

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

А.В. Шагомиков
(инициалы, фамилия)


(подпись)

«25» мая 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Бортовые вычислительные сети»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения
Наименование направленности	Математическое, программное и информационное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

В.Л. Оленев
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14
«25» мая 2023 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 14

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

В.Л. Оленев
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.05.01(03)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.В. Шагомиков
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

В.Е. Таратун
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Бортовые вычислительные сети» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения» направленности «Математическое, программное и информационное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-6 «Способен выполнять работы по созданию, модификации и сопровождению бортового оборудования и комплектующих изделий и БРЭО в составе ЛА»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с организацией бортовых вычислительных систем авиационного и космического назначения, их архитектур, интерфейсов, протоколов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине русский

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина направлена на углубленное освоение профессиональных компетенций по формированию технических требований, по разработке аппаратных и программных средств бортовых вычислительных сетей авиационного и космического назначения. Дисциплина изучается на английском языке, в том числе в международных рабочих группах, способствуя развитию компетенций профессионального развития и сотрудничества в условиях международного научно-технического взаимодействия и сотрудничества

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен выполнять работы по созданию, модификации и сопровождению бортового оборудования и комплектующих изделий и БРЭО в составе ЛА	ПК-6.3.1 знать состав бортового оборудования и информационные системы ЛА ПК-6.У.1 уметь производить анализ и систематизацию данных по результатам испытаний, экспериментальных проверок и отработки комплектующих изделий и БРЭО ПК-6.В.1 владеть разработкой рекомендаций по оптимизации БРЭО с учетом компоновки и условий эксплуатации ПК-6.В.2 владеть разработкой предложений по совершенствованию комплектующих изделий и БРЭО в составе ЛА

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Сети ЭВМ и телекоммуникации
- Интерфейсы автоматизированных систем обработки информации и управления
- Микропроцессорные системы

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3

Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	110	110
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Введение. Шины связи	2				200
Раздел 2. Шины ARINC 429 для авионики.	2				20
Раздел 3. Бортовая авиационная шина MIL-STD-1553B.	4		8		20
Раздел 4. Бортовые сети AFDX для интегрированной модульной авионики	5		9		30
Раздел 5. SpaceWire – коммуникационная система нового поколения для бортовых систем космических аппаратов.	4				20
Итого в семестре:	17		17		110
Итого	17	0	17	0	110

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Тема 1. Введение. Коммуникационные системы и шины для встроенных и бортовых вычислительных и управляющих систем. Требования и характеристики коммуникационных средств, каналов, шин, сетей для бортовых систем управления и полезной нагрузки авиационных систем, авионики, и космической техники.

	Тема 2. . Последовательные интерфейсы и шины связи. Основы организации последовательных каналов и шин в бортовых системах. Симплексные, дуплексные, полудуплексные схемы обмена. Коллизии и арбитражи.
Раздел 2.	Шины ARINC 429 для авионики. Структура и принципы организации систем связей по стандарту ARINC 429. Модель передачи данных в ARINC 429. Кодирование и электрические сигналы ARINC 429. Слова, PDU протокола ARINC 429. Адресация и параметры, статус.
Раздел 3.	Бортовая авиационная шина MIL-STD-1553B. Стандарт MIL-STD-1553B Aircraft Internal Time Division Command/Response Multiplex Data Bus – цифровая последовательная шина с командным управлением и временным мультиплексированием обменов. Основные понятия. Контроллер шины, оконечное устройство, монитор шины. Методы передачи информации и команд по шине. Форматы слов. Командное слово. Слово данных. Слово статуса (состояния). Временные интервалы, временной промежуток между сообщениями. Транзакции по шине MIL-STD-1553B; контроллер шины (КШ) – оконечное устройство (ОУ), ОУ – КШ, ОУ – ОУ. Шинные структуры с избыточностью. Примеры авиационных бортовых систем связей на основе MIL-STD-1553B. ГОСТ Р 52070-2003
Раздел 4	Бортовые сети AFDX для интегрированной модульной авионики. Стандарт ARINC 664 p7. AFDX – Avionics Full Duplex Switched Ethernet. Семилурневая модель стека протоколов и AFDX. Компоненты сети AFDX, оконечная система End Systems (E/S), коммутаторы, линки. Топологии сетей AFDX. Формат кадров AFDX. Пакеты и сообщения AFDX. Виртуальные линки, Virtual Link (VL), Sub-VLs, независимость информационных потоков в VL. Политика формирования трафика, Traffic shaping, Traffic policing. Параметры трафика в VL. интервал предоставления пропускной способности, Bandwidth Allocation Gap (BAG). Правила работы оконечного узла End System (ES) в AFDX. Планировщик Scheduler мультиплексирования VL и джиттер. Показатели производительности ES, задержка latency, джиттер. Разделы partitions в системном ПО ES и VL AFDX. Избыточные структуры сетей AFDX. Принципы построения и функционирования. Контроль целостности потока кадров, Integrity Checking, управление избыточностью, Redundancy Management в ES. Коммутаторы AFDX. Функциональные блоки коммутатора AFDX. Параметры политики формирования трафика и фильтрации кадров. Учет и контроль, Bandwidth accounting, пропускной способности VL. Таблицы конфигурации. Функции коммутации. Приоритеты трафика. ES в коммутаторе AFDX. Функции мониторинга в коммутаторе.
Раздел 5.	SpaceWire – коммуникационная система нового поколения для бортовых систем космических аппаратов. Европейский стандарт ECSS-E-50-12C на сетевую технологию SpaceWire. Истоки и история развития. SpaceWire как сетевая технология интеграции коммуникаций на борту КА. Стек протоколов SpaceWire. Функции уровней стека протоколов. Физический уровень. Сигнальный уровень. Линка SpaceWire. Характеристики и принципы функционирования. DS-

кодирование битового потока. Кодирование символов. Уровень обменов, Exchange Level. Управление потоком, кредитование. Уровень пакетов. Формат пакетов SpaceWire. Сетевой уровень SpaceWire. Червячная маршрутизация, Wormhole routing. Маршрутизирующие коммутаторы SpaceWire. Путьевая адресация, удаление заголовка. Логическая адресация. Управляющие коды. Тайм-коды SpaceWire. Стандарты Транспортного уровня сетей SpaceWire. протокол RMAP. Развитие стандарта SpaceWire. Российский стандарт SpaceWire-RUS. Распределенные прерывания. Высокоскоростные линки GigaSpaceWire.

4.3. Практические (семинарские) занятия
Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия
Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
	Транзакции шины MIL-STD-1553B	8		3
	Эмуляция работы оконечного узла сети AFDX. (AFDX End System emulation)	10		4
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		

Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	110	110

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 Г 96	Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учебник / А. И. Гусева, В. С. Киреев. - М. : Академия, 2014. - 288 с. : рис., табл. - (Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). - Библиогр.: с. 284 (10 назв.). - ISBN 978-5-7695-5813-9	40
004.45(075) К58	Кожанов Ю.Ф., Колбанёв М.О. Интерфейсы и протоколы сетей следующего поколения: теория и практика: учеб. пособие. СПб.: ГУАП, 2010	84

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.
Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://www.aim-online.com/wp-content/uploads/2019/01/aim-ovw1553-u.pdf	MIL-STD-1553B Tutorial
https://www.aim-online.com/wp-content/uploads/2019/06/aim-afdx-training-10-10-01-u.pdf	AFDX® Workshop
https://ti.arc.nasa.gov/m/pub-archive/1277h/1277%20%28Alena%29.pdf	Communications for Integrated Modular Avionics
https://ecss.nl/standard/ecss-e-st-50-12c-	ECSS-E-ST-50-12C – SpaceWire – Links, nodes,

spacewire-links-nodes-routers-and-networks/	routers and networks (31 July 2008)
---	-------------------------------------

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Встроенных компьютерных систем»	12-29

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
--	---

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Требования и характеристики коммуникационных средств, каналов, шин, сетей для бортовых систем управления и полезной нагрузки авионики и космической техники.	
2	Основы организации последовательных каналов и шин в бортовых системах. Симплексные, дуплексные, полудуплексные схемы обмена. Коллизии и арбитражное.	

3	Структура и принципы организации систем связей по стандарту ARINC 429.	
4	Кодирование и электрические сигналы ARINC 429.	
5	Слова, PDU протокола ARINC 429. Адресация и параметры, статус.	
6	Стандарт MIL-STD-1553B Основные понятия. Контроллер шины, оконечное устройство, монитор шины.	
7	Методы передачи информации и команд по шине. Форматы слов. Командное слово. Слово данных. Слово статуса (состояния).	
8	Временные интервалы, временной промежуток между сообщениями.	
9	Транзакции по шине MIL-STD-1553B; контроллер шины (КШ) – оконечное устройство (ОУ), ОУ – КШ, ОУ – ОУ.	
10	Шинные структуры с избыточностью.	
11	Семиуровневая модель стека протоколов и AFDX.	
12	Компоненты сети AFDX, оконечная система End Systems (E/S), коммутаторы, линки. Топологии сетей AFDX.	
13	Формат кадров AFDX. Пакеты и сообщения AFDX.	
14	Виртуальные линки, Virtual Link (VL), Sub-VLs, независимость информационных потоков в VL.	
15	Политика формирования трафика, Traffic shaping, Traffic policing.	
16	Параметры трафика в VL.	
17	Планировщик Scheduler мультиплексирования VL и джиттер.	
18	Показатели производительности ES, задержка latency, джиттер.	
19	Разделы partitions в системном ПО ES и VL AFDX.	
20	Избыточные структуры сетей AFDX. Принципы построения и функционирования.	
21	Контроль целостности потока кадров, Integrity Checking, управление избыточностью, Redundancy Management в ES.	
22	Коммутаторы AFDX. Функциональные блоки коммутатора AFDX.	
23	Параметры политики формирования трафика и фильтрации кадров.	
24	Учет и контроль, Bandwidth accounting, пропускной способности VL.	
25	Таблицы конфигурации. Функции коммутации. Приоритеты трафика.	
26	SpaceWire как сетевая технология интеграции коммуникаций на борту КА.	
27	Стек протоколов SpaceWire. Функции уровней стека протоколов.	
28	Физический уровень. Сигнальный уровень.	
29	Линка SpaceWire. Характеристики и принципы функционирования.	
30	DS-кодирование битового потока. Кодирование символов.	
31	Уровень обменов, Exchange Level. Управление потоком, кредитование.	

32	Уровень пакетов. Формат пакетов SpaceWire.	
33	Сетевой уровень SpaceWire.	
34	Червячная маршрутизация, Wormhole routing. Маршрутизирующие коммутаторы SpaceWire.	
35	Путевая адресация, удаление заголовка. Логическая адресация.	
36	Управляющие коды. Тайм-коды SpaceWire.	
37	Стандарты Транспортного уровня сетей SpaceWire. протокол RMAP.	
38	Распределенные прерывания.	
39	Высокоскоростные линки GigaSpaceWire.	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Замечания к выполнению лабораторных работ:

Процессы: вне зависимости от количества процессов в задании программа должна работать корректно на любом числе процессов. Под термином «корректно» подразумевается:

- Выдавать одинаковый результат в задачах, где от числа процессов не зависит математический результат вычислений (первая, часть заданий второй и третья лабораторные работы).
- Выдавать различные, но правильные результаты в задачах, где математический результат зависит от числа процессов (например – часть задач 2 лабораторной работы).

Вычисления: использование распределенных вычислений должно распределять нагрузку и сокращать время выполнения задачи, а не увеличивать время и количество вычислений относительно однозадачного выполнения. Например:

- Если вектор должен быть передан от одного процесса другим процессам, то этот вектор нужно создавать только в том процессе, который будет рассылать данные, а не во всех.

Коммуникации: так как вычислители (процессы, процессоры или вычислительные машины, которые реализуют вычисления) заведомо быстрее, чем коммуникации, следовательно, передача данных между процессорами должна быть минимально необходимой. Например:

- Если при сортировке матрицы отдельные процессы должны сортировать отдельные столбцы (строки), то не следует передавать процессам всю матрицу. Передавать следует непосредственно строки, которые будут отсортированы.
- Особенно не стоит использовать метод Alltoall для транспонирования матриц.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой