

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

ROS и основы робототехнических операционных систем

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заместитель директора центра Кокунин П.А. (Научно-исследовательский центр Центр превосходства Специальная робототехника и искусственный интеллект, Институт вычислительной математики и информационных технологий), PAKokunin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия и теории сенсорных систем;
- основы программирования на фреймворке ROS;
- основные понятия и паттерны программирования.

Должен уметь:

- писать программные модули для реальных роботов;
- моделировать робота в фреймворке ROS;
- самостоятельно писать программы на фреймворке ROS.

Должен владеть:

- методами исследования сенсорных систем и их взаимодействия;
- навыкам самостоятельного написания программы на фреймворке ROS;
- навыками работы с научной литературой и другими источниками информации.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания и навыки в практической деятельности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 "Мехатроника и робототехника (Робототехника и искусственный интеллект)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 27 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 45 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в ROS: определение, ос- новные понятия и концепция.	6	2	0	2	0	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Установка, настройка и работа с па-кетами ROS.	6	2	0	2	0	0	0	2
3.	Тема 3. Основы работы с ROS и управления пакетами.	6	2	0	2	0	0	0	2
4.	Тема 4. Программирование в ROS (Python или C++).	6	3	0	2	0	0	0	2
5.	Тема 5. Симуляторы. ROS Stage, Gazebo. Сервисы ROS.	6	4	0	5	0	0	0	3
6.	Тема 6. Интеграция ROS в Gazebo.	6	3	0	4	0	0	0	2
7.	Тема 7. Моделирование робототехники.	6	3	0	2	0	0	0	2
8.	Тема 8. Работа с активными датчиками в ROS (ультразвуковой датчик, инфракрасный дат-чик)	6	4	0	5	0	0	0	3
9.	Тема 9. Работа с пассивными датчиками в ROS (GPS/IMU, акселерометр, гироскоп).	6	4	0	4	0	0	0	3
10.	Тема 10. Согласование оптических датчиков с ROS.	6	3	0	4	0	0	0	2
11.	Тема 11. Визуализация и анализ данных в ROS.	6	3	0	2	0	0	0	2
12.	Тема 12. Групповое управление роботами через ROS.	6	3	0	2	0	0	0	2
	Итого		36	0	36	0	0	0	27

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в ROS: определение, основные понятия и концепция.

Тема 1. Введение в ROS: определение, основные понятия и концепция.

Что такое ROS (Robot Operating System) и зачем она нужна. Основные компоненты ROS и как они работают вместе. Архитектура ROS и принципы ее работы. ROS-узлы (ноды), сервисы и параметры, их назначение и использование. Плагины в ROS. Применение ROS в системах сенсорики и оучствления роботов для улучшения их работы.

Тема 2. Установка, настройка и работа с па-кетами ROS.

Тема 2. Установка, настройка и работа с пакетами ROS.

Установка и настройка ROS на компьютере. Работа с основными компонентами ROS: узлами, сервисами и параметрами. Управление пакетами ROS: установка, обновление и удаление пакетов. Примеры использования пакетов ROS в реальных проектах робототехники.

Тема 3. Основы работы с ROS и управления пакетами.

Тема 3. Основы работы с ROS и управления пакетами.

Определение и основные принципы работы ROS. Архитектура и компоненты ROS. Узлы, сервисы и параметры в ROS. Процесс установки и настройки ROS. Практическое использование ROS в системах сенсорики и оучствления.

Тема 4. Программирование в ROS (Python или C++).

Тема 4. Программирование в ROS (Python или C++).

Основные понятия и термины ROS. Программирование в ROS: создание узлов и сервисов. Работа с данными в ROS: темы, параметры и действия. Использование инструментов и сред разработки для работы с ROS.

Тема 5. Тема 5. Симуляторы. ROS Stage, Gazebo. Сервисы ROS.

Тема 5 Симуляторы. ROS Stage, Gazebo. Сервисы ROS.

Симулятор ROS Stage Simulator. Симулятор Gazebo. Версии Gazebo. Серверный и клиентский процессы. Архитектура Gazebo. Виды обзора в Gazebo. Создание, сохранение и загрузка среды симуляции. Компоненты среды симуляции. Получение данных с сенсоров робота. Моделирование робота типа Wander-bot. Управление роботом в симуляторе.

Тема 6. Тема 6. Интеграция ROS в Gazebo.

Тема 6. Интеграция ROS в Gazebo.

Интеграция ROS и Gazebo для симуляции физических процессов и взаимодействия объектов: использование Gazebo как среды для моделирования физической динамики и взаимодействия объектов, а также интеграция сенсоров и контроллеров на основе ROS. Применение и расширение возможностей интеграции ROS и Gazebo: разработка и внедрение алгоритмов планирования и управления, создание виртуальных сред для обучения и тестирования роботов, использование сенсоров виртуального мира для решения реальных задач.

Тема 7. Тема 7. Моделирование робототехники.

Тема 7. Моделирование робототехники.

Применение ROS для моделирования роботов: создание виртуальных моделей роботов и симуляция их поведения, интеграция с сенсорами и исполнительными устройствами, тестирование алгоритмов управления. Расширение возможностей моделирования роботов в ROS: использование дополнительных пакетов и инструментов для создания более реалистичных и сложных моделей роботов, применение машинного обучения для обработки данных с сенсоров виртуальных роботов.

Тема 8. Тема 8. Работа с активными датчиками в ROS (ультразвуковой датчик, инфракрасный датчик)

Тема 8. Работа с активными датчиками в ROS (ультразвуковой датчик, инфракрасный датчик).

Введение в систему сенсорики и одометрии в ROS. Принципы работы активных датчиков и их интеграция с ROS. Калибровка активных датчиков и получение точных данных с их помощью. Обработка данных с активных датчиков с использованием алгоритмов машинного обучения в ROS.

Тема 9. Тема 9. Работа с пассивными датчиками в ROS (GPS/IMU, акселерометр, гироскоп).

Тема 9. Работа с пассивными датчиками в ROS (GPS/IMU, акселерометр, гироскоп).

Введение в пассивные датчики и их использование в робототехнике. Подключение и настройка различных типов пассивных датчиков в ROS. Обработка данных, полученных от пассивных датчиков, с помощью алгоритмов машинного обучения. Применение пассивных датчиков для решения задач навигации, локализации.

Тема 10. Тема 10. Согласование оптических датчиков с ROS.

Тема 10. Согласование оптических датчиков с ROS.

Виды оптических датчиков, используемых в робототехнике. Подключение датчиков зрения к ROS и его настройка. Какие алгоритмы обработки изображения можно использовать в ROS для решения различных задач.

Тема 11. Тема 11. Визуализация и анализ данных в ROS.

Тема 11. Визуализация и анализ данных в ROS.

Визуализация данных в ROS: использование RVIZ и других инструментов. Анализ данных в ROS: обработка и фильтрация информации, получение статистики. Практические примеры использования визуализации и анализа данных в ROS для решения задач робототехники.

Тема 12. Тема 12. Групповое управление роботами через ROS.

Тема 12. Групповое управление роботами через ROS.

Принципы группового управления роботами. Разработка алгоритмов управления группой роботов через ROS. Тестирование и отладка группового управления роботами с использованием ROS.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Журнал - http://www.creativeconomy.ru/mag_rp/

Журнал - http://www.basw-ngo.by/page.php?issue_id=2855

Правительство РФ - <http://government.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проходят в интерактивной форме, предполагающей вовлечение обучающихся в обсуждение всех предложенных тем. Применяются такие формы лекционных занятий как лекция-презентация, лекция-дискуссия, проблемная лекция, видео-лекция. Студенты активно участвуют

в конструировании знаний во время круглых столов, дискуссионных площадок.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Практические занятия, семинары являются одной из основных форм образовательного процесса, ориентированной на усвоение студентами теоретического материала и выработку практических компетенций. Основной целью практических занятий является комплексный контроль усвоения пройденного материала, хода выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Подготовка к семинарам предпо-лагает самостоятельную работу студентов по изучению материала по конкретной теме.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обуча-емых, их креативные качества, формирование общекультурных и профессиональных компетен-ций.
экзамен	Экзамен проводится в письменной форме. В билет включаются тестовые вопросы, открытые во-просы и задачи из перечня вопросов для подготовки к экзамену. Студенту дается 120 минут для выполнения своего варианта экзаменационного задания. По завершению основной части экзамена обучающийся может добрать необходимые баллы в ходе устного опроса студента преподавате-лем.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" и профилю подготовки "Робототехника и искусственный интеллект".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.01 ROS и основы робототехнических операционных систем

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Джозеф, Л. Изучение робототехники с помощью Python / Джозеф Л. , пер. с англ. А. В. Корягина. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-749-7. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970607497.html> (дата обращения: 16.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 223 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014622-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1899018> (дата обращения: 20.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 223 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/textbook_58e7460f93d2e6.7688379. - ISBN 978-5-16-018528-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1995374> (дата обращения: 20.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 223 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014622-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1899018> (дата обращения: 20.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Титенок, А. В. Основы робототехники : учебное пособие / А. В. Титенок. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 236 с. - ISBN 978-5-9729-0872-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=427865> (дата обращения: 20.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Гайсина, С. В. Робототехника, 3D-моделирование, прототипирование : Реализация современных направлений в дополнительном образовании : методические рекомендации для педагогов / Гайсина С. В. - Санкт-петербург : КАРО, 2017. - 208 с. (Серия 'Педагогический взгляд') - ISBN 978-5-9925-1251-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785992512519.html> (дата обращения: 16.01.2024). - Режим доступа : по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.01 ROS и основы робототехнических операционных систем

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows