

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Промышленный интернет

направление подготовки:

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность программы (профиль):

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород 2021

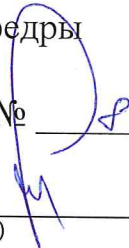
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

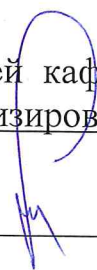
Составитель: к.ф.-м.н.  (Зуев С.В.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Семернин А.Н.)
(ученая степень и звание, подпись) (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
Разработка программного обеспечения программно-аппаратных платформ	ПК-2. Способен разрабатывать программное обеспечение для встраиваемых программно-аппаратных платформ	ПК-2.1 Разрабатывает программное обеспечение взаимодействия программно-аппаратных компонентов вычислительных систем	Умения
		ПК-2.2 Разрабатывает программное обеспечение протоколов взаимодействия в распределённых средах	Знания, умения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать программное обеспечение для встраиваемых программно-аппаратных платформ

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Алгоритмы и структуры данных
2.	Объектно-ориентированное программирование
3.	Архитектура вычислительных систем
4.	Интерфейсы вычислительных систем
5.	Проектирование и управление вычислительными сетями
6.	Промышленный интернет
7.	Программирование систем реального времени
8.	Программирование микроконтроллеров
9.	Программирование мобильных устройств
10.	Технологии межмашинного взаимодействия
11.	Встраиваемые системы
12.	Тестирование программных систем
13.	Микропроцессорные системы
14.	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	—	—
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	55	55
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задания	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Экзамен	—	—

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 4 Семестр 7

№ 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. Архитектура и протоколы промышленного интернета					
	Основные понятия. Проводные системы типа SCADA. Причины перехода к беспроводной архитектуре. Проблемы энергоэффективности и дальности передачи данных. Шлюзы. Хранилища данных. Принципы промышленного интернета	2		2	6
2. Технологии LPWAN					
	Принцип работы низкоэнергичных дальнедействующих сетей. Сравнение технологий ZigBee, SigFox, сотовой связи (3G, 4G-LTE) с LPWAN. Причина слабой распространенности, но быстрого роста LPWAN. Технология 5G IoT.	4		8	14
3. Технология LoRaWAN					
	Место LoRaWAN в экосистеме LPWAN. Приложения IoT, в которых работает LoRaWAN. Датчики, модули, шлюзы и другие составляющие части LoRaWAN. Интеграция с VPN и вертикальными (проху) решениями. Причины успеха LoRaWAN в сравнении с конкурентами.	6		12	18
4. Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN					
	Технологический процесс. Обеспечение своевременности и качества данных для обработки. Концентрация данных и шлюзование. Размещение по узлам. BI обработка данных. Обработка данных для генерации нового (BigData).	5		12	17
	ВСЕГО	17		34	55

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
Семестр №6				
1	Архитектура и протоколы промышленного интернета	Организация взаимодействия по протоколу ZigBee	2	2
2	Технологии LPWAN	Интеллектуальная охранная система на технологии LPWAN	8	8
3	Технология LoRaWAN	Комбинирование и сопряжение устройств LoRa в сети LoRaWAN	6	6
4	Технология LoRaWAN	Концентрация и маршрутизация в ячеистой сети	6	6
5	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Сбор и препроцессинг больших данных на узлах сети с данными, собираемыми через LoRaWAN	6	6
6	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Согласованное управление квадрокоптерами на технологии LoRaWAN	6	6
ИТОГО:			34	34

1.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

1.5. 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 программное обеспечение для встраиваемых программно-аппаратных платформ.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Разрабатывает программное обеспечение взаимодействия программно-аппаратных компонентов вычислительных систем	защита лабораторной работы
ПК-2.2 Разрабатывает программное обеспечение протоколов взаимодействия в распределённых средах	защита лабораторной работы

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Архитектура и протоколы промышленного интернета	Определение интернета вещей (IoT). Объекты IoT.
2	Архитектура и протоколы промышленного интернета	Системы контроля и управления технологическим процессом.
3	Архитектура и протоколы промышленного интернета	Связь IoT и больших данных.
4	Архитектура и протоколы промышленного интернета	Протоколы IoT. Сложности в стандартизации IoT.
5	Технологии LPWAN	Проблема потребления энергии.
6	Технологии LPWAN	Проблема радиуса действия.
7	Технологии LPWAN	WiMAX, ZigBee, SigFox, LTE-M: почему они не могут стать общеупотребительными
8	Технологии LPWAN	Архитектура сети сбора информации сельскохозяйственного значения
9	Технологии LPWAN	Архитектура построения сети с охранными функциями
10	Технология LoRaWAN	LoRa Alliance: идея, история возникновения и текущее состояние
11	Технология LoRaWAN	Открытые альтернативы LoRaWAN: DASH7 и IEEE 802.11ah (Wi-Fi HiLow)
12	Технология LoRaWAN	Программное и аппаратное обеспечение LoRaWAN
13	Технология LoRaWAN	Каким образом LoRaWAN приводит к ускорению роста

		рынка решений LPWAN
14	Технология LoRaWAN	Перспективы взаимодействия LoRa и 5G: решение проблемы энергопотребления в сетях 5G
15	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Комбинированный широкий сбор данных: новые свойства больших данных
16	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Межсетевое взаимодействие в IoT на LoRaWAN
17	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Энергетический план, частотный план, data exchange rates
18	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Лучшие практики в организации сетей сбора больших данных
19	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Обеспечение BI аналитики с помощью сетей сбора данных
20	Проектирование сетей сбора больших данных на основе LoRaWAN	Согласованное поведение множества объектов IoT: современные разработки

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1. Организация взаимодействия по протоколу ZigBee	<ol style="list-style-type: none"> Опишите технологию ZigBee: <ul style="list-style-type: none"> — полоса частот; — структура сигнала; — энергозатратность; — дальность работы. Приведите примеры использования ZigBee в «умном доме». Что такое системы SCADA, как ZigBee применяется в них.
Лабораторная работа №2. Интеллектуальная охранная система на технологии LPWAN	<ol style="list-style-type: none"> Опишите технологию LPWAN: <ul style="list-style-type: none"> — полоса частот; — структура сигнала; — энергозатратность; — дальность работы. Что такое охранная система?

	<p>3. Какие требования предъявляются к датчикам охранных систем?</p> <p>4. Каким образом осуществляется управление охранной системой в режиме реального времени?</p> <p>5. В чем интеллектуальность охранной системы?</p> <p>6. Каким образом можно применить онлайн обучение в эксплуатации интеллектуальной охранной системы?</p> <p>7. Каковы основные уязвимости интеллектуальной охранной системы?</p>
Лабораторная работа №3. Комбинирование и сопряжение устройств LoRa в сети LoRaWAN	<p>1. Опишите технологию LoRa на физическом и канальном уровнях.</p> <p>2. Какова скорость передачи данных в LoRa и почему она именно такая?</p> <p>3. Какие бывают устройства в сети LoRaWAN?</p> <p>4. Что подразумевается под настройкой сопряжения устройств?</p> <p>5. Какие базовые параметры следует учитывать при сопряжении устройств?</p> <p>6. Что произойдет при потере устройства в сети?</p> <p>7. Как обезопасить устройство от последствий при потере сигнала базовой станции?</p>
Лабораторная работа №4. Концентрация и маршрутизация в ячеистой сети	<p>1. Понятие ячеистой (mesh) сети.</p> <p>2. В чем заключается концентрация в mesh-сети?</p> <p>3. Как управлять маршрутизацией в ячеистой сети и при каких обстоятельствах стоит это делать?</p> <p>4. Как производится расчет вычислительной нагрузки на узел в ячеистой сети?</p> <p>5. Определение критического состояния ячеистой сети.</p>
Лабораторная работа №5. Сбор и препроцессинг больших данных на узлах сети с данными, собираемыми через LoRaWAN	<p>1. Организация обработки данных.</p> <p>2. Фильтрация выбросов на базовой станции.</p> <p>3. Передача данных на сервер: как осуществляется, какой препроцессинг возможен.</p> <p>4. Опишите способы малоресурсной реализации локального центрирования, нормирования, шкалирования данных.</p> <p>5. Рассчитайте необходимые узловые ресурсы для 10 концентраторов, собирающих данные от 1000 устройств с допустимым периодом пересчета 0,2 с.</p>
Лабораторная работа №6. Согласованное управление квадрокоптерами на технологии LoRaWAN	<p>1. Параметры управления квадрокоптером.</p> <p>2. Способы определения координат (3D)</p> <p>3. Дайте определение понятию <i>согласованные действия управляемых систем</i>.</p> <p>4. Управление в относительных координатах.</p> <p>5. Режимы управления и согласованной работы.</p>

Критерии оценки лабораторной работы: лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание архитектуры промышленного интернета
	Знание протоколов промышленного интернета
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Навыки	Владение навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей
	Качество выполнения работ по созданию систем промышленного интернета
	Самостоятельность работы с системами промышленного интернета

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 архитектуры промышленного интернета	Не знает архитектуру промышленного интернета	Имеет представление об архитектуре промышленного интернета	Знает архитектуру промышленного интернета	Знает и понимает архитектуру промышленного интернета
Знание протоколов промышленного интернета	Не знает протоколов промышленного интернета	Имеет представление о протоколах промышленного интернета	Знает протоколы промышленного интернета	Знает и понимает протоколы промышленного интернета
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной 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 и	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности и	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует	Выполняет	Выполняет	Выполняет

	изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	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 Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Не владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей	Профессионально владеет навыками теоретических расчетов и экспериментального применения технологий малоресурсных беспроводных сетей
Качество выполнения работ по созданию систем промышленного интернета	Не качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет работы по созданию систем промышленного интернета
Самостоятельность работы с системами промышленного интернета	Не может самостоятельно выполнять работы с системами промышленного интернета	Выполняет работы с системами промышленного интернета с посторонней помощью	При выполнении работ с системами промышленного интернета иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет работы с системами промышленного интернета объектов профессиональной деятельности

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.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

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 V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
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.	Linuxmint ®	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6.	Debian 10	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7.	Среда разработки PyCharm	Бесплатная лицензия для образовательных организаций
8.	Среда разработки JetBrains	Бесплатная лицензия JetBrains для образовательных организаций

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ли, П. Архитектура интернета вещей / П. Ли ; перевод с английского М. А. Райтман. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 454 с. — ISBN 978-5-97060-672-8.
2. Кумаритова Д. Л., Киричек Р. В. Обзор и сравнительный анализ технологий LPWAN сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 4. С. 33–48.
3. TS2-1.1.0 LoRaWAN Backend Interfaces Specification © LoRa Alliance, Inc. (2020). URL: https://lora-alliance.org/wp-content/uploads/2020/11/TS002-1.1.0_LoRaWAN_Backend_Interfaces.pdf
4. Приказ Минкомсвязи России от 29.03.2019 N 113.

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

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>
4. Электронная библиотечная система ЛАНЬ –Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
5. Официальный веб-сайт альянса LoRa: <https://lora-alliance.org/>
6. Официальный сайт партнерства связи 3-го поколения: <https://www.3gpp.org/>