

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ "НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ
И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА
МОСКВЫ"

Протокол № 1

от 30.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОГРАММИСТОВ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	2	72	0	0	48		24	0	З
8	2	72	12	0	24		9	0	Э
Итого	4	144	12	0	72	0	33	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина направлена на формирование у студентов практических навыков применения численных методов для решения задач управления, локализации, навигации и планирования траекторий в робототехнических системах. Особое внимание уделяется реализации алгоритмов на языках C/C++ и Python в среде ROS, работе с сенсорами и применению численных методов для решения реальных инженерных задач.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины является формирование у студентов компетенций, необходимых для:

применения численных методов (решение ОДУ, оптимизация, интерполяция, фильтрация) для моделирования и управления робототехническими системами;
реализации алгоритмов локализации и планирования траекторий в среде ROS;
анализа и обработки данных с сенсоров с использованием вероятностных методов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы базовые знания по математическому анализу, линейной алгебре, теории вероятностей, программированию (C++, Python), основам робототехники и ROS. Дисциплина является практико-ориентированной и служит основой для последующего изучения специальных курсов по интеллектуальным системам управления, компьютерному зрению, SLAM, а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектно-конструкторский			
Разработка и сопровождение эксплуатации	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные	ПК-6.1 [1] - Способен выполнять разработку и обеспечивать	З-ПК-6.1[1] - Знать основные принципы и особенности

мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях	робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	сопровождение эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	разработки и сопровождения эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; У-ПК-6.1[1] - Уметь выполнять разработку и обеспечивать сопровождение эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; В-ПК-6.1[1] - Владеть навыками разработки и сопровождения эксплуатации мехатронных, киберфизических и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях
---	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование

	научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/0/24		25	КИ-8	З-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
2	Второй раздел	9-16	0/0/24		25	КИ-16	З-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		0/0/48		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	З-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/0/16		25	КИ-8	З-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
2	Второй раздел	9-12	4/0/8		25	КИ-12	З-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/0/24		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	З-ПК-6.1, У-ПК-6.1, В-ПК-6.1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	0	0	48
1-8	Первый раздел	0	0	24
1 - 2	Введение в численные методы Основы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Эйлера, метод Рунге-Кутты). Интерполяция и аппроксимация (полиномиальная интерполяция, метод наименьших квадратов). Численное интегрирование (метод прямоугольников, трапеций, Симпсона). Реализация методов на C++ и Python.	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Моделирование движения робота Применение численного интегрирования для моделирования кинематики и динамики колёсного робота. Сравнение точности методов Эйлера и Рунге-Кутты. Визуализация траектории.	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Численная оптимизация Методы безусловной оптимизации (градиентный спуск, метод Ньютона). Условная оптимизация (метод множителей Лагранжа). Применение для настройки параметров PID-регулятора и калибровки сенсоров	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Оптимизация траекторий Реализация градиентного спуска для оптимизации траектории робота с учётом ограничений. Оценка влияния шага итерации на сходимость	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	0	24
9 - 10	Вероятностные методы в робототехнике Основы теории вероятностей и байесовской фильтрации. Фильтр Калмана: линейный фильтр Калмана, расширенный фильтр Калмана (EKF). Фильтр частиц (Particle Filter): принципы работы, ресемплинг	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Реализация фильтрации Реализация фильтра Калмана и фильтра частиц на C++ в среде ROS. Тестирование на симуляционных данных с добавлением шума.	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Алгоритмы планирования траекторий Постановка задачи планирования пути. Алгоритмы поиска на графах: A, Dijkstra. Алгоритмы на основе выборки: RRT, RRT*. Локальные планировщики: Dynamic Window	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0

	Approach (DWA)			
15 - 16	Интеграция планировщиков в ROS Реализация A* и DWA в среде ROS, визуализация в RViz, симуляция в Gazebo. Настройка параметров планировщиков	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
	8 Семестр	12	0	24
1-8	Первый раздел	8	0	16
1 - 3	Локализация мобильных роботов Марковская локализация. Адаптивный фильтр частиц (AMCL). Сравнение эффективности фильтра Калмана и фильтра частиц. Интеграция одометрии и данных лидара	Всего аудиторных часов		
		3	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 6	Реализация AMCL и анализ производительности Изучение алгоритма AMCL, как работает выборка, ресемплинг, адаптация. Борьба с вырождением, потерей локализации, методы восстановления. Интеграция с картой. Лапуск AMCL на реальных данных (или расширенной симуляции) с изменением параметров и оценка среднеквадратичной ошибки позиционирования. Студенты пишут скрипты для сбора статистики и визуализации траекторий	Всего аудиторных часов		
		3	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Планирование и управление движением Интеграция глобального и локального планирования. Управление с прогнозирующей моделью (MPC). Обход динамических препятствий	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	Второй раздел	4	0	8
9	Оптимизация траекторий с учётом кинематических ограничений Постановка задачи оптимизации траектории – минимизация времени, энергии или длины пути при ограничениях на скорость, ускорение и кривизну. Методы прямой и обратной кинематики для учёта модели робота. Реализация собственного локального планировщика на основе DWA с модифицированной функцией оценки (например, добавление штрафа за отклонение от глобального пути). Тестирование в Gazebo, сравнение со стандартным DWA	Всего аудиторных часов		
		1	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	Применение численных методов в SLAM Постановка задачи одновременной локализации и построения карты (SLAM). Фильтр Калмана в SLAM – расширенный фильтр Калмана (EKF-SLAM) с совместным состоянием. Уравнения обновления ориентиров, проблема ассоциации данных. Реализация простого EKF-SLAM для 2D-случая с использованием симуляционных данных. Студенты программируют этапы предсказания и коррекции, отображают траекторию и оценку положения ориентиров	Всего аудиторных часов		
		1	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Фильтр частиц Принципы работы FastSLAM – разделение задачи на локализацию с помощью фильтра частиц и оценку карты с помощью фильтра Калмана для каждой частицы. Преимущества и недостатки по сравнению с EKF-SLAM. Реализация базового FastSLAM на Python или C++ для	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0

	симуляционного набора данных. Сравнение вычислительной сложности и точности с EKF-SLAM			
--	--	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	Лабораторная работа 1 Численное решение ОДУ: методы Эйлера и Рунге Кутты. Реализация явного и неявного методов Эйлера, метода Рунге Кутты 4 го порядка для моделирования движения робота. Сравнение точности и устойчивости при разных шагах
3 - 4	Лабораторная работа 2 Интерполяция и аппроксимация траекторий. Построение интерполяционных полиномов Лагранжа и Ньютона, сглаживание методом наименьших квадратов. Применение для восстановления траектории по дискретным точкам
5 - 6	Лабораторная работа 3 Численное интегрирование при расчёте пройденного пути. Реализация методов прямоугольников, трапеций и Симпсона. Оценка погрешности на тестовых функциях и на реальных данных сенсоров
7 - 8	Лабораторная работа 4 Градиентный спуск для оптимизации параметров PID регулятора. Реализация алгоритма градиентного спуска с постоянным и адаптивным шагом. Настройка коэффициентов PID на симуляционной модели
9 - 10	Лабораторная работа 5 Фильтр Калмана для оценки положения робота. Реализация линейного фильтра Калмана на C++ с использованием библиотеки Eigen. Оценка положения по данным одометрии и имитации GPS
11 - 12	Лабораторная работа 6 Расширенный фильтр Калмана для локализации. Реализация EKF с линеаризацией нелинейной модели движения и наблюдения. Тестирование на данных с шумом
13 - 14	Лабораторная работа 7 Фильтр частиц для глобальной локализации. Реализация фильтра частиц с ресемплингом. Сравнение с EKF по точности и времени вычислений
15 - 16	Лабораторная работа 8 Планирование траектории алгоритмом A*. Реализация A* на сеточной карте, выбор эвристики, визуализация пути. Оценка времени работы и длины пути
	<i>8 Семестр</i>
1 - 4	Лабораторная работа 1

	Настройка и анализ AMCL в ROS. Запуск адаптивного фильтра частиц (AMCL) в среде ROS с виртуальным роботом. Подбор параметров. Оценка точности локализации
5 - 8	Лабораторная работа 2 Интеграция глобального и локального планирования в move_base. Настройка глобального планировщика A* и локального DWA в ROS. Тестирование на карте с препятствиями, анализ поведения при динамических объектах
9 - 10	Лабораторная работа 3 Реализация EKF SLAM в симуляции. Разработка EKF SLAM для 2D случая с ориентирами. Визуализация траектории и оценённых позиций ориентиров. Анализ сходимости
11 - 12	Лабораторная работа 4 Реализация FastSLAM и сравнение с EKF SLAM. Реализация базового FastSLAM. Сравнение по точности и вычислительной сложности на одном наборе данных

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются активные и интерактивные методы обучения: лекции с мультимедийным сопровождением, лабораторные работы в малых группах, работа с реальным оборудованием, разбор типовых неисправностей, групповые дискуссии. Применяются информационные технологии для моделирования и виртуальных измерений.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-6.1	З-ПК-6.1	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-6.1	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-6.1	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	А
85-89	4 – «хорошо»		В

75-84	3 – «удовлетворительно»		C
70-74			D
65-69			
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Цель методических рекомендаций для студентов – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Учебно-методические материалы выдаются преподавателем в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и лабораторных работ, а лишь их кратким содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке к выполнению лабораторных работ и к экзамену.

Следует помнить, что в экзаменационные вопросы не входит материал, который не был прочитан на лекциях или отработан на лабораторных занятиях. Тем не менее, для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет-ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно выдаваемой в электронном виде, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций (в 8-м семестре) и лабораторных занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса и приёма самостоятельной работы используются тестовые технологии, а также защита лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к контрольным мероприятиям, а также выполнение и оформление лабораторных работ.

В процессе лабораторных занятий, выполняемых согласно учебному плану по дисциплине «Численные методы для инженеров-программистов микроконтроллеров», студенты закрепляют изучаемый материал, самостоятельно реализуя численные алгоритмы на C++ и Python в среде ROS.

Изучение разделов дисциплины, выполнение лабораторных заданий, подготовка к контрольным мероприятиям включает в себя две части: теоретическую и прикладную – непосредственную реализацию алгоритмов.

Теоретическая часть предполагает проработку разделов курса, относящихся к лабораторной или контрольной работе. Необходимо определить раздел курса выполняемой работы, уяснить основные принципы численных методов и алгоритмов, ознакомиться с типовыми примерами, приведёнными в рекомендуемой литературе. После этого следует приступать к выполнению лабораторного задания.

В конце освоения дисциплины студент сдаёт экзамен, где ему предлагается ответить в устной форме на теоретический вопрос и продемонстрировать практические навыки работы с кодом.

Студент получает неудовлетворительную оценку, если он имеет менее 50 баллов и не смог продемонстрировать ключевые теоретические знания и навыки по данной дисциплине и не справился с практическим заданием.

Студент получает удовлетворительную оценку (50 и более баллов), если продемонстрировал ключевые теоретические знания и навыки, изучаемые в данной дисциплине, и успешно защитил все лабораторные работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Общие рекомендации.

Главное внимание в преподавании курса «Численные методы для инженеров-программистов микроконтроллеров» необходимо сосредоточить на овладении студентами знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для:

- применения численных методов для моделирования и управления робототехническими системами;
- реализации алгоритмов локализации и планирования траекторий;
- интеграции численных методов в ROS-пакеты и их отладки на реальных данных.

Для изучения дисциплины необходимо владение базовыми знаниями, умениями и навыками в области математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей, программирования (C++, Python) и основ робототехники.

Знания, умения, навыки и компетенции должны реализовываться в ходе всех видов учебных занятий, а также при организации самостоятельной работы студентов.

Структуризация учебного материала исключает дублирование пройденного материала и предполагает достижение нового качества подготовки студентов на их базе.

2. Цели и задачи курса.

По дисциплине «Численные методы для инженеров-программистов микроконтроллеров» учебным планом предусмотрены лекционные занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

Основными видами учебных занятий являются лабораторные работы, которые должны носить системный характер и обеспечивать практическое освоение численных методов.

Лекции имеют цель:

- дать систематизированные основы научных знаний по курсу;
- сконцентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых проблемах (вопросах) численных методов.

В ходе проведения лекционных занятий следует обращать внимание на необходимость более полного усвоения студентами учебного материала путём применения интерактивных методов и средств активизации их учебно-познавательной деятельности.

Целью лабораторных занятий является применение на практике теоретического материала дисциплины, более глубокое понимание принципов работы численных алгоритмов и привитие студентам навыков самостоятельной работы с кодом.

На основе усвоенных теоретических основ курса и выполненных лабораторных работ студент допускается к экзамену.

3. Требования к уровню освоения содержания курса.

Текущий контроль результатов обучения, как правило, осуществляется в процессе лабораторных занятий и проводится в форме тестирования и защит отчётов по лабораторным работам.

Контроль знаний и умений студентов отличается объективностью, обладает высокой степенью дифференциации испытуемых по уровню знаний и умений.

Промежуточная аттестация представляет собой заключительный этап контроля знаний, умений, навыков и компетенций, приобретённых студентами при изучении дисциплины.

Автор(ы):

Максимкин Александр Игоревич