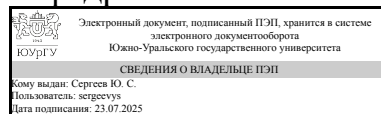


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



Ю. С. Сергеев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.06 Теория нелинейных и импульсных систем регулирования
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

уровень Бакалавриат

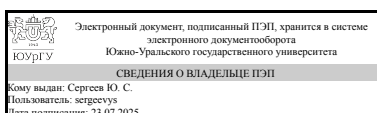
профиль подготовки Автоматизация технологических процессов в
промышленности

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электрооборудование и автоматизация производственных
процессов

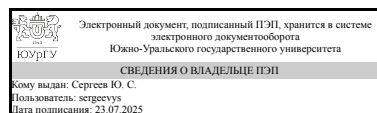
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 730

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



Ю. С. Сергеев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



Ю. С. Сергеев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины "Теория нелинейных и импульсных систем регулирования" состоит в ознакомлении с принципами построения нелинейных и импульсных систем регулирования, которые являются частью сложных электромеханических систем. Развитие у студентов практических представлений о процессах в таких системах и методах исследования поведения этих систем. Для достижения поставленной цели в курсе необходимо решить следующие задачи: изучение принципов построения нелинейных и импульсных систем регулирования; изучение принципов их математического описания; изучение вопросов анализа и синтеза систем автоматического регулирования (САР) с нелинейными и импульсными элементами.

Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются следующие вопросы: нелинейные системы; методы анализа нелинейных систем; установившиеся режимы в нелинейных системах; устойчивость нелинейных систем; понятие об импульсных системах; математическое описание импульсных систем; дискретные передаточные функции и расчет переходных процессов в импульсных системах; частотные характеристики и частотные передаточные функции импульсных систем; устойчивость импульсных систем. В процессе освоения дисциплины практические навыки будут формироваться в форме выполнения лабораторных работ. В течение семестра студенты защищают отчеты по лабораторным работам путем письменного ответа на вопросы по теории и содержанию выполненной работы. Вид промежуточной аттестации - зачет.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен разрабатывать технический проект для организации автоматизированного рабочего места	Знает: Основные виды нелинейностей в динамическом описании систем автоматического управления и объектов автоматизации, а также их расчет при проектировании систем автоматического управления. Умеет: Выбирать нелинейные методы коррекции в том числе адаптивные при проектировании систем автоматического управления. Имеет практический опыт: Построения динамических моделей нелинейных систем автоматического управления.
ПК-4 Способен разрабатывать технический проект для организации автоматизированного рабочего места	Знает: Основные виды нелинейностей в динамическом описании систем автоматического управления и объектов автоматизации, а также их расчет при проектировании систем автоматического управления. Умеет: Выбирать нелинейные методы коррекции в том числе адаптивные при проектировании систем автоматического управления. Имеет практический опыт: Построения

	динамических моделей нелинейных систем автоматического управления.
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Проектная деятельность, Прототипирование и 3D моделирование, Производственная практика (технологическая) (6 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Проектная деятельность	Знает: правила разработки проекта автоматизированных систем управления технологическими процессами и порядок выполнения расчетов основного оборудования автоматизированных систем Умеет: применять, эксплуатировать и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами Имеет практический опыт: применения методов и технических средств при проектировании и эксплуатации электроэнергетического и электротехнического оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами
Прототипирование и 3D моделирование	Знает: базовые принципы 3D моделирования с помощью современных программных пакетов; понятия об текстурах, различных форматах файлов при 3D моделировании Умеет: ориентироваться в возможностях специализированных графических программ, использовать современные компьютерные технологии в проектировании и совмещать их с грамотным композиционным решением Имеет практический опыт: инсталляции и настройки программ для осуществления проектной деятельности
Производственная практика (технологическая) (6 семестр)	Знает: принципы и технологии выработки стратегии командной работы для достижения поставленной цели, основы командообразования для достижения целей практики, процессы внутренней динамики команды, технологии и методы кооперации в командной работе, концепции разработки автоматизированной системы управления на предприятиях; правила разработки проектов автоматизированной системы управления

	технологическими процессами; способы и методы определения характеристик объектов автоматизации, выбранных в качестве объекта практики; критерии оценки эффективности работы и способы повышения эффективности эксплуатации объекта автоматизации, концепции разработки автоматизированной системы управления на предприятиях; правила разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами; способы и методы определения характеристик объектов автоматизации, выбранных в качестве объекта практики; критерии оценки эффективности работы и способы повышения эффективности эксплуатации объекта автоматизации Умеет: применять теоретические основы выработки стратегии командной работы для достижения поставленной цели на практике, применять методики и способы для анализа отчета по результатам обследования объекта автоматизации; определять характеристики объекта автоматизации; использовать известные критерии и методики оценки качества системы автоматизации для разработки автоматизированной системы управления технологическим процессом; применять методики ведения деловых переговоров для получения информации об объекте автоматизации, применять методики и способы для анализа отчета по результатам обследования объекта автоматизации; определять характеристики объекта автоматизации; использовать известные критерии и методики оценки качества системы автоматизации для разработки автоматизированной системы управления технологическим процессом; применять методики ведения деловых переговоров для получения информации об объекте автоматизации Имеет практический опыт: организации совместной работы в команде для достижения поставленной цели, сбора информации об автоматизированных системах управления технологическими процессами и используемом оборудовании предприятия; разработки структурной схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом; методиками выбора оптимальной структурной схемы, сбора информации об автоматизированных системах управления технологическими процессами и используемом оборудовании предприятия; разработки структурной схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом; методиками выбора оптимальной структурной схемы
--	--

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
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	53,75	53,75
Подготовка к лабораторным работам	10	10
Подготовка к зачёту	23,75	23,75
Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам	10	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Нелинейные системы. Установившиеся режимы в нелинейных системах	6	2	2	2
2	Методы анализа нелинейных систем. Фазовый метод	6	2	2	2
3	Устойчивость нелинейных систем автоматического регулирования (САР)	6	2	2	2
4	Понятие об импульсных системах. Математическое описание	6	2	2	2
5	Дискретные передаточные функции и частотные характеристики импульсных систем	12	4	4	4
6	Устойчивость импульсных систем	12	4	4	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Нелинейные системы. Типы и характеристики нелинейных элементов. Установившиеся режимы в нелинейных системах. Соединения нелинейных элементов, методы расчёта параметров автоколебаний. Скользящий режим работы	2
2	2	Методы анализа нелинейных систем. Метод гармонической линеаризации. Фазовый метод	2

3	3	Устойчивость нелинейных САР. Критерии устойчивости. Примеры расчета	2
4	4	Понятие об импульсных системах. Математическое описание импульсных САР. Типы модуляции сигналов. Амплитуда-импульсная модуляция (АИМ) сигналов. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) сигналов. Частотно-импульсная модуляция сигналов (ЧИМ)	2
5	5	Дискретные передаточные функции и расчет переходных процессов в импульсных САР. Частотные характеристики и частотные передаточные функции импульсных САР	2
6	5	Дискретные передаточные функции и расчет переходных процессов в импульсных САР. Частотные характеристики и частотные передаточные функции импульсных САР	2
7	6	Устойчивость импульсных САР. Критерии устойчивости	2
8	6	Устойчивость импульсных САР. Примеры расчета	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Моделирование установившихся режимов в нелинейных системах	2
2	2	Метод гармонической линеаризации и статические характеристики системы с последовательным соединением нелинейных звеньев	2
3	3	Нелинейная система с релейным элементом	2
4	4	Моделирование импульсных систем с различными видами модуляции сигналов	2
5	5	Исследование статических и динамических характеристик импульсных систем с различными видами модуляции сигналов	4
6	6	Исследование устойчивости импульсных систем	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Моделирование установившихся режимов в нелинейных системах	2
2	2	Метод гармонической линеаризации и статические характеристики системы с последовательным соединением нелинейных звеньев	2
3	3	Нелинейная система с релейным элементом	2
4	4	Моделирование импульсных систем с различными видами модуляции сигналов	2
5	5	Исследование статических и динамических характеристик импульсных систем с различными видами модуляции сигналов	4
6	6	Исследование устойчивости импульсных систем	4

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 лабораторным работам	Основная литература: [1] с.4-20, с. 23-31, с. 73-142. Электронная учебно-	7	10

	методическая документация: [1] с. 5-19. Программное обеспечение: [1], [2].		
Подготовка к зачёту	Основная литература: [1] с.4-20, с. 23-31, с. 73-142. Учебно-методическое обеспечение для СРС: [1] с. 45-47, с. 53-66, с. 68-81. Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 5-19.	7	23,75
Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам	Доп. литература: [1] с. 35-135. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], [2]. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке: [1], [2].	7	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 5-19. Программное обеспечение: [1], [2].	7	10

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Отчет по лабораторной работе №1	0,2	5	Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - безошибочно выполнены графические построения частотных характеристик линейной части – 1 балл; - безошибочно выполнены графические построения частотных характеристик нелинейного элемента – 1 балл; - исходные данные для расчетов в программном обеспечении корректны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл.	зачет
2	7	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №1	0,2	5	Защита отчета проводится каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Первые два вопроса основные. За каждый правильный ответ на вопрос ставится 2	зачет

						балла, за частично правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов. Последний вопрос требует утвердительного или отрицательного ответа, либо необходимо выбрать правильный вариант из двух или трех предложенных. За правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов.	
3	7	Текущий контроль	Отчет по лабораторной работе №2	0,2	5	Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - правильно реализована математическая модель нелинейной системы – 1 балл; - безошибочно построены фазовые траектории вручную – 1 балл; - безошибочно построены фазовые траектории в программном обеспечении – 1 балл; - анализ влияния параметров нелинейного элемента на процессы в нелинейной системе корректен – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл.	зачет
4	7	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №2	0,2	5	Защита отчета проводится каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Первые два вопроса основные. За каждый правильный ответ на вопрос ставится 2 балла, за частично правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов. Последний вопрос требует утвердительного или отрицательного ответа, либо необходимо выбрать правильный вариант из двух или трех предложенных. За правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов.	зачет
5	7	Текущий контроль	Отчет по лабораторной работе №3	0,2	5	Лабораторная работа выполняется по вариантам, отчет оформляется индивидуально. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - правильно реализована математическая модель импульсной системы – 1 балл; - безошибочно построены частотные характеристики эквивалентной непрерывной системы – 1 балл; - оценка устойчивости эквивалентной непрерывной системы	зачет

						выполнена верно – 1 балл; - оценка устойчивости импульсной системы с учетом скважности импульсов выполнена верно – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл.	
6	7	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №3	0,2	5	Защита отчета проводится каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Первые два вопроса основные. За каждый правильный ответ на вопрос ставится 2 балла, за частично правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов. Последний вопрос требует утвердительного или отрицательного ответа, либо необходимо выбрать правильный вариант из двух или трех предложенных. За правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов.	зачет
7	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	Студенту выдается тестовая работа, состоящая из 20-ти заданий, позволяющих оценить сформированность компетенций. Максимальная оценка за тестирование 10 баллов. За каждый правильный ответ выставляется 0,5 балла. Для зачета достаточно набрать 6 баллов. На ответы отводится 30 минут. По истечении этого времени преподаватель проверяет ответы, задает при необходимости уточняющие вопросы и выставляет оценку.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Итоговый рейтинг R_d рассчитывается на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ по формуле: $R_d = R_{тек}$, где $R_{тек} = 0,2 \cdot KM_1 + 0,2 \cdot KM_2 + 0,15 \cdot KM_3 + 0,15 \cdot KM_4 + 0,15 \cdot KM_5 + 0,15 \cdot KM_6$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Шкала перевода рейтинга: "Зачтено" - $R_d = 60 \dots 100\%$, "Не зачтено" - $R_d = 0 \dots 59\%$. Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающегося выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на зачете. В этом случае рейтинг студента по дисциплине R_d определяется по формуле $R_d = 0,6 \cdot R_{тек} + 0,4 \cdot R_{па}$, где $R_{па}$ - рейтинг промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-3	Знает: Основные виды нелинейностей в динамическом описании систем автоматического управления и объектов автоматизации, а также их расчет	+	+	+	+	+	+	+

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
4. -Multisim(бессрочно)
5. Visual Solution, Inc.-VisSim(бессрочно)
6. 3В Севрис-SimInTech Standart Configuration(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Зачет	402 (2)	Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт. Предустановленное программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Multisim
Практические занятия и семинары	402 (2)	Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт. Предустановленное программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Multisim
Самостоятельная работа студента	402 (2)	Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate

		Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт. Предустановленное программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Multisim
Лабораторные занятия	402 (2)	Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт. Предустановленное программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Multisim
Лекции	402 (2)	Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт. Предустановленное программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office, Multisim