

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Информационные и вычислительные системы»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.19 «АРХИТЕКТУРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»

для направления подготовки

09.03.01 "Информатика и вычислительная техника"

по профилю

**"Программное обеспечение средств вычислительной техники
и автоматизированных систем"**

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2026

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Информационные и вычислительные системы»

Протокол №7 от «20» января 2026 г.

Заведующий кафедрой
«Информационные и вычислительные системы»

С.Г. Ермаков

«20» января 2026 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

С.Г. Ермаков

«20» января 2026 г.

1. Цель и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Архитектура вычислительных систем» (Б1.В.19) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «19» сентября 2017 г., приказ Минобрнауки России № 929, с учетом профессионального стандарта (60.001) «Программист», утвержденного Министерством труда и социальной защиты РФ от 18 ноября 2013 года № 6679н.

Целью изучения дисциплины является получение знаний по основным принципам построения, функционирования и использования современных многомашинных и многопроцессорных вычислительных систем, наработка навыка классификации вычислительных систем, овладение методами и средствами моделирования вычислительных систем, а также получение знаний о физическом строении многопроцессорных вычислительных систем.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- получение систематизированных сведений о структуре, принципах работы и классификации вычислительных систем различного назначения;
- получение систематизированных сведений о методах исследования и основах проектирования вычислительных систем;
- приобретение теоретических знаний и практических навыков разработки и анализа моделей вычислительных систем;
- освоение принципов и методов обоснованного выбора архитектуры вычислительной системы под заданные требования;
- освоение технологий управления и эффективного использования аппаратных ресурсов вычислительных систем (многопроцессорность, память, виртуализация);
- изучение характеристик, возможностей и областей применения наиболее распространённых классов и типов ЭВМ в составе многомашинных, многопроцессорных и кластерных комплексов;
- систематизация знаний об эволюции вычислительной техники и архитектурных решениях, определяющих эффективность программного обеспечения;
- освоение методов оценки качества, производительности и надёжности вычислительных систем, включая тестирование и интерпретацию результатов;
- изучение современных и перспективных направлений развития вычислительных систем и их влияния на реинжиниринг аппаратно-программных решений.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Способен анализировать требования к программному обеспечению.	
ПК-1.1.1 Знает возможности существующей программно-технической архитектуры.	Обучающийся <i>знает</i> : – классификацию, метрики и фундаментальные законы параллельных вычислений (Амдала, Густавсона);

ПК-1.1.2 Знает методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования. ПК-1.1.3 Знает методологии и технологии проектирования и использования баз данных.	– топологии сетей межсоединений, их метрики и влияние на масштабируемость вычислительных систем; – архитектурные особенности процессорных систем классов SIMD и MIMD, включая векторно-конвейерные, матричные, ассоциативные и кластерные архитектуры; – принципы конвейеризации, суперскалярной и VLIW-обработки, иерархии памяти и когерентности кэша; – технологии виртуализации, облачных и GRID-вычислений, а также основы архитектуры CUDA; – методы обеспечения надёжного хранения данных (RAID-массивы, сети и системы хранения данных); – критерии и методики оценки производительности, надёжности и эффективности вычислительных систем и их компонентов; – этапы и общую характеристику процесса проектирования вычислительных систем, включая выбор и обоснование аппаратных конфигураций под требования программных систем.
ПК-1.2.1 Умеет вырабатывать варианты реализации требований. ПК-1.2.2. Умеет проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений.	Обучающийся <i>умеет</i>: – рассчитывать и анализировать основные метрики параллельных вычислений для заданных аппаратных конфигураций; – моделировать и сравнивать топологии межсоединений, обосновывая выбор для конкретного класса задач; – выбирать архитектурную организацию вычислительной системы (тип параллелизма, структуру памяти, способ межпроцессорного взаимодействия) в соответствии с заданными требованиями к производительности, надёжности и масштабируемости; – применять методы повышения производительности (конвейеризация, кэширование, оптимизация доступа к памяти) при анализе и выборе аппаратных платформ; – оценивать и обосновывать конфигурации систем хранения данных на основе расчётов показателей надёжности и производительности RAID-массивов; – проводить сравнительный анализ современных технологий (виртуализация, облачные платформы, GPGPU) и вырабатывать варианты их применения для реализации требований к программно-аппаратным комплексам; – интерпретировать результаты тестирования производительности и формулировать обоснованные рекомендации по оптимизации.
ПК-1.3.1 Имеет навыки анализа возможностей реализации требований к программному обеспечению.	Обучающийся <i>владеет</i>: – методикой анализа архитектурного профиля реальной вычислительной системы с использованием специализированных утилит; – навыками построения и анализа графов параллельных алгоритмов, приведения их к ярусно-параллельной форме и расчёта метрик; – инструментальными средствами моделирования и планирования параллельных вычислительных процессов; – навыками администрирования многопроцессорных систем (управление ядрами, привязка потоков, мониторинг парковки ядер); – навыками развёртывания и настройки виртуальных машин для исследования распределённых архитектур;

	– способами оценки качества функционирования вычислительных систем с помощью тестовых пакетов и построения зависимостей производительности от конфигурации.
ПК-3. Способен проектировать программное обеспечение	
ПК-3.1.1 Знает принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения. ПК-3.1.2. Знает методы и средства проектирования программного обеспечения ПК-3.1.3 Знает методы и средства проектирования баз данных.	Обучающийся <i>знает</i>: – виды архитектур вычислительных систем и их влияние на организацию программного обеспечения; – принципы построения архитектуры программного обеспечения в привязке к возможностям аппаратных платформ (многопроцессорность, NUMA, кластеры); – взаимосвязь между аппаратной архитектурой (кэш-память, конвейер, SIMD-инструкции) и эффективностью программного кода; – методы и средства моделирования параллельных программ и оценки их масштабируемости; – основы проектирования структур данных и баз данных с учётом особенностей иерархии памяти и систем хранения данных; – роль и функции архитектора программного обеспечения в части учёта возможностей и ограничений целевой вычислительной среды.
ПК-3.2.1 Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов.	Обучающийся <i>умеет</i>: – выбирать и обосновывать архитектурный стиль программной системы исходя из характеристик доступного вычислительного оборудования; – вырабатывать варианты распределения программных компонентов по узлам многопроцессорных и кластерных систем; – проводить оценку и обоснование проектных решений по структуре данных и организации межмодульных интерфейсов с учётом архитектурных параметров (задержки памяти, пропускная способность сети, топология); – аргументированно представлять и обсуждать технические решения с заинтересованными сторонами, ссылаясь на результаты моделирования и тестирования производительности.
ПК-3.3.1 Имеет навыки применения методов и средств проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов.	Обучающийся <i>владеет</i>: – навыками применения инструментальных средств моделирования предметной области (построение структурных и функциональных схем ВС); – навыками разработки технической документации, отражающей архитектурные решения и результаты их оценки; – навыками использования функциональных и технологических стандартов, определяющих параметры вычислительных систем и их компонентов; – навыками работы с инструментами профилирования и тестирования для выработки рекомендаций по оптимизации программного обеспечения под конкретную архитектуру.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	семестр
		8
Контактная работа (по видам учебных занятий)	40	40
В том числе:		
- лекции (Л)	20	20
- лабораторные работы (ЛР)	20	20
Самостоятельная работа (СРС)	64	64
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	зачет	зачет
Общая трудоемкость час/з.е	108/3	108/3

Примечание: «Форма контроля» – зачет (3).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы параллельных вычислений и классификация архитектур ВС	Лекция 1. Введение в архитектуру вычислительных систем. Назначение, характеристики и основные свойства вычислительных систем. Основные понятия параллельных вычислений. Метрики и законы параллельных вычислений. Лекция 2. Архитектурная классификация и топологии межсоединений. Классификация вычислительных систем. Понятие топологии сети межсоединений. Метрики сетевых соединений. Основные топологии сети межсоединений ВС. Лабораторная работа 1. Расчет метрик и использование законов параллельной обработки информации. Лабораторная работа 2. Моделирование и анализ топологий сетей межсоединений Самостоятельная работа (10 часов) Изучение лекционного материала по классификации, метрикам и законам параллельных вычислений. Подготовка к лабораторным работам №1 и №2 и оформление отчетов с анализом результатов. Работа с рекомендованной литературой по основам параллелизма и архитектурной классификации.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.2. ПК-1.3.1
2	Архитектуры с параллелизмом данных и общей памятью	Лекция 3. Архитектуры с параллелизмом данных (SIMD). Векторно-конвейерные вычислительные системы. Матричные вычислительные системы. Ассоциативные вычислительные системы. Вычислительные системы с систолической структурой. Лекция 4. Архитектурные способы повышения производительности. Конвейеризация вычислений. Суперскалярная обработка информации. VLIW- обработка информации.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.2 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2

		Архитектура памяти вычислительных систем. Мультипроцессорная когерентность кэш-памяти. Лабораторная работа 3. Исследование процессорных архитектур класса SIMD. Лабораторная работа 4. Исследование архитектурных способов повышения производительности вычислительных систем. <u>Самостоятельная работа (12 часов)</u> Углублённая проработка лекций по SIMD-архитектурам, конвейеризации, VLIW, иерархии памяти и когерентности кэша. Подготовка к лабораторным работам №3 и №4 и оформление отчётов, включая сравнительный анализ архитектурных решений. Изучение дополнительных материалов по микроархитектуре процессоров и влиянию кэш-памяти на производительность ПО.	
3	Распределённые и кластерные ВС	Лекция 5. Многопроцессорные и многомашинные архитектуры (MIMD). Многопроцессорные вычислительные системы с общей памятью. Вычислительные системы с неоднородным доступом к памяти. Многомашинные вычислительные системы. Кластерные вычислительные системы. Лекция 6. Основы организации параллельных вычислений. Задачи организации вычислений в вычислительных системах. Моделирование параллельных программ. Планирование параллельных вычислительных процессов. Лабораторная работа 5. Администрирование многопроцессорных вычислительных систем. Лабораторная работа 6. Моделирование и расчет характеристик параллельных программ. <u>Самостоятельная работа (14 часов)</u> Проработка лекционного материала по SMP, NUMA, кластерным и многомашинным системам, планированию параллельных задач. Подготовка к лабораторным работам №5 и №6 и оформление отчётов, включая анализ масштабируемости и эффективности расписаний. Решение задач по планированию параллельных вычислительных процессов, построению графов алгоритмов.	ПК-1.1.1 ПК-1.2.2 ПК-1.3.1 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2 ПК-3.2.1
4	Современные технологии: виртуализация, облачные вычисления, GRID, CUDA	Лекция 7. Технологии виртуализации и распределенных вычислений. Распределенные вычислительные системы. Технологии распределенных вычислений. Принципы и виды виртуализации. Платформы виртуализации Лекция 8. Современные технологии применения вычислительных систем. Облачные вычисления. GRID-технологии вычислений. Технология CUDA. Лабораторная работа 7. Применение технологий виртуализации в вычислительных системах. Лабораторная работа 8. Планирование параллельных вычислений. <u>Самостоятельная работа (14 часов)</u>	ПК-1.1.1 ПК-1.2.2 ПК-1.2.1 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1

		Углублённое изучение принципов виртуализации, технологий распределённых вычислений, облачных моделей и архитектуры CUDA. Подготовка к лабораторным работам №7 и №8 и оформление, включая анализ эффективности виртуализации и планирования. Изучение современных облачных платформ и GRID-технологий по дополнительным источникам.	
5	Хранение данных, суперкомпьютерные технологии и оценка производительности ВС	Лекция 9. Системы хранения данных и суперкомпьютерные технологии. Способы надежного хранения информации. Системы и сети хранения данных. Назначение и задачи, решаемые суперкомпьютерами. Характеристики и архитектурные особенности суперкомпьютеров. Суперкомпьютерные центры и центры обработки данных. Лекция 10. Оценивание качества функционирования и тенденции развития вычислительных систем. Показатели качества функционирования вычислительных систем. Оценивание производительности вычислительных систем. Тенденции и перспективы развития вычислительных систем. Лабораторная работа 9. Расчет показателей надежности, производительности и эффективности использования систем хранения данных на основе RAID-массивов. Лабораторная работа 10. Оценивание качества функционирования вычислительных систем. Самостоятельная работа (14 часов) Проработка лекций по RAID-массивам, сетям хранения, архитектуре суперкомпьютеров, методам оценки производительности. Подготовка к лабораторным работам №9 и №10 и оформление отчётов с построением графиков и формулированием выводов. Подготовка к промежуточной аттестации (зачёту): повторение теоретического материала, решение типовых задач, анализ тенденций развития ВС.	ПК-1.1.1 ПК-1.1.3 ПК-1.2.2 ПК-1.3.1 ПК-3.1.1 ПК-3.1.2 ПК-3.1.3 ПК-3.3.1

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ЛР	СРС	Всего
1	Раздел 1. Основы параллельных вычислений и классификация архитектур ВС	4	4	10	18
2	Раздел 2. Архитектуры с параллелизмом данных и общей памятью	4	4	12	20
3	Раздел 3. Распределённые и кластерные ВС	4	4	14	22
4	Раздел 4. Современные технологии: виртуализация, облачные вычисления, GRID, CUDA	4	4	14	22
5	Раздел 5. Хранение данных, суперкомпьютерные технологии и оценка производительности ВС	4	4	14	22
	Итого	20	20	64	104
Контроль					4
Всего (общая трудоемкость, час.)					108

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория программно-аппаратных средств кафедры «Информационные и вычислительные системы». Лаборатория оборудована персональными компьютерами, включая сервер локальной сети для размещения методических материалов и результатов выполнения лабораторных работ. На компьютерах установлен комплект лабораторного программного обеспечения, приведенного в п. 8.2.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Перечень лицензионных программ представлен на внутреннем портале ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <http://eaisu.pgups.edu.mps/info/prog/>

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru> (свободный доступ);

– Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс] – Режим

доступа: <https://e.lanbook.com> (свободный доступ);

– Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://urait.ru> (свободный доступ).

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– официальное руководство пользователя Oracle VM VirtualBox [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.virtualbox.org/manual/> (свободный доступ);

– Руководства разработчика по архитектуре Intel 64 и IA-32 (Intel Software Developer Manuals) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/technical/intel-sdm.html> (свободный доступ);

– Документация по CUDA Toolkit [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.nvidia.com/cuda/> (свободный доступ);

– Документация по языку Python [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/> (свободный доступ).

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Басыров А.Г. Вычислительные системы: учеб. пособие / А.Г. Басыров, А.О.Шушаков. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2019. – 239 с.

2. Варфоломеев, В.А. Высокопроизводительные вычислительные системы на железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс] / В.А. Варфоломеев, Э.К. Лецкий, М.Н. Шамров, В.В. Яковлев. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2010. — 246 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4163>

3. Вычислительные системы: практикум / сост.: А.Г. Басыров, А.С. Дудкин, И.В. Захаров, А.С. Швецов, А.О. Шушаков. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016. – 108 с.

4. Золкин А. Л. Архитектура технических средств информатизации: учебник для вузов. — СПб.: Лань, 2025. — 117 с. — ISBN 978-5-507-51435-9.

5. Максимов Н. В., Партыка Т. Л., Попов И. И. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2026. — 511 с. — ISBN 978-5-16-021962-2

6. Модели и методы исследования информационных систем: монография / А.Д. Хомоненко, А.Г. Басыров, В.П. Бубнов [и др.]; под редакцией А. Д. Хомоненко. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 204 с.

7. Модели информационных систем: учеб. пособие / В.П. Бубнов и др.; под ред. А.Д. Хомоненко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 188 с.

8. Прошкина Е. Н. Архитектура вычислительных систем: учебное пособие. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. — 118 с.

9. Свистунов, С.Г. Архитектура вычислительных систем pSeries: учеб. пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: ПГУПС, 2015. — 42 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66391>

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация);

2. Научно-техническая библиотека университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://library.pgups.ru/> (свободный доступ).

Разработчик рабочей программы,
Доцент

В.А. Гончаренко

«20» января 2026 г.