

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор


(подпись)

« 31 » 03



А.А. Каракозов

20.03.2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.01 «Системы технического зрения в робототехнике»

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
(код и наименование направления / специальности)

Направление (профиль): Системы управления робототехническими комплексами
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная
Семестр(ы)	3
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,5 / 162
Контактная работа (час.), в том числе:	55
лекции (час.)	17
лабораторные работы (час.)	34
практические (семинарские) занятия (час.)	—
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	71
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	—
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Системы технического зрения в робототехнике» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», направленность (профиль) – «Системы управления робототехническими комплексами» для 2023 года по очной форме обучения.

Составители:

заведующий кафедрой электропривода и автоматизации

промышленных установок, к.т.н., доцент _____ Розкаряка П.И.
(подпись)

старший преподаватель кафедры электропривода

и автоматизации промышленных установок _____ Бажутин Д.В.
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от «07» мая 2023 года № 5.

Заведующий кафедрой _____ Розкаряка П.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Протокол от «16» 03 2023 года № 4

Председатель _____ Гусев В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Значение дисциплины «Системы технического зрения в робототехнике» в решении общих народнохозяйственных задач заключается в том, что она рассматривает вопросы разработки систем обработки и распознавания изображений с помощью современных нейросетевых технологий, что позволяет решать сложные задачи автоматизации и управления в робототехнических системах.

Целью дисциплины является формирование у студентов теоретической базы и практических навыков разработки систем технического зрения и их интеграции в системы управления движением робототехнических устройств.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные виды систем распознавания образов;
- методы распознавание ориентации объектов на изображении относительно камеры;
- методы косвенной оценки расстояния от камеры до объекта;

уметь:

- формировать набор данных для обучения нейросетевых систем распознавания изображений;
- применять существующие методы оценки взаимного расположения объектов в видеопотоке;
- разрабатывать протоколы взаимодействия систем технического зрения и управления движением исполнительных механизмов робототехнических систем;

владеть:

- навыками обучения нейронных сетей для решения задач автоматизации робототехнических систем;
- навыками проектирования аппаратной части систем технического зрения с учетом выполняемых ими функций;
- навыками разработки алгоритмов движения робототехнических устройств на основании информации, получаемой от системы технического зрения.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способностью применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем (ПК-1).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

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

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Информатика», «Теория автоматического управления», «Теория электропривода», «Математические методы и модели», «Современные пакеты прикладных программ»; «Моделирование электромеханических систем», «Моделирование и имитация мехатронных систем», «Системы интеллектуального управления».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении государственной итоговой аттестации, подготовке квалификационной выпускной работы бакалавра и магистра.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ тем	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
1	Сверточные нейронные сети	16	2	0	4	10
2	Распознавание объектов на изображении	30	4		10	16
3	Системы распознавания жестов	24	4		8	12
4	Оценка расстояния между камерой и объектом	23	3		4	16
5	Алгоритмы управления робототехническими устройствами с использованием технического зрения	29	4		8	17
Контактная работа (дополнительная)		4				
Итого по видам занятий		126	17		34	71
Контроль		36				
ИТОГО		162				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Темы 1-6

3.2 Лекции

Тема 1. Сверточные нейронные сети

Содержание темы 1: Понятие сверточных нейронных сетей. Операции свертки. Структура сверточных нейронных сетей. Архитектуры сверточных

нейронных сетей. Создание сверточных нейронных сетей и их обучение. Точность распознавания.

Литература к теме 1: [[1](#)]

Тема 2. Распознавание объектов на изображении.

Содержание темы 2:

Методы распознавания изображения. Факторизация и нормализация изображения. Фильтрация цветowych каналов. Распознавание формы объектов. Библиотека OpenCV. Распознавание меток на объектах. Применение сверточных нейронных сетей для распознавания объекта. Подготовка набора данных. Выделение границ объекта. Особенности работы с видеопотоком.

Литература к теме 2: [[1](#)]

Тема 3. Системы распознавания жестов.

Содержание темы 3:

Определение ориентации объектов в кадре. Определение взаимного расположения объектов в кадре. Управление жестами. Понятие скелета. Распознавание жестов по видеопотоку. Система Kinect.

Литература к теме 3: [[1](#), [3](#), [4](#)]

Тема 4. Оценка расстояния между камерой и объектом.

Содержание темы 3:

Привязка размера объекта в кадре к реальным размерам. Камера глубины. Датчики расстояния. Система стереозрения. Стереотриангуляция. Построение карты глубины изображения. Разработка аппаратной части устройств стереотриангуляции.

Литература к теме 3: [[1](#)]

Тема 5. Алгоритмы управления робототехническими устройствами с использованием технического зрения.

Содержание темы 3:

Обнаружение препятствий при движении. Определение границ области свободного движения. Протоколы обмена информацией. Построение маршрута в помещении с препятствиями.

Литература к теме 3: [[2](#)]

3.3 Практические (семинарские) занятия не предусмотрены

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Определение объектов на изображении с помощью сверточных нейронных сетей	10	[1 , 5]

2	Определение объектов на изображении с помощью функции библиотеки OpenCV	4	[1, 5]
3	Определение ориентации объекта в кадре	8	[1, 5]
4	Исследование алгоритма стереотриангуляции	4	[1, 5]
5	Интеграция системы технического зрения в алгоритм управления движением мобильного робота	8	[2, 5]
Итого:		34	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	33
2	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	38
Итого:		71

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) и индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;

- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену

1. Понятие сверточных нейронных сетей.
2. Операции свертки.
3. Структура сверточ-ных нейронных сетей.
4. Архитектуры сверточных нейронных сетей.
5. Создание сверточных нейронных сетей и их обучение.
6. Точность распознавания.
7. Методы распознавания изображения.
8. Факторизация и нормализация изображения.
9. Фильтрация цветowych каналов.
10. Распознавание формы объектов.
11. Библиотека OpenCV.
12. Распознавание меток на объектах.
13. Применение сверточ-ных нейронных сетей для распознавания объекта.
14. Подготовка набора данных.
15. Выделение границ объекта.
16. Особенности работы с видеопотоком.
17. Определение ориентации объектов в кадре.
18. Определение взаимного рас-положения объектов в кадре.
19. Управление жестами.
20. Понятие скелета.
21. Распознавание жестов по видеопотоку.
22. Система Kinect.
23. Привязка размера объекта в кадре к реальным размерам.
24. Камера глубины.
25. Датчики расстояния.
26. Система стереозрения.
27. Стереотриангуляция.
28. Построение карты глубины изображения.
29. Разработка аппаратной части устройств стереотриангуляции.
30. Обнаружение препятствий при движении.
31. Определение границ области свободного движения.
32. Протоколы обмена информацией.
33. Построение маршрута в помещении с препятствиями.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Программа подготовки: магистр
 Специальность: 15.04.06 Мехатроника и робототехника
 Маг. программа: Системы управления робототехническими комплексами
 Семестр: 3
 Учебная дисциплина: Системы технического зрения в робототехнике

БИЛЕТ № 1

1. Библиотека OpenCV.
2. Протоколы обмена информацией

Утверждено на заседании каф. «Электропривод и автоматизация промышленных установок»,
протокол № ___ от __. __. 20__ г.

Зав. кафедрой _____ Розкаряка П.И.. Экзаменатор _____ Бажутин Д.В.

КРИТЕРИИ**оценивания экзаменационной работы**

по дисциплине «Системы технического зрения в робототехнике» для обучающихся по направлению подготовки: 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
(магистерская программа – «Системы управления робототехническими комплексами»)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 2 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком).

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных работ.

Правильный ответ на вопрос оценивается в двадцать пять баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в десять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании каф. «Электропривод и автоматизация промышленных установок»,
протокол № 9 от 07.03.2023 г.

Заведующий кафедрой _____ Розкаряка П.И.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Системы интеллектуального управления» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
----------------	-----------------------------	------------

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	10	Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата
	5	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	100	Из расчёта 5 лабораторных работ. Оценивается каждая лабораторная работа.
ИТОГО	100	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 12. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	25
	вопрос 2	25
ИТОГО		50

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
60-69	E	Неудовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Определение объектов на изображении с помощью сверточных нейронных сетей»:

1. Что называют сверточными сетями?
2. В чем суть свертки изображений?
3. Как подготовить набор данных для обучения сверточной сети?
4. В чем основные сложности использования сверточных сетей?
5. Как осуществляется определение типа объекта на изображении?
6. Какую информацию об объекте в кадре может предоставить нейронная сеть?
7. Что называют вероятностью определения объекта?

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Горожанина, Е. И. Нейронные сети : учебное пособие / Е. И. Горожанина. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 84 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75391.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 315 с. — ISBN 978-5-4497-0665-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97552.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

II Дополнительная литература

3. Барский, А. Б. Введение в нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 357 с. — ISBN 978-5-4497-0309-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89426.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Лубенцова, Е. В. Системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями : монография / Е. В. Лубенцова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 248 с. — ISBN 978-5-88648-902-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63133.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине " Системы технического зрения в робототехнике " [Электронный ресурс]. - Донецк, 2023.

6. Методические рекомендации по выполнению индивидуального задания по дисциплине "Системы технического зрения в робототехнике" [Электронный ресурс]. - Донецк, 2023.

7. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине "Системы технического зрения в робототехнике" [Электронный ресурс]. - Донецк, 2020.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДонНТУ – <http://donntu.org/library>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная аудитория №8.303 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование: компьютер Intel Celeron E1200, операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая под-писка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2, Google Slides (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

7.2 Лабораторные работы:

Дисплейный класс №8.205 учебный корпус 8 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование: компьютеры Intel Pentium 4 3Ghz//2Gb/160Gb (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая под-писка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), специализированная мебель: доска передвижная, столы компьютерные, стулья ученические).

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.