобильного классов, как объекты управления	Не умеет анализировать робототехнические устройства летательного и мобильного классов, как объекты управления	Умеет с подсказками преподавателя анализировать робототехнические устройства летательного и мобильного классов, как объекты управления	Умеет анализировать робототехнические устройства летательного и мобильного классов, как объекты управления	Умеет в полном объеме анализировать робототехнические устройства летательного и мобильного классов, как объекты управления

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки программирования для операционных систем реального времени и программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техническими системами построенных на различных аппаратных	Не владеет навыками программирования для операционных систем реального времени и программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техническими системами построенных на различных аппаратных	Имеются навыки программирования для операционных систем реального времени и программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техническими системами построенных на различных аппаратных платформах, но недоста-	Имеются базовые навыки программирования для операционных систем реального времени и программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техническими системами построенных на различных аппаратных платформах	Имеются глубокие и полные навыки программирования для операционных систем реального времени и программирования на языках высокого и низкого уровня для управления техническими системами построенных на различных аппаратных

платформах	мак	точные для полноценной подготовки		мак
Навыки разработки управляющих программ, информационных и исполнительных модулей робототехнических устройств летательного и мобильного классов	Не владеет навыками разработки управляющих программ, информационных и исполнительных модулей робототехнических устройств летательного и мобильного классов	Владеет некоторыми базовыми навыками разработки управляющих программ, информационных и исполнительных модулей робототехнических устройств летательного и мобильного классов	Владеет в полном объеме базовыми навыками разработки управляющих программ, информационных и исполнительных модулей робототехнических устройств летательного и мобильного классов	Владеет продвинутыми навыками разработки управляющих программ, информационных и исполнительных модулей робототехнических устройств летательного и мобильного классов

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, УК№4, №231	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, 6 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет, аналоговые вычислительные комплексы АВК-6, АВК-16, АВК-32, 5 стендов для изучения программируемых логических контроллеров ОВЕН серии Мх110, стенд для изучения промышленных датчиков и САР уровня, стенд для исследования движения робота, стенд для изучения программирования человеко-машинного интерфейса; стенд для изучения устройств переработки информации Овен
2	Лаборатория робототехнических комплексов УК4 №232	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, ноутбук, 7 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет, стенд со SCARA-роботом Toshiba с пневматической присоской и интеллектуальной камерой и средой разработки программ для промышленной системы технического зрения DVT Intellect 1.4.0, стенд в виде роботизированной учебной ячейки KUKA с управляющим блоком KRC 5 для изучения работы промышленных манипуляторов, лабораторный стенд с мехатронным модулем автоматизированного перемещения и удержания цилиндрических заготовок при обработке на

		станках для изучения работы сервоприводов, контроллеров и систем позиционирования с механизмом пневматического поджима, стенд «Роботизированная распиловка свиной туши с применением распознавания профиля реза» с модулем перемещения имитации свиной туши и подключением промышленного манипулятора KUKA для изучения систем позиционирования, распознавания сложных объектов и синхронизации различных устройств в промышленных задачах, учебные роботы «Уралучтех» (2 стенда), мобильные роботы, система воздухоподготовки, лабораторная стенд для изучения САР давления в системах воздухоподготовки, пневмоцилиндры, пневмораспределители, фитинги, пневматические педали, лазерные сенсоры мобильных робототехнических средств, микрокомпьютеры (Raspberry PI, Cubieboard, NVIDIA Jetson), мобильный робот с пневматической экипировкой; регулируемые источники питания; паяльная станция Ycd-8582d; мотор колесо Z130D750-24A1-24S; стенды для изучения ПЛК Овен 21х серии; промышленная система технического зрения на основе камеры Delta Vis100; 3d принтер Picasso pro; платформы Rover 3; пульт управления taranis x7; осциллограф Rigol ds1054; осциллограф Gos-620fg
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система ASTRA LINUX Вариант лицензирования «Орел» 1.7	Контракт №144-22 от 27.10.2022 лицензия №223100026-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-11874 от 07.11.2022 Лицензия бессрочная
2	Офисный пакет Мой офис Профессиональный 2.	Договор №143-22 от 31.10.2022 Лицензия бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security «Расширенный Russian Edition»	Контракт № 03261000041230000160001 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 21.08.2023. Срок действия лицензии 26.08.2025.
4	Yandex browser	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

5	nanoCAD	Соглашение №НР-22/220-ВУЗ от 17.02.2022г. Лицензия бессрочная
6	MSC Adams, Easy5, Patran, Nastran	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 г. Лицензия бессрочная
7	CUDA Toolkit	Бесплатное программное обеспечение

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. Бенькович, Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков.- СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 444 с.
6. Кузовкин А.В. Управление данными [Текст]: учебник: доп. УМО вузов по универс. образ. / А.В. Кузовкин, А.А. Цыганов – М.: Академия, 2010. - 256 с.
7. Таненбаум Э. Современные операционные системы [Текст] / Э. Таненбаум – 3-е изд. – СПб Питер, 2011. – 1120 с.
8. 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. eхponenta.ru [Электронный ресурс]: образовательный математический сайт. — Режим доступа: <http://eхponenta.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 _____ Д. А. Бушуев
подпись ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись ФИО