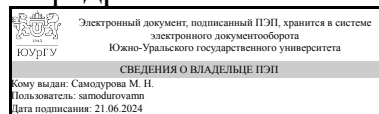


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



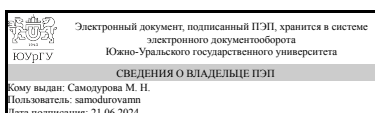
М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.05.01 Математические методы прогнозирования состояния технологических процессов**  
**для направления 12.04.01 Приборостроение**  
**уровень Магистратура**  
**магистерская программа Цифровая индустрия**  
**форма обучения очная**  
**кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника**

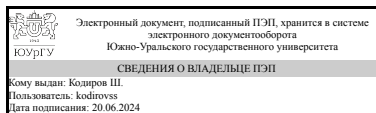
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 957

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



Ш. Кодиров

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математические методы прогнозирования технологических процессов» является углубление ранее полученных знаний по математической статистике и методам прогнозирования. Применение полученных знаний для прогнозирования технологических процессов на конкретных производствах с использованием современных математических и компьютерных технологий прогнозирования работы оборудования в режиме эксплуатации. Основные задачи – прогнозирование производственного процесса агрегатов металлургической, горно-обогатительной отрасли с использованием современных компьютерных технологий, пакетов прикладных программ, языка программирования для обработки больших данных на примере реальных производств.

## Краткое содержание дисциплины

После изучения дисциплины студенты приобретают навыки решения следующих прикладных задач: разведочный анализ данных технологических процессов, выявление неочевидных закономерностей в данных, и корреляционный анализ элементов данных. Знакомятся с конкретными производствами, занимаются построением различных моделей прогнозирования состояния технологических процессов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знает: способы организации и координации работы участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов при выполнении наиболее ответственных частей проекта: организации технологии передачи дискретных данных и выбор аппаратных средств; выбор протоколов локальных компьютерных сетей передачи данных, протоколов сетевого уровня при построении больших сетей и др.; способы организации и управления проектами Умеет: собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по современным сетевым технологиям, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; настраивать и администрировать аппаратное и программное обеспечение компьютерных сетей.; вырабатывать командную стратегию при реализации инновационных промышленных проектов Имеет практический опыт: решения научно-

	исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий; навыками самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной области; готовностью к участию в командной работе по отладке и сдаче в эксплуатацию подсистем передачи данных различных информационноизмерительных систем.; определения целей, предметной области и структуры проекта, расчета календарного плана осуществления проекта, формирования основных разделов сводного плана проекта анализировать риски проекта.;
ПК-1 Способен осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции	Знает: различные подходы к формированию математических моделей объектов технологических процессов; методы построения стандартных математических моделей на основе описания технологических процессов Умеет: анализировать и содержательно интерпретировать результаты построения математических моделей на основе описания технологических процессов

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Цифровая обработка сигналов, Беспроводные технологии передачи измерительной информации и данных, Управление проектами, Энергосбережение в промышленности, Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами, Обеспечение информационной безопасности на критически важных объектах	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Энергосбережение в промышленности	Знает: методы проектирования беспроводных компьютерных и промышленных сетей; современную научную методологию, новые методы исследования, методы синтеза систем программного управления, реализацию синтезированной системы на различной элементной базе; преимущества, недостатки и сферы применения различных методов ЦОС, последовательность осуществления поиска вариантов решения

поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; основы теории и методы решения типовых изобретательских задач; основные методы математического и численного моделирования, составляющие каналы средств измерений и их математическое описание, типовые структуры каналов и их возможности для обеспечения доступного максимума получаемой информации. Умеет: осуществлять организацию работ по созданию беспроводных сетей передачи измерительной информации и данных; осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; поставить задачу на автоматизацию объекта, требующего в основном систему циклового программного управления; выбрать элементную базу для реализации системы автоматизации; выполнить принципиальную схему разработанной системы автоматизации объекта; рассчитывать и проектировать цифровые устройства для решения конкретных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции, выполнять патентные исследования в своей предметной области; анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, и, на этой основе, проводить поиск вариантов решения типовых изобретательских задач в поставленной проблемной ситуации; реализовывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности, при этом умеет использовать современные системы моделирования и анализа. Имеет практический опыт: управления проведением опытно-конструкторских работ области беспроводных сетей передачи измерительной информации и данных; решения задач, решаемых различными этапами иерархии управления технологическими комплексами, работы с системами автоматизации технологических процессов и промышленных установок; работы с цифровыми устройствами различного назначения; проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, включающих расчет характерных частот аналогоцифрового преобразования при различных видах спектров входных сигналов, расчет требуемых основных параметров ЦАП для систем ЦОС,

	<p>исследование устройств формирования и преобразования сигналов и др., создания объектов интеллектуальной собственности; решения типовых изобретательских задач в поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; математического описания, преобразования и параметрической оптимизации каналов средств измерений на основе математического и численного моделирования, представленных в известных вычислительных средах типа Matlab.</p>
Цифровая обработка сигналов	<p>Знает: методы математического описания линейных дискретных систем; основные этапы проектирования цифровых фильтров; основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров, преимущества, недостатки и сферы применения различных методов ЦОС Умеет: использовать интегративные умения, необходимые для написания, письменного перевода или редактирования различных технических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей) с целью объяснения математического описания линейных дискретных систем в виде алгоритмов, обсуждения результатов компьютерного моделирования линейных дискретных систем на основе их математического описания и т.д., рассчитывать и проектировать цифровые устройства для решения конкретных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции Имеет практический опыт: демонстрации интегративных умений, необходимых для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях в данной предметной области, работы с цифровыми устройствами различного назначения; проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, включающих расчет характерных частот аналого-цифрового преобразования при различных видах спектров входных сигналов, расчет требуемых основных параметров ЦАП для систем ЦОС, исследование устройств формирования и преобразования сигналов и др.</p>
Обеспечение информационной безопасности на критически важных объектах	<p>Знает: основные источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по вопросам разработки, обучения и применения нейронных сетей; способы информационного поиска, виды информационных ресурсов для решения задач саморазвития и самореализации, правовые и этические нормы, применяемые в производственной деятельности, современную нормативную базу, регламентирующую</p>

	<p>деятельность критически важных объектов и обеспечение информационной безопасности критически важных объектов и автоматизированных систем критически важных объектов; Умеет: квалифицированно анализировать и обобщать информацию из различных источников научно-технической информации по вопросам разработки, обучения и применения искусственных нейронных сетей; применять накопленный опыт присамостоятельном обучении новым методам осуществления производственной деятельности, организовать разработку, внедрение, эксплуатацию и сопровождение автоматизированной системы с учетом требований информационной безопасности; Имеет практический опыт: реализации приоритетов собственной деятельности и способы ее совершенствования по применению современных инструментальных средств для проектирования и реализации искусственных нейронных сетей; владения навыками организации, управления и самообучения при выполнении производственной деятельности, участия в разработке, внедрении и эксплуатации средств защиты информации, используемых на критически важных объектах и в автоматизированных системах критически важных объектов.</p>
<p>Беспроводные технологии передачи измерительной информации и данных</p>	<p>Знает: способы организации и координации работы участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов при выполнении наиболее ответственных частей проекта: организации технологии передачи дискретных данных и выбор аппаратных средств; выбор протоколов локальных компьютерных сетей передачи данных, протоколов сетевого уровня при построении больших сетей и др., методы проектирования беспроводных компьютерных и промышленных сетей Умеет: собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по современным сетевым технологиям, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; настраивать и администрировать аппаратное и программное обеспечение компьютерных сетей., осуществлять организацию работ по созданию беспроводных сетей передачи измерительной информации и</p>

	<p>данных Имеет практический опыт: решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий; навыками самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной области; готовностью к участию в командной работе по отладке и сдаче в эксплуатацию подсистем передачи данных различных информационно-измерительных систем., управления проведением опытно-конструкторских работ в области беспроводных сетей передачи измерительной информации и данных</p>
<p>Управление проектами</p>	<p>Знает: основные источники данных, необходимых для разработки и управления реализацией проекта; формы представления информации о проекте, способы управления проектом , включая важнейшие принципы, источники, формы и принципы организации проектного финансирования, специфику реализации проектов, особенности завершения проекта и др., способы организации и управления проектами Умеет: применять методы измерения и передачи сигналов различной физической природы, обработки полученных данных и анализировать показатели проекта в разных фазах его жизненного цикла, рассчитывать показатели эффективности различных вариантов проекта и выбрать оптимальный вариант; планировать затраты на производство и реализацию продукции, выработать командную стратегию при реализации инновационных промышленных проектов Имеет практический опыт: сбора, анализа и обработки данных о проекте, необходимых для принятия управленческих организационных, инвестиционных и финансовых решений, планирования, управления стоимостью и контроля проекта; практическими навыками разработки, реализации и оценки эффективности проекта; навыками управления рисками по проекту, определения целей, предметной области и структуры проекта, расчета календарного плана осуществления проекта, формирования основных разделов сводного плана проекта анализировать риски проекта;</p>
<p>Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами</p>	<p>Знает: современную научную методологию, новые методы исследования, методы синтеза систем программного управления, реализацию синтезированной системы на различной элементной базе, структуру и состав распределенных интеллектуальных автоматизированных систем управления технологическими процессами в промышленности, инструкции по эксплуатации</p>

	<p>технологического оборудования, режимы производства, контроль качества приборов систем и их элементов, методы инженерного прогнозирования и диагностических моделей состояния приборов и систем в процессе их эксплуатации Умеет: осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; поставить задачу на автоматизацию объекта, требующего в основном систему циклового программного управления; выбрать элементную базу для реализации системы автоматизации; выполнить принципиальную схему разработанной системы автоматизации объекта, составлять техническую документацию, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства Имеет практический опыт: решения задач, решаемых различными этапами иерархии управления технологическими комплексами, работы с системами автоматизации технологических процессов и промышленных установок, создания прогностических моделей в технологических процессах, программ испытаний, инструкций по эксплуатации</p>
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий	53,75	53.75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объём аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР



1	Введение в методы прогнозирования состояния технологических процессов	4	2	2	0
2	Математические и программные средства прогнозирования	44	22	22	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Методы прогнозирования состояния технологических процессов	2
2	2	Программные комплексы прогнозирования процессов	2
3	2	Методы и инструменты разведочного анализа данных технологических процессов	2
4	2	Корреляционный анализ. Оценка значимости элементов входных данных	2
5-6	2	Регрессия. Классификация. Кластеризация. Поиск аномалий	4
7	2	Основные метрики оценки качества работы моделей прогнозирования	2
8-9	2	Построение модели прогнозирования состояния технологических процессов на базе алгоритмов машинного обучения	4
10	2	Нейросетевые модели прогнозирования. Гибридные модели прогнозирования	2
11	2	Оценка обобщающей способности модели прогнозирования с помощью k-блочной перекрестной проверки	2
12	2	Построение модели управления	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Знакомство с языком программирования Python. Локальная среда программирования Jupyter Notebook. Облачная среда Google Colaboratory	2
2	2	Основные этапы первичной обработки данных о технологических процессах. Одномерные и многомерные, временные и стохастические данные технологического процесса	2
3-4	2	Разведочный анализ данных: построение графиков, скаттерграмм, корреляционных матриц, box-plot-графиков, и гистограмм. Конструирование новых элементов данных	4
5	2	Расчет коэффициентов корреляции методом Пирсона, Спирмена и Кендалла. Корреляционный анализ и оценка значимости элементов входных данных технологических процессов	2
6-7	2	Построение регрессионной модели с помощью алгоритмов машинного обучения	4
8-9	2	Построение моделей классификации: бинарной, много-классовой и много-классовой-многозначной классификации с помощью алгоритмов машинного обучения	4
10-11	2	Построение моделей поиска аномалий во временных и стохастических данных	4
12	2	Программная реализация метода k-блочной перекрестной проверки моделей прогнозирования	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий	1) Рашка, С., Мирджалили, В. Python и машинное обучение. Машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2, 3-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2000. – 848 с. 2) Брантон, С.Л., Куц, Дж.Н. Анализ данных в науке и технике: машинное обучение, динамические системы и управление / пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 574 с.	3	53,75

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

##### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Разведочный анализ данных	1	5	Выполнены все задания практической работы, даны ответы на все вопросы - 5 баллов; Задания выполнены, но имеются замечания, даны ответы на все вопросы - 4 балла; Имеются замечания, даны не все ответы на вопросы - 3 балла; Выполнена часть заданий, имеются замечания, студент плохо отвечает на вопросы - 2 балла; Выполнена часть заданий, имеются серьёзные замечания, студент очень плохо отвечает на вопросы - 1 балл;	зачет
2	3	Текущий контроль	Построение регрессионной модели	1	5	Выполнены все задания практической работы, даны ответы на все вопросы - 5 баллов; Задания выполнены, но имеются замечания, даны ответы на все вопросы - 4 балла;	зачет

						Имеются замечания, даны не все ответы на вопросы - 3 балла; Выполнена часть заданий, имеются замечания, студент плохо отвечает на вопросы - 2 балла; Выполнена часть заданий, имеются серьёзные замечания, студент очень плохо отвечает на вопросы - 1 балл; Задание не выполнено – 0 баллов.	
3	3	Текущий контроль	Построение модели классификации	1	5	Выполнены все задания практической работы, даны ответы на все вопросы - 5 баллов; Задания выполнены, но имеются замечания, даны ответы на все вопросы - 4 балла; Имеются замечания, даны не все ответы на вопросы - 3 балла; Выполнена часть заданий, имеются замечания, студент плохо отвечает на вопросы - 2 балла; Выполнена часть заданий, имеются серьёзные замечания, студент очень плохо отвечает на вопросы - 1 балл; Задание не выполнено – 0 баллов.	зачет
4	3	Промежуточная аттестация	зачет	-	5	Отлично: все задания выполнены на отлично. Хорошо: все задания выполнены на хорошо и отлично. Удовлетворительно: все задания выполнены. Неудовлетворительно: не выполнена часть заданий	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в виде отчета по результатам практических работ и индивидуальных заданий	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
УК-3	Знает: способы организации и координации работы участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов при выполнении наиболее ответственных частей проекта: организации технологии передачи дискретных данных и выбор аппаратных средств; выбор протоколов локальных компьютерных сетей передачи данных, протоколов сетевого уровня при построении больших сетей и др.; способы организации и управления проектами		+		
УК-3	Умеет: собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по современным сетевым технологиям, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности; применять		+		

	математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; настраивать и администрировать аппаратное и программное обеспечение компьютерных сетей.; выработать командную стратегию при реализации инновационных промышленных проектов			
УК-3	Имеет практический опыт: решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий; навыками самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной области; готовностью к участию в командной работе по отладке и сдаче в эксплуатацию подсистем передачи данных различных информационноизмерительных систем.; определения целей, предметной области и структуры проекта, расчета календарного плана осуществления проекта, формирования основных разделов сводного плана проекта анализировать риски проекта;.			+
ПК-1	Знает: различные подходы к формированию математических моделей объектов технологических процессов; методы построения стандартных математических моделей на основе описания технологических процессов			+
ПК-1	Умеет: анализировать и содержательно интерпретировать результаты построения математических моделей на основе описания технологических процессов			+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Гультяев, А. К. MATLAB 5.2: Имитационное моделирование в среде Windows: Визуализация. Программирование. Анализ данных. Практическое пособие. - СПб.: КОРОНА принт, 1999. - 287, [1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Статистическая обработка и анализ экономических данных [Текст] учебное пособие по специальностям 080502 "Экономика и упр. на предприятии", 080507 "Менеджмент орг.", 080105 "Финансы и кредит" А. В. Каплан, В. Е. Каплан, М. В. Мащенко, Е. В. Овечкина. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 330, [1] с. ил.
2. Агабекян, Р. Л. Математические методы в социологии. Анализ данных и логика вывода в эмпирическом исследовании [Текст] учебное пособие для вузов по специальности 351400 "Приклад. информатика (по обл.)" Р. Л. Агабекян, М. М. Кириченко, С. В. Усатиков. - Ростов н/Д: Феникс, 2005. - 187 с. ил.
3. Литтл, Р. Дж. А. Статистический анализ данных с пропусками. Пер. с англ. Никифорова А. М. - М.: Финансы и статистика, 1991. - 333 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1., 2.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 1., 2.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система Znanium.com	Рашка, С. Python и машинное обучение. Машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2 С. Рашка, В. Мирджалили ; пер. с англ. и ред. Ю. Н. Артеменко. - 3-е изд. - Москва ; Санкт-Петербург: Диалектика, 2020. - 846 с. ил. <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система Znanium.com	Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных учебник по машинному обучению [Текст] цветное издание П. Флах ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - М.: ДМК ПРЕСС, 2015. - 399, [1] с. ил. <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Python Software Foundation-Python (бессрочно)
3. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	537 (36)	Комплект компьютерного оборудования, LCD Проектор, Экран проекционный, программное обеспечение: ОС Windows XP , MS Office
Самостоятельная работа студента	537 (36)	Комплект компьютерного оборудования, LCD Проектор, Экран проекционный, программное обеспечение: ОС Windows XP , MS Office
Лекции	534 (36)	Комплект компьютерного оборудования, LCD Проектор, Экран проекционный, программное обеспечение: ОС Windows XP , MS Office