

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Порохня Андрей Андреевич

Должность: И.о. директора института перспективной инженерии

Дата подписания: 19.06.2026 14:50:30

Уникальный программный ключ:

990bea3aeec48c23bd8699e48288f8d1960c600

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института
перспективной инженерии канд.
техн. наук, доцент Порохня А.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Мониторинг и управление производительностью систем

Направление подготовки
Направленность (профиль)

09.04.04 Программная инженерия
Разработка, мониторинг и управление
жизненным циклом инженерных систем
2026
очная
2

Год начала обучения
Форма обучения
Реализуется в семестре

Разработано

К.ф.-м.н., доцент, заведующая межинститутской
базовой кафедрой
Новикова Елена Николаевна

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины: формирование у обучающихся системных знаний и практических навыков в области мониторинга, измерения, анализа, профилирования и оптимизации производительности алгоритмов и систем автономной навигации, SLAM, компьютерного зрения и управления мобильными роботами и БПЛА, работающих в режиме реального времени с ограниченными бортовыми ресурсами

Задачи освоения дисциплины:

1. Изучить методы и инструменты измерения производительности алгоритмов автономной навигации и компьютерного зрения в реальном времени.
2. Освоить профайлинг и бенчмаркинг алгоритмов SLAM и компьютерного зрения на CPU/GPU.
3. Научиться анализировать временные и вычислительные затраты ключевых компонентов автономных систем (одометрия, детекция, планирование пути).
4. Изучить методы оптимизации кода для ARM-архитектур (Raspberry Pi, Nvidia Jetson, STM32).
5. Приобрести навыки настройки и калибровки алгоритмов под целевую платформу.
6. Освоить подходы к сенсорной фузии для повышения частоты и точности оценки состояния.
7. Сформировать компетенции в области балансировки точности и производительности (accuracy vs. latency) для робототехнических систем.
8. Научиться выявлять узкие места (bottlenecks) в пайплайнах реального времени и внедрять корректирующие меры.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мониторинг и управление производительностью систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (вариативная часть), и является одной из ключевых дисциплин профиля «Разработка, мониторинг и управление жизненным циклом инженерных систем».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-9. Способен разрабатывать, реализовывать, настраивать и интегрировать алгоритмы автономной навигации, планирования пути, одновременной локализации и построения карт, компьютерного	ИД-1пк-9. Реализует алгоритмы SLAM с использованием данных лидаров, камер и IMU	Способен реализовывать и профилировать алгоритмы SLAM (ORB-SLAM3, RTAB-Map), измеряя время выполнения ключевых модулей (трекинг, локальная оптимизация, детекция циклов) и выявляя вычислительные горячие точки с использованием perf и flamegraph
	ИД-2пк-9. Разрабатывает пайплайны компьютерного зрения для детекции объектов, семантической	Способен проводить бенчмаркинг нейросетевых пайплайнов детекции объектов (YOLO), измеряя FPS, latency и влияние разрешения входного изображения, а также

зрения и управления для мобильных роботов и БПЛА, работая с неполными и зашумленными данными в реальном времени	сегментации	применять INT8-квантизацию с использованием ONNX Runtime для оптимизации инференса
	ИД-3пк-9. Проектирует алгоритмы глобального и локального планирования пути	Способен сравнивать производительность глобальных планировщиков (A, <i>RRT</i>) и локальных планировщиков (DWA, TEB), измеряя время планирования и latency перепланирования в зависимости от размера карты и динамических препятствий
	ИД-4пк-9. Реализует алгоритмы управления для точного отслеживания траекторий	Способен анализировать jitter выполнения control loop в ROS2 и применять методы повышения детерминизма (назначение реального приоритета SCHED_FIFO, изоляция ядер) для обеспечения устойчивого управления
	ИД-5пк-9. Осуществляет сенсорную фузию данных от разнородных источников	Способен реализовывать буферизацию и интерполяцию разнородных сенсорных данных (IMU, камера), измерять end-to-end latency и джиттер фьюжн-пайплайна, а также оптимизировать размер буфера для снижения задержки
	ИД-6пк-9. Интегрирует алгоритмы в бортовые вычислители с ограниченными ресурсами	Способен применять низкоуровневые оптимизации для ARM-архитектур (NEON SIMD, флаги компиляции, оптимизация памяти) и оценивать ускорение вычислений на целевых платформах (Raspberry Pi, Nvidia Jetson)
	ИД-7пк-9. Проводит калибровку сенсоров и настройку параметров алгоритмов.	Способен исследовать влияние параметров алгоритмов (количество ORB-особенностей, разрешение карты, пороги детекции) на производительность и точность, а также проводить автоматическую калибровку сенсоров с использованием открытых инструментов
	ИД-8пк-9. Анализирует производительность навигационной системы в условиях неполных/зашумленных данных	Способен анализировать деградацию производительности (рост latency, снижение FPS, увеличение jitter) при сбоях сенсоров или ухудшении качества данных, и предлагать меры по graceful degradation (снижение частоты, переключение на резервный алгоритм)

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е. 108 ак.ч.	ОФО, в ас. часах
Контактная работа:	32
Лекции/из них практическая подготовка	16
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	16
Практических занятий/из них практическая подготовка	
Самостоятельная работа	54
Формы контроля	
Экзамен	
Зачет	±
Зачет с оценкой	
Расчетно-графические работы	
Курсовые работа	
Контрольные работы	

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	

1	Тема 1. Введение в мониторинг производительности робототехнических систем. Специфика real-time систем: deadline, latency, jitter, throughput, determinism. Отличия от мониторинга веб-сервисов: ограниченные ресурсы (CPU, RAM, энергия), гетерогенные архитектуры (CPU/GPU/NPU/FPGA). Ключевые метрики для автономных систем: частота кадров (FPS), время обработки кадра, задержка управления (control latency), время планирования пути, потребление памяти, энергопотребление.	ПК-9 ид-4 ПК-9 ид-6 ПК-9 ид-8	2		2	10
2	Тема 2. Профилирование алгоритмов SLAM и компьютерного зрения. Инструменты профилирования: perf, Valgrind (Callgrind), py-spy, cProfile, NVIDIA NSYS, NVIDIA Nsight Systems. Измерение времени выполнения ключевых компонентов: feature extraction, matching, PnP, bundle adjustment, loop closure. Анализ горячих точек (hotspots) и узких мест.	ПК-9 ид-1 ПК-9 ид-8	2		2	10
3	Тема 3. Бенчмаркинг нейросетевых пайплайнов. Метрики: FPS, latency (pre-processing, inference, post-processing), MAC (multiply-accumulate), MAC/utilization. Инструменты: torch.benchmark, TensorRT Profiler, ONNX Runtime, TFLite Benchmark Tool. Влияние batch size, resolution, precision (FP32/FP16/INT8) на производительность.	ПК-9 ид-2	2		2	30
4	Тема 4. Оптимизация для встраиваемых ARM-платформ. Архитектура ARM Cortex-A/Cortex-M: кэш-память, SIMD (NEON), VFP. Оптимизации компилятора: -O2/-O3, -mfp=neon, LTO, PGO. Управление памятью: аллокаторы, пулы памяти, избегание фрагментации. Кросскомпиляция для Raspberry Pi, Nvidia Jetson, STM32.	ПК-9 ид-6	2		2	40

5	Тема 5. Методы оптимизации нейросетей для реального времени. Квантизация (INT8, INT4) и калибровка. Пранинг (pruning) и разреживание. Дистилляция знаний (knowledge distillation). Аппаратное ускорение: TensorRT, OpenVINO, TFLite Delegates (GPU, NPU, Coral Edge TPU).	ПК-9 ид-2 ПК-9 ид-6	2		2	10
6	Тема 6. Сенсорная фузия и синхронизация данных. Проблема асинхронных сенсоров (камера, IMU, лидар): timestamps, трансформации. Методы синхронизации: аппаратная синхронизация, буферизация, интерполяция. Мониторинг latency фьюжн-пайплайна: время между получением сырых данных и выдачей fused-состояния.	ПК-9 ид-4 ПК-9 ид-5	2		2	10
7	Тема 7. Временная сложность алгоритмов планирования пути и управления. Анализ производительности A, RRT, RRT, DWA, ТЕВ. Влияние разрешения карты, количества препятствий, размера графа. Измерение latency re-planning при динамических препятствиях.	ПК-9 ид-3 ПК-9 ид-4	2		2	10
8	Тема 8. Мониторинг деградации производительности и отказоустойчивость. Выявление производительностных аномалий: t-SNE для трасс, пороговые значения. Graceful degradation: снижение частоты обновления, уменьшение разрешения, отключение тяжёлых модулей. Автоматическое переключение между алгоритмами (fast vs accurate).	ПК-9 ид-7 ПК-9 ид-8	2		2	6
	Зачет с оценкой					
	ИТОГО за 2 семестр		16		16	76
	ИТОГО		16		16	76

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах

их формирования, описание шкал оценивания;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);

- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Pyeatt, L. D. ARM 64-Bit Assembly Language / L. D. Pyeatt, W. Ughetta. – Newnes, 2020. – 506 p. – ISBN 9780128192214. – Текст : электронный. – URL: <https://shop.elsevier.com/books/arm-64-bit-assembly-language/pyeatt/978-0-12-819221-4> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
2. Pyeatt, L. D. Modern Assembly Language Programming with the ARM Processor / L. D. Pyeatt. – Newnes, 2016. – 484 p. – ISBN 9780128036983. – Текст : электронный. – URL: <https://shop.elsevier.com/books/modern-assembly-language-programming-with-the-arm-processor/pyeatt/978-0-12-803698-3> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
3. ROS 2 Documentation – Humble Hawksbill. – Текст : электронный. – URL: <https://docs.ros.org/en/humble/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Клоуз, Ч. Оптимизация кода для ARM. Практическое руководство для разработчиков / Ч. Клоуз ; перевод с английского. – Москва : ДМК-Пресс, 2022. – 350 с. – ISBN 978-5-93700-154-2.
2. Грегг, Б. Системное программирование под Linux. Производительность / Б. Грегг ; перевод с английского. – Москва : ДМК-Пресс, 2022. – 800 с. – ISBN 978-5-93700-123-4.
3. Таненбаум, Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос ; перевод с английского. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 1120 с. – ISBN 978-5-496-03022-1.

4. Бутенко, В. Н. Проектирование и анализ систем реального времени / В. Н. Бутенко, А. И. Гурова. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2021. – 180 с. – ISBN 978-5-9275-3678-4.
5. ONNX Runtime Documentation. – Текст : электронный. – URL: <https://onnxruntime.ai/docs/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
6. OpenVINO Toolkit Documentation. – Текст : электронный. – URL: <https://docs.openvino.ai/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
7. TFLite Benchmark Tool Documentation. – Текст : электронный. – URL: <https://www.tensorflow.org/lite/performance/measurement> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный (доступ через зеркала).
8. perf: Linux Profiling Documentation. – Текст : электронный. – URL: <https://perf.wiki.kernel.org/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
9. Valgrind Documentation. – Текст : электронный. – URL: <https://valgrind.org/docs/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
10. ARM Developer Documentation (NEON, VFP). – Текст : электронный. – URL: <https://developer.arm.com/architectures/instruction-sets/simd-isas/neon> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Мониторинг и управление производительностью систем».
2. Фонд оценочных средств по дисциплине «Мониторинг и управление производительностью систем».

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ROS 2 Documentation (Humble Hawksbill) – Официальная документация по ROS2, включая tutorial-ы по launch-файлам, топикам, нодам и профилированию. – URL: <https://docs.ros.org/en/humble/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
2. ONNX Runtime Documentation – Документация по оптимизации инференса нейросетей (альтернатива NVIDIA TensorRT). – URL: <https://onnxruntime.ai/docs/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
3. OpenVINO Toolkit Documentation – Документация по инструментарию Intel для оптимизации нейросетей на CPU, GPU и NPU. – URL: <https://docs.openvino.ai/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
4. ARM NEON Documentation – Официальная документация по SIMD-инструкциям ARM NEON для оптимизации вычислений. – URL: <https://developer.arm.com/architectures/instruction-sets/simd-isas/neon> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
5. ARM VFP Documentation – Официальная документация по Floating Point Unit ARM VFP. – URL: <https://developer.arm.com/architectures/instruction->

- sets/floating-point (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
6. perf Wiki (Linux profiling) – Документация по системному профилировщику perf для анализа производительности. – URL: <https://perf.wiki.kernel.org/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 7. Valgrind Documentation – Документация по инструментам профилирования (Callgrind) и анализа памяти. – URL: <https://valgrind.org/docs/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 8. TFLite Benchmark Tool – Инструмент для бенчмаркинга TensorFlow Lite моделей на мобильных и встраиваемых платформах. – URL: <https://www.tensorflow.org/lite/performance/measurement> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный (доступ через зеркала).
 9. Elsevier Books (ARM Assembly) – Учебники по ARM ассемблеру и низкоуровневой оптимизации (Pyeatt L.D.). – URL: <https://shop.elsevier.com/books/arm-64-bit-assembly-language/pyeatt/978-0-12-819221-4> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 10. GitLab CI/CD Documentation – Документация по непрерывной интеграции и поставке (альтернатива GitHub Actions). – URL: <https://docs.gitlab.com/ee/ci/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 11. SourceCraft (Яндекс) – Российская CI/CD платформа для автоматизации сборки и развертывания. – URL: <https://sourcecraft.dev/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 12. GitFlic – Российская Git-платформа со встроенным CI/CD и Container Registry. – URL: <https://gitflic.ru/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 13. Hugging Face Mirror – Зеркало Hugging Face для загрузки предобученных моделей (доступно на территории РФ). – URL: <https://hf-mirror.com/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 14. Habr (DevOps / Robotics) – Профильные статьи на русском языке по DevOps, мониторингу и робототехнике. – URL: <https://habr.com/ru/hub/devops/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный.
 15. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – Поиск научных публикаций и статей по тематике производительности систем. – URL: <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный (регистрация).
 16. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – Электронные учебные издания по программированию, операционным системам и real-time системам. – URL: <http://www.biblioclub.ru/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: по подписке.
 17. ЭБС IPRbooks – Электронные учебные издания по программной инженерии и системам реального времени. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: по подписке.
 18. ЭБС «Лань» – Электронные учебные издания по компьютерным наукам и робототехнике. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: по подписке.
 19. Научная библиотека СКФУ – Доступ к печатным и электронным изданиям университета. – URL: <https://find.ncfu.ru/> (дата обращения: 15.05.2026). – Режим доступа: свободный (из сети СКФУ).

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU -URL: <https://www.elibrary.ru> (доступ к научным публикациям по тематике IaC, Platform Engineering, DevOps).
2. Электронно-библиотечная система «Лань» -URL: <https://e.lanbook.com> (доступ к учебной литературе по программной инженерии).
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks -URL: <https://www.iprbookshop.ru> (доступ к учебной литературе).
4. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» -URL: <http://www.biblioclub.ru> (доступ к учебной литературе).
5. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» -URL: <http://www.consultant.ru> (нормативно-правовые документы в области информационной безопасности и стандартизации).
6. Официальный интернет-портал правовой информации -URL: <http://pravo.gov.ru> (нормативные правовые акты Российской Федерации).
7. Портал «Национальная программная платформа» -URL: <https://национальнаяпрограммнаяплатформа.рф> (реестр отечественного программного обеспечения)

Программное обеспечение:

1. Ubuntu 22.04 / 24.04 LTS – Базовая операционная система для разработки, совместимая с ROS2, Gazebo и инструментами профилирования. Лицензия: свободная (GPL). Доступна для скачивания на территории РФ.
2. ROS 2 (Humble / Iron) – Фреймворк для разработки робототехнических систем, включающий инструменты профилирования узлов (ros2 topic hz, rqt_graph, rqt_console). Лицензия: Apache 2.0. Доступен через официальные репозитории.
3. ONNX Runtime – Оптимизатор инференса нейросетей (полноценная замена NVIDIA TensorRT). Используется для FP16/INT8-квантизации и ускорения нейросетевых пайплайнов. Лицензия: Apache 2.0. Доступен через `pip install onnxruntime`.
4. OpenVINO Toolkit (Intel) – Инструментарий для оптимизации нейросетей на CPU, GPU и NPU (альтернатива TensorRT). Лицензия: Apache 2.0. Доступен для скачивания на территории РФ.
5. Docker CE / Podman – Системы контейнеризации для воспроизводимости среды выполнения. Рекомендуется использовать с альтернативными Container Registry (GitLab Container Registry, Yandex Container Registry, Harbor). Лицензия: Apache 2.0. Доступны на территории РФ.
6. Git – Система контроля версий для управления исходным кодом лабораторных работ. Лицензия: GPL. Доступен на территории РФ.
7. perf (Linux profiling) – Системный профилировщик для анализа производительности C++ кода, сбора статистики по CPU-циклам, кэш-промахам и инструкциям. Лицензия: GPL. Входит в состав дистрибутивов Linux.

8. Valgrind (Callgrind) – Инструмент для детального профилирования вызовов функций и анализа использования памяти. Лицензия: GPL. Доступен через пакетный менеджер (apt install valgrind).
9. Python 3.9+ – Язык программирования для реализации скриптов профилирования, бенчмаркинга и анализа данных. Лицензия: PSF. Доступен на территории РФ.
10. C++17 / GCC / Clang – Язык и компиляторы для реализации высокопроизводительных алгоритмов. Поддерживают флаги оптимизации -O2, -O3, -mfpu=neon. Лицензия: GPL / Apache 2.0. Доступны на территории РФ.
11. Visual Studio Code – Среда разработки с поддержкой удалённых расширений для C++ и Python. Лицензия: MIT. Доступен для скачивания на территории РФ.
12. ONNX / TFLite Benchmark Tool – Инструменты для бенчмаркинга нейросетевых моделей на целевых платформах. Лицензия: Apache 2.0. Доступны через pip install onnx onnxruntime и официальные репозитории TensorFlow.
13. GitLab CI / SourceCraft (Яндекс) – CI/CD платформы для автоматизации запуска бенчмарков и проверки производительности. Лицензия: свободная / российская. SourceCraft доступен по адресу sourcecraft.dev.
14. Harbor / GitLab Container Registry – Альтернативные Container Registry для хранения и скачивания Docker-образов (замена Docker Hub). Harbor – свободная лицензия (Apache 2.0), GitLab Container Registry входит в состав GitLab.
15. Prometheus + Grafana / «Графиня» – Системы мониторинга и визуализации метрик производительности. Prometheus и Grafana – Apache 2.0. «Графиня» – российский форк Grafana, включён в реестр отечественного ПО.
16. py-spy / cProfile – Профилировщики Python-кода для анализа времени выполнения скриптов бенчмаркинга. Лицензия: MIT (py-spy), PSF (cProfile). Доступны на территории РФ.
17. Gazebo / Ignition – Симуляторы роботов для тестирования пайплайнов управления и навигации. Лицензия: Apache 2.0. Доступны через официальные репозитории.
18. TurtleBot3 / ROS2 Simulation Packages – Пакеты симуляции для отработки профилирования и оптимизации. Лицензия: Apache 2.0. Доступны через репозитории ROS2.
19. hf-mirror.com (Hugging Face Mirror) – Зеркало для загрузки предобученных моделей нейросетей (YOLO, ResNet и др.). Доступно на территории РФ. Используется для получения весов моделей без прямого доступа к Hugging Face Hub.
20. Astra Linux Special Edition (опционально) – Российская операционная система для выполнения лабораторных работ в среде импортозамещения. Лицензия: российская (включена в реестр отечественного ПО). Доступна для образовательных учреждений.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических

работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.