МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е.Троян

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»

Уровень основной образовательной программы: бакалавриат

Направление(я) подготовки (специальность): 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль: Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения: очная

Факультет: ФСУ, Факультет систем управления

Кафедра: АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления

Курс: 3 **Семестр:** 6

Учебный план набора 2013 и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 6	Единицы
Лекции	не предусмотрено	**часов**
Лабораторные работы	не предусмотрено	**часов**
Практические занятия	**54**	**часов**
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)		**часов**
Всего аудиторных занятий	**54**	**часов**
Из них в интерактивной форме	**20**	**часов**
Самостоятельная работа студентов (СРС)	**54**	**часов**
Всего (без экзамена)	**108**	**часов**
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена		**часов**
Общая трудоемкость	**108**	**часов**
(в зачетных единицах)	**3**	**ЗЕТ**

Зачет – шестой семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9049

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от « 9 » 1 2017 г.

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) третьего поколения по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (квалификация (степень) «бакалавр»), утверждённого Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 января 2016 г. № 5, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 22 декабря 2016г., протокол № 5.

Разработчик, д.т.н., профессор каф. АСУ _____ А.А. Шелестов

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности.

Декан, к.т.н., доцент _____ П.В. Сенченко

Заведующий профилирующей и
выпускающей кафедрой АСУ,
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Эксперт:
Доцент каф. АСУ, к.т.н. _____ А.И. Исакова

Согласована на портале № 9049

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка специалистов обеспечивается всем комплексом учебно-воспитательной работой высшего учебного заведения, одним из важнейших элементов которого выступает научно-исследовательская работа студентов. Дисциплина «Распределенные вычислительные системы» – важная и неотъемлемая часть учебного процесса и проводится в семинарских и практических учебных занятий. РВС обеспечивает приобретение студентами необходимых навыков исследовательской деятельности и предполагает постепенное приобщение их к самостоятельному решению задач, уже разработанных наукой.

Цель дисциплины «Распределенные вычислительные системы» – является изучение общих сведений о многопроцессорных вычислительных системах, включая их назначение, область применения, оценку производительности, описание компонент и основных архитектур. Особое внимание уделено рассмотрению кластерных вычислительных систем.

Задача дисциплины «Распределенные вычислительные системы» формирование умений и навыков по следующим направлениям деятельности:

- знание общих принципов вычислительных систем;
- знание математических основ, способов организации и особенностей проектирования процессоров баз данных, потоковых процессоров, нейронных процессоров и процессоров с многозначной (нечеткой) логикой;
- знание архитектур многопроцессорных вычислительных систем;
- умение применять решения, с помощью которых достигается устойчивая работа систем;
- владение математическими основами организации вычислительных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Распределенные вычислительные системы» относится к числу дисциплин профессионального цикла (по выбору). Успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания по дисциплинам: «ЭВМ и периферийные устройства», «Сети и телекоммуникации», а также навыки программирования на языках высокого уровня, также работы в математических пакетах Matlab, MathCAD.

Знания, полученные при изучении дисциплины «РВС», будут использованы студентами в следующих дисциплинах: «Проектирование и техническое сопровождение компьютерных сетей», «Системы цифровой обработки сигналов».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Распределенные вычислительные системы» направлен на формирование следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач (**ОПК-2**).

Способность участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов (**ОПК-4**).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- общие принцы построения распределенных вычислительных систем;
- математических основы, способы организации и особенности проектирования процессоров баз данных, потоковых процессоров, нейронных процессоров и процессоров с многозначной (нечеткой) логикой;
- архитектуры многопроцессорных вычислительных систем;
- методы и способы повышения эффективности и надежности процессов обработки и передачи данных и знаний в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях.

Уметь:

- применять решения, с помощью которых достигается устойчивая работа вычислительных систем;
- анализировать архитектуру вычислительных систем;
- применять основные методы проектирования сложных вычислительных систем с использованием объектно-ориентированного подхода;
- пользоваться языками и инструментальными средствами распределенного и параллельного программирования;
- организовать глобально распределенную обработку данных;

Согласована на портале № 9049

- программировать системы виртуальной реальности и мультимедийного общения;
- записывать модели и методы создания программ и программных систем для распределенной обработки данных;
- создавать высокоуровневые алгоритмы моделирования и управления сложными вычислительными системами.

Владеть:

– математическими основами организации вычислительных систем;

навыками применения современных базовых алгоритмов;

– навыками работы в комплексных средах создания программного обеспечения;

– навыками проектирования распределенных вычислительных систем с использованием объектно-ориентированного подхода;

– навыками программирования в области распределенных и параллельных технологий;

– навыками программирования на языках высокого уровня, а также работы в математических пакетах Matlab, MathCAD.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 6
Аудиторные занятия (всего)	**54**	**54**
В том числе:	–	–
Лекции	не предусмотрены	
Лабораторные работы (ЛР)	не предусмотрены	
Практические занятия (ПЗ)	**54**	**54**
Курсовые работы	не предусмотрены	
Коллоквиумы (К)	–	–
Подготовка реферата	–	–
Другие виды аудиторной работы		
Самостоятельная работа (всего)	**54**	**54**
В том числе:	–	–
Проработка лекционного материала	–	–
Подготовка к практическим занятиям	40	40
Самостоятельное изучение тем теоретической части	14	14
Подготовка курсовой работы		
Подготовка к экзамену (зачету)		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость час, зач. ед.	**108**	**108**
	3	**3**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Практ. зан.	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции (ОПК)
1.	ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОНЯТИЕ ФОН-НЕЙМАНОВСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ	7	8	15	ОПК-2, ОПК-4
2.	ТОПОЛОГИИ КОММУТАЦИОННЫХ СЕТЕЙ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВС (МВС)	6	8	14	ОПК-2, ОПК-4
3.	ПРОСТЫЕ И СОСТАВНЫЕ КОММУТАТОРЫ	2	4	6	ОПК-2, ОПК-4
4.	КЛАССИФИКАЦИЯ АРХИТЕКТУР ВС.	9	6	15	ОПК-2, ОПК-4
5.	ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫЕ СИСТЕМЫ	8	8	16	ОПК-2, ОПК-4
6.	ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	22	20	44	ОПК-2, ОПК-4
ИТОГО		**54**	**54**	**108**	

5.2. Содержание разделов дисциплины – лекции не предусмотрены РУП.

Согласована на портале № 9049

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин		
		1	2	3
Предыдущие дисциплины				
1.	ЭВМ и периферийные устройства		+	+
2.	Сети и телекоммуникации	+		+
Последующие дисциплины				
1.	Проектирование и техническое сопровождение компьютерных сетей	+	+	+
2.	Системы цифровой обработки сигналов		+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Практика	СРС	Формы контроля *(примеры)*
ОПК-2	+	+	Устный ответ на практическом занятии, дом. задание, проверка его на семинаре
ОПК- 4	+	+	Отчет по практической работе, дом. задание, тест

СРС – самостоятельная работа студента

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Формы / Методы	Практические занятия (час)	Всего (час)
Работа в команде	4	**4**
Пресс-конференция	12	**12**
Поисковый метод	4	**4**
Итого интерактивных занятий	**20**	**20**

Примечание.

1. «Работа в команде» происходит при коллективном обсуждении тем.
2. «Поисковый метод» студенты используют при выборе архитектур ВС.
3. Основные результаты своих работ (наиболее интересные исследования) студенты докладывают при помощи презентаций, устраивая подобие пресс-конференции на практических занятиях.

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ – не предусмотрены.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Практические занятия предусматривают закрепление основных вопросов в области организации малого бизнеса. Практические занятия проходят в виде семинаров в соответствии с требованиями, обозначенными в методических указаниях, указанных в 12.3 разделе литературы [1-2].

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОНЯТИЕ ФОН-НЕЙМАНОВСК	Раздел 1.. Классификация вычислительных систем (ВС с пакетным режимом обработки данных, ВС коллективного пользования, ВС реального времени. ВС, использующие параллелизм данных. Принцип скалярной и	7	ОПК-2, ОПК-4

Согласована на портале № 9049

	ОЙ АРХИТЕКТУРЫ	векторной обработки, ВС на основе векторных и матричных процессоров, ВС на основе ассоциативных процессоров). Архитектуры компьютеров на схемах малой интеграции (однопроцессорные, векторно-конвейерные, параллельные системы класса SIMD); Архитектуры массово параллельных компьютеров на БИС, СБИС и гипербольших ИС (системы с распределенной разделяемой памятью и однокристальные системы, реконфигурируемые процессоры); Традиционные многопроцессорные модели распараллеливания (статическое и динамическое распараллеливание, архитектура суперскалярных процессоров и организация динамического распараллеливания, работа с памятью); Мультитредовые модели распараллеливания (мультитредовые процессоры с тредами, выявляемыми путем анализа потоков управления и потоков данных программ; модель выполнения мультитредовых программ и ее специфика; аппаратные средства для мультитредовой архитектуры).		
2	2. ТОПОЛОГИИ КОММУТАЦИОННЫХ СЕТЕЙ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВС (МВС)	Шинные, матричные и кубические структуры (гиперкуб, омега, баттерфляй, flip); Коммуникационные среды масштабируемых ВС, шины интерфейса ввода-вывода микропроцессора, особенности применения каналов ввода-вывода. Высокопроизводительные универсальные КС на основе масштабируемого когерентного интерфейса SCI (основные характеристики, логическая структура и архитектура, когерентность кэш-памятей); КС MYRINET (основные характеристики, адаптер «шина компьютера – линк сети», коммутаторы логический уровень протокола сети Myrinet, физическая реализация и ПО); КС транспьютеров (технология, передача данных системах фирмы Inmos, КС на базе микропроцессора TMS 320 C4x и КС на базе ADSP 2106X).	6	ОПК-2, ОПК-4
3	3. ПРОСТЫЕ И СОСТАВНЫЕ КОММУТА-ТОРЫ	коммутаторы с временным и пространственным разделением, Клоза и баньян-сети, распределенные составные коммутаторы (критерии выбора графов межмодульных связей, графы с минимальным диаметром, симметричные графы, кубические графы), графы с заданными гомоморфизмами, управление коммутаторами, составной коммутатор системы МВС 1000. Процессы и критические секции (программные средства порождения/уничтожения процессов fork и join, синхронизация процессов); реализация взаимного исключения, синхронизирующие примитивы, синхронизация процессов посредством семафоров, мониторы, дедлоки и защита от них	2	ОПК-2, ОПК-4
4	4. КЛАССИФИКАЦИЯ	Проблема когерентности памяти ВС. Механизмы неявной реализации когерентности (аппаратно-	9	ОПК-2, ОПК-4

Согласована на портале № 9049

	АРХИТЕКТУРВС.	программные реализации механизмов когерентности, однопроцессорный и многопроцессорный подходы). Аппаратный уровень разделяемой памяти (архитектуры систем с разделяемой памятью, симметричные мультипроцессоры с сосредоточенной памятью, системы с архитектурой NUMA и COMA, системы с рефлексивной памятью). Программный уровень реализации разделяемой памяти. Механизм явной реализации когерентности. Развитие параллельного программирования. Организация эффективных параллельных вычислений. Проблемы организации параллельных вычислений. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. Стандарт Open MP. Примеры программирования. Стандарт PVM. Системы программирования DVM, mpC, Linda. Классические задачи «распределенного» программирования и программирования с «разделяемыми переменными». Прикладные задачи «синхронного параллельного программирования. Пути совершенствования систем внешней памяти. Типы устройств хранения данных. Дисковые системы (RAID-массивы, технология дискового кэширования). Подходы к реализации систем хранения данных. Готовность систем хранения данных.		
5	5. ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫЕ СИСТЕМЫ	Различные модели отказоустойчивых систем (горячий резерв, репликация, параллельный сервер базы данных, MPP система). Информационные системы высокой готовности. Отказоустойчивые системы на базе стандартных компонентов. Способы оценки производительности ВС (пиковая и реальная производительность, способы измерения реальной производительности). Тест Linpack. Пакеты тестовых программ SPEC и TPC. Тесты коммуникационной среды.	8	ОПК-2, ОПК-4
6	6. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ ПАРАЛЛЕЛЬ-НЫХ СИСТЕМ	универсальные ВС с фиксированной и программируемой структурой, специализированные ВС с программируемой структурой (однородные ВС, программируемые raw-микропроцессоры, ассоциативный процессор). Нейросетевые ВС. Многопроцессорные серверы (кластеры DIGITAL TruCluster). Суперкомпьютеры Cray T3E-900, Cray T3E-1200. ВС из компонентов высокой готовности (Beowulf, Avalon). Проект суперкомпьютера Blue Gene фирмы IBM. Архитектура и организация параллельных вычислений в МВС-100, организация передачи сообщений, реализация и инициация процесса ROUTER. Архитектура МВС-1000/200 и его ПО, организация безопасного удаленного доступа и	22	ОПК-2, ОПК-4

Согласована на портале № 9049

		система планирования запуска заданий; Архитектура и ПО суперкомпьютера МВС-1000М. Развитие системного ПО параллельных суперкомпьютеров и сетевые вычисления на базе технологий GRID.		
ИТОГО			**54**	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	ОПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1.	6	Подготовка к практическим и семинарским занятиям	40	ОПК-2, ОПК-4	Опрос и проверка на практических занятиях, выступление на семинаре
2.	6	Самостоятельное изучение тем теоретической части	14	ОПК-2, ОПК-4	Дом. задание, тест
ИТОГО			**54**		

Темы для самостоятельного изучения.

1) Что такое практическая значимость работы.
2) В чем заключается актуальность темы исследования.
3) Практически значимые прикладные задачи на предприятии.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрена

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Курс 3, семестр 6 Контроль обучения – Диф. зачет.

Максимальный семестровый рейтинг – **100 баллов.**

Таблица 11.1 – Дисциплина «Распределенные вычислительные системы» (зачет, практические занятия)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	5	5	5	**15**
Тестовый контроль	10	10	10	**30**
Выполнение и защита результатов трех практических заданий	10	10	10	**30**
Компонент своевременности	5	5	15	**25**
Итого максимум за период:	**30**	**30**	**40**	**100**
Диф. зачет	**30**	**60**	**100**	
Нарастающим итогом				**100**

11.1 Методика формирования пятибалльных оценок в контрольные точки

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за 1 и 2 контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Согласована на портале № 9049

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

1. Панов, С. А. Вычислительные машины, системы и сети: Курс лекций [Электронный ресурс] / Панов С. А. — Томск: ТУСУР, 2015. — 81 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5002

12.2 Дополнительная литература

1. Шевченко, Валерий Павлович. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст] : учебник для вузов / В. П. Шевченко ; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (М.). - М. : КноРус, 2012. - 288 с. (5 экз.)

2. Гриценко, Ю. Б. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Гриценко Ю. Б. — Томск: ТУСУР, 2015. — 134 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5053.

3. Илюхин, Б. В. Вычислительные устройства и системы: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Илюхин Б. В. — Томск: ТУСУР, 2010. — 181 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1713.

4. Лорин, Гарольд. Распределенные вычислительные системы : пер. с англ. / Г. Лорин ; пер. В. А. Антропов, ред. Э. В. Евреинов. - М. : Радио и связь, 1984. - 293[3] с. (2 экз.)

12.3 Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе студентов

1.Боровской, И. Г. Проблемно-ориентированные вычислительные системы: Методические указания по выполнению практических работ и заданий самостоятельной подготовки lля специальностей: 230100 - «Информатика и вычислительная техника», 230400 - «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс] / Боровской И. Г. — Томск: ТУСУР, 2014. — 59 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3937.

2. Панов, С. А. Вычислительные машины, системы и сети: Методические указания по выполнению самостоятельных работ [Электронный ресурс] / Панов С. А. — Томск: ТУСУР, 2015. — 5 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5005.

12.4 Лицензионное программное обеспечение

Математический пакет Mathcad, математический пакет MatLab

Internet-ресурсы:

http://poiskknig.ru – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва.
http://www.mathnet.ru.ru/ - общероссийский математический портал.
http://www.lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета.
http://onlinelibrary.wiley.com - научные журналы издательства Wiley&Sons.
http://www.sciencedirect.com/ - научные журналы издательства Elsevier.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине используются персональный компьютер с проектором.

Согласована на портале № 9049

Приложение к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____П. Е. Троян

«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»

Уровень основной образовательной программы: бакалавриат

Направление(я) подготовки (специальность): 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль: Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения: очная

Факультет: ФСУ, Факультет систем управления

Кафедра: АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления

Курс: 3 Семестр: 6

Учебный план набора 2013 и последующих лет.

Зачет 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9049

1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Распределенные вычислительные системы» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Перечень закрепленных за дисциплиной «Распределенные вычислительные системы» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-2	Способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	***Знать:*** – методы разработки и применения теории программирования; – способы создания и сопровождения программных средств различного назначения; ***Уметь:*** – исследовать распределенные и параллельные системы программирования; – программировать системы виртуальной реальности и мультимедийного общения; – записывать модели и методы создания программ и программных систем для распределенной обработки данных; ***Владеть:*** – Владеть способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий – использовать в практической деятельности новые знания и умения в области;
ОПК-4	Способность участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов	***Знать:*** – методы и способы повышения эффективности и надежности процессов обработки – передачи данных и знаний в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях. ***Уметь:*** – пользоваться языками и инструментальными средствами распределенного и параллельного программирования; – организовать глобально распределенную обработку данных; ***Владеть:*** – навыками программирования в области распределенных и параллельных технологий; – навыками программирования на языках высокого уровня, а также работы в математических пакетах Matlab, MathCAD.

Согласована на портале № 9049

2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1 Компетенции ОПК-2

ОПК-2: Способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач.

Для формирования компетенций необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенций, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методики использования программных средств для решения практических задач распределенных вычислительных систем (ОПК2); настраивать и налаживать программно-аппаратных комплексы распределенных вычислительных систем (ОПК2);	читать и составлять документы математического анализа проблем распределенных вычислительных систем (статьи, доклады, отчеты) (ОПК2), теории вероятности и математической статистики; использовать основы математических знаний при разработке методик (ОПК2), использовать современные информационно-коммуникационных технологии и программные средства для решения математических задач распределенных вычислительных систем (ОПК2);	методами, приемами и способами использования основ математических знаний в решении задач распределенных вычислительных систем (ОПК2), настраивать программно-аппаратные комплексы для решения практических задач (ОПК2),
Виды занятий	Практические занятия, групповые консультации	Практические занятия, выполнение домашнего задания, СРС	Практические занятия, СРС
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Реферат; – Диф. зачет – Курсовая работа	– Проверка правильности выполнения практических заданий; – Контрольная работа; – Конспект самостоятельной работы; – Диф. зачет – Курсовая работа	– Проверка правильности выполнения практических заданий; – Контрольная работа; – Конспект самостоятельной работы

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 9049

ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Обладает низким уровнем общих знаний	Обладает умениями на низком уровне, которые не достаточны для выполнения даже простых задач	Работает только при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знает, с какими математическими знаниями связана постановка задач распределенных вычислительных систем (ОПК2); – Знает, в чем заключаются отличия основных методов распределенных вычислительных систем (ОПК2); – Понимает важную роль стандартизации правил распределенных вычислительных систем (ОПК2);	– Умеет читать и составлять документы любой математической сложности (ОПК2); – Умеет использовать основы математических знаний (ОПК2); – Умеет использовать современные информационно-коммуникационных технологии для решения задач распределенных вычислительных систем (ОПК2);	– Владеет методами, приемами и способами основы математических знаний в области распределенных вычислительных систем (ОПК2); – Способен читать и понимать математическую литературу распределенных вычислительных систем (ОПК2);
ХОРОШО (базовый уровень)	– Знает, какими основными математическими знаниями, законами и методическими указаниями	– Умеет читать и составлять основные документы распределенных вычислительных систем	– Владеет методами, приемами и способами распределенных вычислительных

Согласована на портале № 9049

	регламентируются методы распределенных вычислительных систем (ОПК2); – Понимает важную роль стандартизации правил распределенных вычислительных систем (ОПК2);	(ОПК2); – Умеет использовать современные информационно-коммуникационных технологии для поиска решений в области распределенных вычислительных систем (ОПК2);	систем (ОПК2); – Способен понимать содержание отчетности в области распределенных вычислительных систем (ОПК2);
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Имеет представление о нормативной регламентации правил распределенных вычислительных систем; – Понимает важную роль стандартизации методов в области распределенных вычислительных систем	– Умеет использовать современные информационно-коммуникационных технологии для решения основных задач распределенных вычислительных систем	– Владеет основами метода распределенных вычислительных систем (ОПК2);

2.2 Компетенции ОПК-4

ОПК-4: Способность участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов.

Для формирования компетенций необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенций, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	основы математического анализа, теории вероятности, математической статистики (ОПК4), основы системного и прикладного программирования и методологические правила ведения математических расчетов согласно элементам предметной области распределенных вычислительных систем (ОПК4).	составлять отчетные документы по результатам решения поставленной задачи с помощью вычислительных средств (ОПК4), интерпретировать результаты обработки экспериментальных данных и делать научные выводы в направлении распределенных вычислительных систем (ОПК4).	составлением информационных и имитационных моделей, основами работы в творческом коллективе (ОПК4).
Виды занятий	Практические занятия, групповые	Практические занятия, выполнение домашнего	Практические занятия, СРС

Согласована на портале № 9049

	консультации	задания, СРС	
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Реферат; – Диф. зачет – Курсовая работа	– Проверка правильности выполнения практических заданий; – Контрольная работа; – Конспект самостоятельной работы; – Диф. зачет – Курсовая работа	– Проверка правильности выполнения практических заданий; – Контрольная работа; – Конспект самостоятельной работы

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Обладает низким уровнем общих знаний	Обладает умениями на низком уровне, которые не достаточны для выполнения даже простых задач	Работает только при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Глубоко понимает основы математических знаний, методологию постановки задач распределенных вычислительных систем	– Умеет составлять и анализировать программное обеспечение в области распределенных вычислительных систем	– Владеет математическими методами связи основ предметной области и распределенных

Согласована на портале № 9049

	(ОПК4); – Знает формы представления результатов измерений в распределенных вычислительных систем (ОПК4).	(ОПК4); – Умеет формировать отчеты в области распределенных вычислительных систем (ОПК4).	вычислительных систем (ОПК4).
ХОРОШО (базовый уровень)	– Понимает методологию распределенных вычислительных систем (ОПК4); – Знает, какие существуют формы и методы распределенных вычислительных систем (ОПК4).	– Умеет составлять программный код в области распределенных вычислительных систем (ОПК4); – Умеет формировать отчетность в области распределенных вычислительных систем (ОПК4).	– Владеет некоторыми методами основ математических знаний, элементами распределенных вычислительных систем (ОПК4).
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Понимает методологию ведения распределенных вычислительных систем (ОПК4).	– Имеет представление о методах распределенных вычислительных систем (ОПК4).	– Способен понимать назначение распределенных вычислительных систем, знает состав математических подходов в области распределенных вычислительных систем (ОПК4).

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе, приведенном ниже.

3.1 Темы практических занятий

Раздел 1. **Основные определения и понятие фон-неймановской архитектуры**, ее узкие места и способы их устранения. Классификация вычислительных систем (ВС с пакетным режимом обработки данных, ВС коллективного пользования, ВС реального времени. ВС, использующие параллелизм данных. Принцип скалярной и векторной обработки, ВС на основе векторных и матричных процессоров, ВС на основе ассоциативных процессоров). Архитектуры компьютеров на схемах малой интеграции (однопроцессорные, векторно-конвейерные, параллельные системы класса SIMD); Архитектуры массово параллельных компьютеров на БИС, СБИС и гипербольших ИС (системы с распределенной разделяемой памятью и однокристальные системы, реконфигурируемые процессоры); Традиционные многопроцессорные модели распараллеливания (статическое и динамическое распараллеливание, архитектура суперскалярных процессоров и организация динамического распараллеливания, работа с памятью); Мультитредовые модели распараллеливания (мультитредовые процессоры с тредами, выявляемыми путем анализа потоков управления и потоков данных программ; модель выполнения мультитредовых программ и ее специфика; аппаратные средства для мультитредовой архитектуры).

Раздел 2. **Топологии коммутационных сетей многопроцессорных ВС (МВС):** шинные, матричные и кубические структуры (гиперкуб, омега, баттерфляй, flip); Коммуникационные среды

Согласована на портале № 9049

масштабируемых ВС, шины интерфейса ввода-вывода микропроцессора, особенности применения каналов ввода-вывода. Высокопроизводительные универсальные КС на основе масштабируемого когерентного интерфейса SCI (основные характеристики, логическая структура и архитектура, когерентность кэш-памятей); КС MYRINET (основные характеристики, адаптер «шина компьютера – линк сети», коммутаторы логический уровень протокола сети Myrinet, физическая реализация и ПО); КС транспьютеров (технология, передача данных системах фирмы Inmos, КС на базе микропроцессора TMS 320 C4x и КС на базе ADSP 2106X).

Раздел 3. **Простые коммутаторы** (с временным и пространственным разделением), **составные коммутаторы** Клоза и баньян-сети, распределенные составные коммутаторы (критерии выбора графов межмодульных связей, графы с минимальным диаметром, симметричные графы, кубические графы), графы с заданными гомоморфизмами, управление коммутаторами, составной коммутатор системы МВС 1000. Процессы и критические секции (программные средства порождения/уничтожения процессов fork и join, синхронизация процессов); реализация взаимного исключения, синхронизирующие примитивы, синхронизация процессов посредством семафоров, мониторы, дедлоки и защита от них

Раздел 4. **Классификация архитектур ВС.** Проблема когерентности памяти ВС. Механизмы неявной реализации когерентности (аппаратно-программные реализации механизмов когерентности, однопроцессорный и многопроцессорный подходы). Аппаратный уровень разделяемой памяти (архитектуры систем с разделяемой памятью, симметричные мультипроцессоры с сосредоточенной памятью, системы с архитектурой NUMA и COMA, системы с рефлексивной памятью). Программный уровень реализации разделяемой памяти. Механизм явной реализации когерентности. Развитие параллельного программирования. Организация эффективных параллельных вычислений. Проблемы организации параллельных вычислений. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. Стандарт Open MP. Примеры программирования. Стандарт PVM. Системы программирования DVM, mpC, Linda. Классические задачи «распределенного» программирования и программирования с «разделяемыми переменными». Прикладные задачи «синхронного параллельного программирования. Пути совершенствования систем внешней памяти. Типы устройств хранения данных. Дисковые системы (RAID-массивы, технология дискового кэширования). Подходы к реализации систем хранения данных. Готовность систем хранения данных.

Раздел 5. Отказоустойчивые системы. Различные модели отказоустойчивых систем (горячий резерв, репликация, параллельный сервер базы данных, MPP система). Информационные системы высокой готовности. Отказоустойчивые системы на базе стандартных компонентов. Способы оценки производительности ВС (пиковая и реальная производительность, способы измерения реальной производительности). Тест Linpack. Пакеты тестовых программ SPEC и TPC. Тесты коммуникационной среды.

Раздел 6. Основные классы параллельных систем, универсальные ВС с фиксированной и программируемой структурой, специализированные ВС с программируемой структурой (однородные ВС, программируемые RAW-микропроцессоры, ассоциативный процессор). Нейросетевые ВС. Многопроцессорные серверы (кластеры DIGITAL TruCluster). Суперкомпьютеры Cray T3E-900, Cray T3E-1200. ВС из компонентов высокой готовности (Beowulf, Avalon). Проект суперкомпьютера Blue Gene фирмы IBM. Архитектура и организация параллельных вычислений в МВС-100, организация передачи сообщений, реализация и инициация процесса ROUTER. Архитектура МВС-1000/200 и его ПО, организация безопасного удаленного доступа и система планирования запуска заданий; Архитектура и ПО суперкомпьютера МВС-1000М. Развитие системного ПО параллельных суперкомпьютеров и сетевые вычисления на базе технологий GRID

3.2 Пример вариантов контрольных работ

Пример варианта задания контрольной работы по разделу 1

1. Основные определения и понятие фон-неймановской архитектуры, ее узкие места и способы их устранения. Классификация вычислительных систем (ВС с пакетным режимом обработки данных, ВС коллективного пользования, ВС реального времени. ВС, использующие параллелизм данных.

Согласована на портале № 9049

2. Принцип скалярной и векторной обработки, ВС на основе векторных и матричных процессоров, ВС на основе ассоциативных процессоров). Архитектуры компьютеров на схемах малой интеграции (однопроцессорные, векторно-конвейерные, параллельные системы класса SIMD).
3. Архитектуры массово параллельных компьютеров на БИС, СБИС и гипербольших ИС (системы с распределенной разделяемой памятью и однокристальные системы, реконфигурируемые процессоры).

Пример варианта задания контрольной работы по разделу 2

4. Традиционные многопроцессорные модели распараллеливания (статическое и динамическое распараллеливание, архитектура суперскалярных процессоров и организация динамического распараллеливания, работа с памятью).
5. Мультитредовые модели распараллеливания (мультитредовые процессоры с тредами, выявляемыми путем анализа потоков управления и потоков данных программ; модель выполнения мультитредовых программ и ее специфика; аппаратные средства для мультитредовой архитектуры).
Коммуникационные среды (КС) и их топологии:
6. Топологии коммутационных сетей многопроцессорных ВС (МВС): шинные, матричные и кубические структуры (гиперкуб, омега, баттерфляй, flip).

Пример варианта задания контрольной работы по разделу 3

7. Коммуникационные среды масштабируемых ВС, шины интерфейса ввода-вывода микропроцессора, особенности применения каналов ввода-вывода.
8. Высокопроизводительные универсальные КС на основе масштабируемого когерентного интерфейса SCI (основные характеристики, логическая структура и архитектура, когерентность кэш-памятей).
9. КС MYRINET (основные характеристики, адаптер «шина компьютера – линк сети», коммутаторы логический уровень протокола сети Myrinet, физическая реализация и ПО).

Пример варианта задания контрольной работы по разделу 4

10. КС транспьютеров (технология, передача данных системах фирмы Inmos, КС на базе микропроцессора TMS 320 C4x и КС на базе ADSP 2106X).
Способы построения коммутаторов ВС:
11. Простые коммутаторы (с временным и пространственным разделением).
12. Составные коммутаторы Клоза и баньян-сети, распределенные составные коммутаторы (критерии выбора графов межмодульных связей, графы с минимальным диаметром, симметричные графы, кубические графы).

Пример варианта задания контрольной работы по разделу 5

13. Графы с заданными гомоморфизмами, управление коммутаторами, составной коммутатор системы МВС 1000.
Системы совместно протекающих взаимодействующих процессов:
14. Процессы и критические секции (программные средства порождения/уничтожения процессов fork и join, синхронизация процессов).
15. Реализация взаимного исключения, синхронизирующие примитивы, синхронизация процессов посредством семафоров, мониторы, дедлоки и защита от них.

Пример варианта задания контрольной работы по разделу 6

16. Классификация архитектур ВС. Проблема когерентности памяти ВС.
17. Механизмы неявной реализации когерентности (аппаратно-программные реализации механизмов когерентности, однопроцессорный и многопроцессорный подходы).
18. Аппаратный уровень разделяемой памяти (архитектуры систем с разделяемой памятью, симметричные мультипроцессоры с сосредоточенной памятью, системы с архитектурой NUMA и COMA, системы с рефлексивной памятью).

Согласована на портале № 9049

3.3 Домашнее индивидуальное задание

1. Составить словарь терминов и определений направления «распределенных вычислительных систем»

2. Составить список основных алгоритмов направления «распределенных вычислительных систем»

3. Составить список программного обеспечения в области направления «распределенных вычислительных систем»

4. Что такое «распределенных вычислительных систем»? Модель, план, анализ.

5. Какие устройства включены в «распределенных вычислительных систем». Модель, план, анализ.

6. Какие научные направления позволяют управлять «распределенных вычислительных систем».

3.4 Темы для самостоятельной работы (темы рефератов)

1) Понятия и принципы теории «распределенных вычислительных систем».
2) Задачи планирования и обработки экспериментов для «распределенных вычислительных систем».
3) Понятие управления в области «распределенных вычислительных систем».
4) Космические «распределенных вычислительных систем».
5) Эвристическое построение оптимального «распределенных вычислительных систем».
6) Методы планирования в области «распределенных вычислительных систем».

3.5 Вопросы и задачи для подготовки к зачету (для студентов, которые не выполнили все задания в семестре)

1. Программный уровень реализации разделяемой памяти. Механизм явной реализации когерентности.
Параллельное программирование для MPP систем:
2. Развитие параллельного программирования. Организация эффективных параллельных вычислений. Проблемы организации параллельных вычислений.
3. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.
4. Стандарт Open MP. Примеры программирования.
5. Стандарт PVM.
6. Система программирования DVM,
7. Система программирования mpC.
8. Система программирования Linda.
9. Классические задачи «распределенного» программирования и программирования с «разделяемыми переменными».
10. Прикладные задачи «синхронного параллельного программирования.
11. Организация внешней памяти:
12. Пути совершенствования систем внешней памяти. Типы устройств хранения данных.
13. Дисковые системы (RAID-массивы, технология дискового кэширования). Подходы к реализации систем хранения данных. Готовность систем хранения данных.
Надежность параллельных систем:
14. Отказоустойчивые системы. Различные модели отказоустойчивых систем (горячий резерв, репликация, параллельный сервер базы данных, MPP система).
15. Информационные системы высокой готовности. Отказоустойчивые системы на базе стандартных компонентов.
Оценка производительности ВС:
16. Способы оценки производительности ВС (пиковая и реальная производительность, способы измерения реальной производительности).
17. Тест Linpack. Пакеты тестовых программ SPEC и TPC.
18. Тесты коммуникационной среды – пакет PMB 2.2.
Кластеры и массово параллельные системы (MPP):
19. Основные классы параллельных систем, универсальные ВС с фиксированной и программируемой структурой.

Согласована на портале № 9049

20. Специализированные ВС с программируемой структурой (однородные ВС, программируемые raw-микропроцессоры, ассоциативный процессор).
21. Нейросетевые ВС.
22. Многопроцессорные серверы (кластеры DIGITAL TruCluster).
23. Суперкомпьютеры Cray T3E-900, Cray T3E-1200. ВС из компонентов высокой готовности (Beowulf, Avalon).
24. Проект суперкомпьютера Blue Gene фирмы IBM.
25. Российские суперкомпьютеры МВС-100 и МВС-1000:
26. Архитектура и организация параллельных вычислений в МВС-100, организация передачи сообщений, реализация и инициация процесса ROUTER.
27. Архитектура МВС-1000/200 и его ПО, организация безопасного удаленного доступа и система планирования запуска заданий.
28. Архитектура и ПО суперкомпьютера МВС-1000М.
29. Развитие системного ПО параллельных суперкомпьютеров

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

1. Панов, С. А. Вычислительные машины, системы и сети: Курс лекций [Электронный ресурс] / Панов С. А. — Томск: ТУСУР, 2015. — 81 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5002.

Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе студентов

1. Боровской, И. Г. Проблемно-ориентированные вычислительные системы: Методические указания по выполнению практических работ и заданий самостоятельной подготовки lля специальностей: 230100 - «Информатика и вычислительная техника», 230400 - «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс] / Боровской И. Г. — Томск: ТУСУР, 2014. — 59 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3937
2. Замятин, Н. В. Вычислительные системы: Методические указания для направление подготовки магистров 230100.68 «Информатика и вычислительная техника» [Электронный ресурс] / Замятин Н. В. — Томск: ТУСУР, 2012. — 11 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3181.
3. Панов, С. А. Вычислительные машины, системы и сети: Методические указания по выполнению самостоятельных работ [Электронный ресурс] / Панов С. А. — Томск: ТУСУР, 2015. — 5 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5005.

Согласована на портале № 9049