

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Системное программное обеспечение автономных сервисных
роботов

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления)

Направленность: Автономные сервисные роботы

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - формирование компетенций в области программного решения задач позиционирования автономных движущихся робототехнических объектов.

Задачи:

- изучаются способы построения программ-компонентов в фреймворке ROS, а также способы коммуникации таких программ-компонентов,
- рассматриваются предлагаемые и реализованные в фреймворке решения задач локализации, навигации, ориентации, одновременной локализации и построения карты для автономных движущихся объектов,
- самостоятельно разрабатывается подобное решение, выясняются особенности, возникающие в процессе программирования мехатронной и робототехнической системы.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

методы автономной локализации, навигации, ориентации для робототехнической системы; теоретические модели в задачах и методах локализации, навигации и ориентации для автономных движущихся робототехнических объектах; фреймворк ROS; создание программ в фреймворке ROS

1.3. Входные требования

информатика, программирование, основы мехатроники и робототехники

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1пк-1.4	Знает теоретические модели в задачах и методах локализации, навигации и ориентации для автономных движущихся робототехнических объектах; теоретическое строение фреймворка ROS, а также способы коммуникации компонентов, предлагаемых этим фреймворком; алгоритмы локализации, навигации и ориентации в фреймворке ROS, а также знания о способе самостоятельной разработке таких алгоритмов	Знает структуру и основные компоненты программного обеспечения автономных сервисных роботов.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-2пк-1.4	Умеет применять методы в задачах автономных движущихся объектов; применять алгоритмы, разработанные в фреймворке ROS; применять алгоритмы локализации, навигации и ориентации на реальных или симулированных мехатронных и робототехнических системах с помощью фреймворка ROS.	Умеет применять современные средства разработки и адаптации программного обеспечения автономных сервисных роботов.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.4	ИД-3пк-1.4	Владеет навыками практического применения и использования указанных методов, освоение знаний о необходимых начальных условиях для решения задач автономных движущихся объектов рассматриваемыми методами; разработки алгоритмов и интерфейсов в фреймворке ROS с учётом ограничений накладываемых задачами и самим фреймворком; создания программ в фреймворке ROS решающих задачи локализации, навигации, ориентации, одновременной локализации и построения карты для автономного движущегося объекта.	Владеет навыками проектирования и практической реализации системного и прикладного программного обеспечения автономных сервисных роботов.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Структура системного программного обеспечения	8	8	8	40
<p>Тема 1. Ноды и топики. Запуск примеров. Граф взаимодействий нод. О топиках и типах сообщений в них. Консольные команды для получения сведений о запущенном стеке. Утилита визуализации <code>rqt_graph</code>. Сервисы, как способ общаться напрямую с нодами.</p> <p>Тема 2. Файловая иерархия и пакеты. Описание требуемой иерархии каталогов и файлов в пакете. Разбор <code>CMakeLists.txt</code>. Разбор <code>package.xml</code>. Консольные команды для создания и сборки пакетов.</p> <p>Тема 3. Примеры проектирования читателей и писателей. Создание пакета, настройка <code>CMakeLists.txt</code>, <code>package.xml</code>. Написание и объяснение кода на C++ с использованием ROS.</p> <p>Тема 4. Обмен сообщения кастомного типа . Дополнительные сведения про иерархию каталогов в пакете. Обзор существующих типов сообщений в ROS. Обзор сгенерированных классов сообщений. Написание и объяснение кода на C++ с использованием ROS.</p>				
Работа с основными системными функциями	10	8	10	86
<p>Тема 5. Работа с сервисами. Понятие сервиса. Генерирование собственного типа сервиса. Написание на C++ сервера для обработки сервиса. Подготовка <code>CMakeLists.txt</code>, <code>package.xml</code>. Запросы к серверу из консоли. Запросы к серверу с клиента, написанного на C++ с использованием ROS.</p> <p>Тема 6. Работа с RVIZ. Назначение и актуальность визуализатора. Пример визуализации сообщения, посланного в консоль. Проектирование писателя с возможностью визуализации в RVIZ. Демонстрация настройки RVIZ для визуализации конкретных сообщений. Углубленный пример работы с RVIZ.</p> <p>Тема 7. Знакомство с Launch файлами. Назначение. Простейший пример и демонстрация структуры файла. Запуск написанных ранее нод через <code>launch</code> файл. Дополнительные возможности.</p> <p>Тема 8. Работа с TF. Назначение пакета <code>TransForm</code>. Подготовка пакета, <code>CMakeLists.txt</code>, <code>package.xml</code>. Написание и объяснение кода на C++ с использованием ROS и TF. Визуализация внутреннего дерева TF.</p> <p>Тема 9. Введение в SLAM. Постановка задачи SLAM. Высокоуровневое описание подхода, использующего фильтр. Калмана для решение задачи SLAM. Предъявление</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
алгоритма gMapping как пакета в ROS, решающего задачу SLAM. Типовые ошибки работы с пакетами. Подготовка launch файла. Визуализация работы SLAM gapping. Тема 10. Введение в navigation stack. Назначение ROS пакетов, входящих в состав navigation stack. Демонстрация работы ноды, сохраняющей и загружающей в память карты, построенной в результате работы алгоритма SLAM. Назначение ноды локализации. Описание базовой ноды. Описание работы планировщика пути. Разбор launch файла, запускающего полный стек. Обзор файлов параметров для нод navigation stack. Обзор симулятора Gazebo. Запуск стека в эмуляторе.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	16	18	126
ИТОГО по дисциплине	18	16	18	126

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Введение в среду. Детальное представление о среде и работа с Промоботом
2	Базовые пакеты ROS: Rviz и tf
3	SLAM
4	Navigation stack
5	EKF SLAM & gMapping
6	Gazebo

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Реализация программы-писателя на ROS
2	Взаимодействие посредством пользовательского типа сообщений в ROS
3	Использование базовых пакетов ROS: RVIZ, TF
4	Использование пакетов навигационного стека
5	Использование пакета Gazebo

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Разработка программного обеспечения в операционной системе автономного сервисного робота

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.
--

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
-------	---	-------------------------------------

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Вычислительная техника в робототехнических системах и гибких автоматизированных производствах / В. З. Рахманкулов [и др.]. - Москва: , Высш. шк., 1986. - (Робототехника и гибкие автоматизированные производства : учебное пособие для втузов : в 9 кн.; Кн. 4).	6
2	Молчанов А. Ю. Системное программное обеспечение : учебник для вузов / А. Ю. Молчанов. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2010.	3
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Прототипирование сетевой системы управления. Разработка Windows-приложения удаленного контроллера прототипа работа-официанта на базе PROMOVOT V.4 : методические указания к лабораторной работе № 8 / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; сост. О. В. Гончаровский. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	5
2	Ч. 2. - М.: , Дрофа, 2008. - (Программирование автоматизированного оборудования : учебник для вузов : в 2 ч.; Ч. 2).	6
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Заславский М.М. Системное программное обеспечение автономных сервисных роботов. Конспект лекций	http://lk.at.pstu.ru	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10
Лабораторная работа	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10
Лекция	Персональный компьютер с выходом в Интернет	1
Практическое занятие	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Системное программное обеспечение автономных сервисных роботов»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Автономные сервисные роботы

Квалификация выпускника: Магистр

Выпускающая кафедра: Автоматика и телемеханика

Форма обучения: Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой: 3 семестр

Курсовой проект: 3 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям и зачета с оценкой. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Т/КР	Защита КР	Зачет с оценкой
Усвоенные знания						
З.1 знать теоретические модели в задачах и методах локализации, навигации и ориентации для автономных движущихся робототехнических объектах; теоретическое строение фреймворка ROS, а также способы коммуникации компонентов, предлагаемых этим фреймворком; алгоритмы локализации, навигации и ориентации в фреймворке ROS, а также знания о способе самостоятельной разработке таких алгоритмов		ТО1		КР		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь применять методы в задачах автономных движущихся объектов; применять алгоритмы, разработанные в фреймворке ROS; применять алгоритмы локализации, навигации и ориентации на реальных или смоделированных мехатронных и робототехнических системах с помощью фреймворка			ОП31 - ОП36	КР		ПЗ

ROS.						
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками применения и использования указанных методов, освоение знаний о необходимых начальных условиях для решения задач автономных движущихся объектов рассматриваемыми методами; разработки алгоритмов и интерфейсов в фреймворке ROS с учётом ограничений накладываемых задачами и самим фреймворком; создания программ в фреймворке ROS решающих задачи локализации, навигации, ориентации, одновременной локализации и построения карты для автономного движущегося объекта.			ОЛР1 - ОЛР5	КР	КР	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР/ОПЗ – отчет по лабораторной работе/практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа, курсовая работа/проект); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена/зачета с оценкой.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям (после изучения каждого модуля учебной дисциплины) и курсовой работы (после изучения всех модулей учебной дисциплины).

Всего запланировано 6 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Защита отчета по лабораторной работе проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Тема курсового проекта приведена в РПД. Курсовой проект содержит практическое задание – разработать программное обеспечение в операционной системе автономного сервисного робота.

Защита курсового проекта проводится индивидуально каждым студентом путем собеседования и демонстрации результатов разработки программного обеспечения. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета с оценкой устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для зачета с оценкой

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Запуск примеров.

2. Граф взаимодействий нод.
3. О топиках и типах сообщений в них.
4. Консольные команды для получения сведений о запущенном стеке.
5. Утилита визуализации `rqt_graph`.
6. Сервисы, как способ общаться напрямую с нодами.
7. Описание требуемой иерархии каталогов и файлов в пакете.
8. Разбор `CMakeLists.txt`.
9. Разбор `package.xml`.
10. Консольные команды для создания и сборки пакетов.
11. Создание пакета, настройка `CMakeLists.txt`, `package.xml`.
12. Написание и объяснение кода на C++ с использованием ROS.
13. Дополнительные сведения про иерархию каталогов в пакете.
14. Обзор существующих типов сообщений в ROS.
15. Обзор сгенерированных классов сообщений.
16. Написание и объяснение кода на C++ с использованием ROS.
17. Понятие сервиса. Генерирование собственного типа сервиса.
18. Написание на C++ сервера для обработки сервиса.
19. Подготовка `CMakeLists.txt`, `package.xml`.
20. Запросы к серверу из консоли.
21. Запросы к серверу с клиента, написанного на C++ с использованием ROS.
22. Назначение и актуальность визуализатора. Пример визуализации сообщения, посланного в консоль.
23. Проектирование писателя с возможностью визуализации в RVIZ.
24. Демонстрация настройки RVIZ для визуализации конкретных сообщений. Углубленный пример работы с RVIZ.
25. Простейший пример и демонстрация структуры файла. Запуск написанных ранее нод через `launch` файл. Дополнительные возможности.
26. Назначение пакета `TransForm`. Подготовка пакета, `CMakeLists.txt`, `package.xml`.
27. Написание и объяснение кода на C++ с использованием ROS и TF.
28. Визуализация внутреннего дерева TF.
29. Постановка задачи SLAM.
30. Высокоуровневое описание подхода, использующего фильтр Калмана для решения задачи SLAM.
31. Предъявление алгоритма `gMapping` как пакета в ROS, решающего задачу SLAM.
32. Типовые ошибки работы с пакетами. Подготовка `launch` файла. Визуализация работы SLAM `gapping`.
33. Назначение ROS пакетов, входящих в состав `navigation stack`.
34. Демонстрация работы ноды, сохраняющей и загружающей в память карты, построенной в результате работы алгоритма SLAM.
35. Назначение ноды локализации.
36. Описание базовой ноды.
37. Описание работы планировщика пути.
38. Разбор `launch` файла, запускающего полный стек.

39. Обзор файлов параметров для нод navigation stack.
40. Обзор симулятора Gazebo. Запуск стека в эмуляторе.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Реализация программы-писателя на ROS.
2. Взаимодействие посредством пользовательского типа сообщений в ROS.
3. Использование базовых пакетов ROS: RVIZ, TF.
4. Использование пакетов навигационного стека.
5. Использование пакета Gazebo.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете с оценкой

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета с оценкой.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета с оценкой для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете с оценкой считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета с оценкой используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.