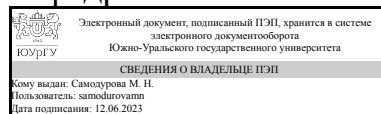


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



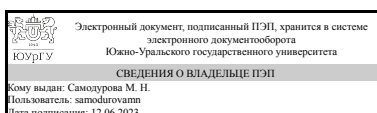
М. Н. Самодурова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.06.01 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

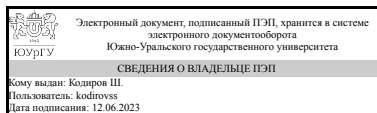
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 957

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
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 |
|---|---|
| Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами, Цифровая обработка сигналов, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр) | Производственная практика (производственно-технологическая) (4 семестр) |

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

| Дисциплина | Требования |
|-----------------------------|---|
| Цифровая обработка сигналов | 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 |

| | |
|--|---|
| | <p>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</p> <p>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> |
| <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 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</p> <p>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</p> <p>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</p> |

| | |
|---|---|
| | испытаний, инструкций по эксплуатации |
| Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр) | <p>Знает: теоретико-методологические основы научных исследований; роль и значение науки в современных условиях развития общества; сущность, функции, структуру, содержание и логику научного познания в развитии науки., методы проектирования беспроводных компьютерных и промышленных сетей; современную научную методологию, новые методы исследования, методы синтеза систем программного управления, реализации синтезированной системы на различной элементной базе; преимущества, недостатки и сферы применения различных методов ЦОС</p> <p>Умеет: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные, 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</p> <p>Имеет практический опыт: участия в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки., управления проведением опытно-конструкторских работ в 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; проведением 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, исследование устройств формирования и преобразования сигналов и др</p> |
| Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр) | Знает: особенности внедрения результатов исследований в практику; , методы |

| | |
|--|--|
| | <p>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. Умеет: применять теоретические знания и практические навыки в организации проведения научно-исследовательской работы; осуществлять поиск информации по полученному заданию, сбор и анализ данных, необходимых для решения поставленных задач; демонстрировать практические навыки в разработке собственных научных гипотез (идей), их оценки; 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. Имеет практический опыт: применения на практике навыков проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных; , 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; проведением 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, исследование устройств формирования и преобразования сигналов и др.</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 | Объем 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 качество 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-местр | 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 | <p>Выполнены все задания практической работы, даны ответы на все вопросы - 5 баллов;</p> <p>Задания выполнены, но имеются замечания, даны ответы на все вопросы - 4 балла;</p> <p>Имеются замечания, даны не все ответы на вопросы - 3 балла;</p> <p>Выполнена часть заданий, имеются замечания, студент плохо отвечает на вопросы - 2 балла;</p> <p>Выполнена часть заданий, имеются серьёзные замечания, студент очень плохо отвечает на вопросы - 1 балл;</p> | зачет |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Построение регрессионной модели | 1 | 5 | <p>Выполнены все задания практической работы, даны ответы на все вопросы - 5 баллов;</p> <p>Задания выполнены, но имеются замечания, даны ответы на все вопросы - 4 балла;</p> <p>Имеются замечания, даны не все ответы на вопросы - 3 балла;</p> <p>Выполнена часть заданий, имеются замечания, студент плохо отвечает на вопросы - 2 балла;</p> <p>Выполнена часть заданий, имеются серьёзные замечания, студент очень плохо отвечает на вопросы - 1 балл;</p> <p>Задание не выполнено – 0 баллов.</p> | зачет |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Построение модели классификации | 1 | 5 | <p>Выполнены все задания практической работы, даны ответы на все вопросы - 5 баллов;</p> <p>Задания выполнены, но имеются замечания, даны ответы на все вопросы - 4 балла;</p> <p>Имеются замечания, даны не все ответы на вопросы - 3 балла;</p> <p>Выполнена часть заданий, имеются замечания, студент плохо отвечает на вопросы - 2 балла;</p> <p>Выполнена часть заданий, имеются серьёзные замечания, студент очень плохо отвечает на вопросы - 1 балл;</p> <p>Задание не выполнено – 0 баллов.</p> | зачет |
| 4 | 3 | Проме-жуточная аттестация | зачет | - | 5 | <p>Отлично: все задания выполнены на отлично. Хорошо: все задания выполнены на хорошо и отлично. Удовлетворительно: все задания выполнены.</p> | зачет |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|--|
| | | | | | Неудовлетворительно: не выполнена часть заданий | |
|--|--|--|--|--|---|--|

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. 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. Машенко, 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. Бендат, Д. С. Прикладной анализ случайных данных Пер. с англ. В. Е. Привольского, А. И. Кочубинского; Под ред. И. Н. Коваленко. - М.: Мир, 1989. - 540 с. ил.

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

5. Колесников, А. Excel 97: Анализ данных. Деловая графика. Работа в сети. - М.; Киев: Спарк, 1997. - 525 с. ил.

6. Литтл, Р. Дж. А. Статистический анализ данных с пропусками Пер. с англ. Никифорова А. М. - М.: Финансы и статистика, 1991. - 333 с. ил.

7. Мостеллер, Ф. Анализ данных и регрессия [Текст] Вып. 1 в 2 вып. Ф. Мостеллер, Д. У. Тьюки ; пер. с англ. Ю. Н. Благовещенского ; под ред. и с предисл. Ю. П. Адлера. - М.: Финансы и статистика, 1982. - 319 с.

8. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Учебное пособие для магистров [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" Н. И. Сидняев. - М.: Юрайт, 2012. - 399 с. ил., табл.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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. http://znanium.com/ |
| 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. http://znanium.com/ |

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 (3б) | Комплект компьютерного оборудования, LCD Проектор, Экран проекционный, программное обеспечение: ОС Windows XP , MS Office |
| Лекции | 534 (3б) | Комплект компьютерного оборудования, LCD Проектор, Экран проекционный, программное обеспечение: ОС Windows XP , MS Office |
| Самостоятельная работа студента | 537 (3б) | Комплект компьютерного оборудования, LCD Проектор, Экран проекционный, программное обеспечение: ОС Windows XP , MS Office |