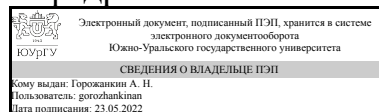


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



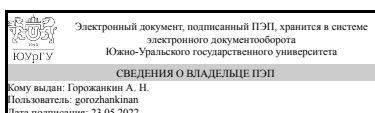
А. Н. Горожанкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П2.01 Силовая преобразовательная техника  
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Электроснабжение промышленных предприятий и городов  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

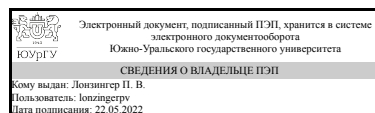
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

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



А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



П. В. Лонзингер

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - сформировать у студентов общее представление о принципах действия и характеристиках основных элементов преобразовательной техники и применении преобразовательной техники в системах электроснабжения промышленных предприятий и городов. Задачами дисциплины являются обучение типовым расчетам для выбора элементов и оценки качества электроэнергии, а также навыкам моделирования систем электроснабжения с преобразовательной техникой для проверки проведенных расчетов.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина состоит из 4-х разделов: силовая электроника и выпрямители, регуляторы, инверторы и преобразователи частоты. В разделе "Силовая электроника и выпрямители" рассмотрена основная элементная база преобразовательной техники, а также принципы действия и основные характеристики различных схем выпрямителей. В разделах "Регуляторы", "Инверторы" и "Преобразователи частоты" кратко изложены принципы действия и основные характеристики преобразователей. Особое внимание уделено сравнению схем и их имитационному моделированию с использованием программного пакета MATLAB Simulink. Также рассматривается применение преобразователей в системах электроснабжения и воздействие преобразователей на качество электроэнергии в СЭС. В виду ограниченности часов, выделенных на аудиторные занятия, основное содержание разделов "Инверторы" и "Преобразователи частоты" студенты изучают, выполняя индивидуальные задания в рамках самостоятельной работы.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности.	Знает: Принципы работы, схемы и характеристики вентильных преобразователей Умеет: Выполнять расчеты для выбора схем вентильных преобразователей и их основных элементов Имеет практический опыт: Имитационного моделирования систем электроснабжения с вентильными преобразователями в MatLab

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Переходные процессы в системах электроснабжения	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Переходные процессы в системах электроснабжения	Знает: Основные характеристики и параметры электрооборудования систем электроснабжения, Методы расчета переходных режимов в системах электроснабжения Умеет: Выполнять расчеты токов коротких замыканий и оценку устойчивости систем электроснабжения, Выбирать оборудование систем электроснабжения с учетом переходных режимов Имеет практический опыт:

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 32,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	10
Общая трудоёмкость дисциплины	180	108	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	20	12	8
Лекции (Л)	8	6	2
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	8	4	4
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	147,25	89,75	57,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Выполнение индивидуального задания по теме "Инверторы"	66,25	66.25	0
Выполнение индивидуального задания по теме "Преобразователи частоты"	46	0	46
Выполнение отчетов по лабораторным работам	35	23.5	11.5
Консультации и промежуточная аттестация	12,75	6,25	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	экзамен

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Силовая электроника в СЭС. Выпрямители	10	4	2	4
2	Регуляторы	8	2	2	4
3	Инверторы	1	1	0	0
4	Преобразователи частоты	1	1	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во
----------	-----------	---	--------

			часов
1	1	Задачи, решаемые преобразовательной техникой в СЭС. Элементы силовой электроники: диоды, тиристоры, транзисторы. Их свойства, математические модели, моделирование в MatLab. Сравнение элементов силовой электроники. Выбор элементов из каталогов. Другие элементы преобразовательной техники: трансформатор, реактор, конденсатор. Их функции в преобразовательной технике.	2
2	1	Моделирование и методы исследования выпрямителей. Мощность в СЭС с выпрямителями. Спектральный анализ СЭС с выпрямителями. Особенности моделирования выпрямителей в MatLab. Допущения, используемые при расчете и моделировании выпрямителей. Критерии сравнения схем. Однофазные выпрямители. Нулевая и мостовая схемы. Сравнение однофазных схем. Трехфазные выпрямители. Нулевая и мостовая схемы. Магнитная система выпрямителя. Сравнение трехфазных схем. Процессы коммутации и управления в выпрямителях. Влияние процессов коммутации и управления на качество ЭЭ в точке подключения к сети и в точке подключения нагрузки. Сравнение выпрямителей по эффективности использования оборудования, качеству выпрямленного напряжения и качеству ЭЭ в точке подключения к сети. Понятие о 12-и и 24-х пульсных схемах. Использование выпрямителей в СЭС.	2
3	2	Регуляторы постоянного напряжения. Виды регуляторов. Электромагнитные процессы. Характеристики. Регуляторы переменного напряжения. Виды регуляторов. Электромагнитные процессы. Характеристики. Применение.	2
4	3	Классификация инверторов. Зависимые и автономные инверторы. Одно и трехфазные автономные инверторы напряжения. Анализ методом переключающих функций. Широтно импульсное регулирование и широтно-импульсная модуляция в автономных инверторах напряжения. Фильтры в автономных инверторах напряжения.	1
5	4	Непосредственные преобразователи частоты. Преобразователи частоты со звеном постоянного напряжения. Электромагнитные процессы и основные характеристики. Применение преобразователей в системах электроснабжения.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Преобразователь в СЭС. Мощности. Спектральный анализ. Выбор диодов и тиристоров из каталогов. Качественный анализ выпрямителей без учета коммутации. Трехфазная и однофазная мостовые схемы.	2
2	2	Регуляторы постоянного тока. Понижающие, повышающие, понижающе-повышающие регуляторы. Реверсивные регуляторы. Расчет электромагнитных процессов, протекающих в регуляторе постоянного тока. Регуляторы переменного тока. Расчет электромагнитных процессов, протекающих в регуляторе переменного тока.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Моделирование устройств преобразовательной техники в MATLAB Simulink. Создание модели однофазного однополупериодного преобразователя.	4

		Настройка элементов модели.	
2	2	Регулятор переменного напряжения с отстающим фазовым управлением.	4

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение индивидуального задания по теме "Инверторы"	1) Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с. 2) Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.	9	66,25
Выполнение индивидуального задания по теме "Преобразователи частоты"	1) Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с. 2) Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.	10	46
Выполнение отчетов по лабораторным работам	1) Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с. 2) Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.	9	23,5
Выполнение отчетов по лабораторным работам	1) Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с. 2) Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.	10	11,5

## 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	9	Текущий контроль	Тест по материалу лекций за 9-й семестр	1	15	Студент должен ответить на 15 вопросов теста. За ответ на каждый из вопросов студент может получить максимум 1 балл. Критерии оценивания: 1- балл -дан полностью правильный ответ на вопрос 0 баллов- ответ студента правильно раскрывает суть вопроса менее, чем на половину.	дифференцированный зачет
2	9	Текущий контроль	Решение задач на практическом занятии № 1	1,5	3	Максимальное количество баллов за выполнение данного задания равно трем. Критерии оценивания: 3 балла - студентом правильно выполнены все 3 пункта задачи 2 балла -студентом правильно выполнены 2 пункта задачи 1 балл -студентом правильно выполнен 1 пункт задачи 0 баллов- задача решена не верно.	дифференцированный зачет
3	9	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1	2	5	По результатам лабораторной работы оформляется отчет. Максимальное количество баллов за выполнение отчета равно 5 и складывается из 2	дифференцированный зачет

					<p>баллов за качество оформления и 3-х баллов по содержанию отчета.</p> <p>Критерии оценивания</p> <p>а) По оформлению:  2 балла- оформлен в соответствии с правилами стандарта организации;  1 балла- имеются незначительные отклонения от требований стандарта организации;  0 баллов - имеются грубые нарушения требований стандарта организации по оформлению отчета.</p> <p>б) По содержанию:  3 балла- отчет содержит описание всех этапов выполнения лабораторной работы, в нем представлены корректные экспериментальные данные.  2 балла -отчет содержит описание всех этапов выполнения лабораторной работы, представленные корректные данные содержат незначительные ошибки.  1 балл- минимум один этап выполнения лабораторной работы не отражен в отчете, либо экспериментальные данные содержат грубые ошибки.  0 баллов - отчет не соответствует ни одному из приведенных выше описаний.</p>		
4	9	Текущий	Выполнение	2	5	Индивидуальное	дифференцированный

		контроль	индивидуального задания по теме "Инверторы"		<p>задание оформляется согласно стандарту организации, обязательно должно содержать титульный лист. Максимальное количество баллов за выполнения задания равно 5: складывается из 2 баллов за оформление и 3 баллов за содержание.</p> <p>Критерии оценивания</p> <p>а) По оформлению:  2 балла- задание оформлено в соответствие с правилами стандарта организации;  1 балла- имеются незначительные отклонения от требований стандарта организации;  0 баллов - имеются грубые нарушения требований стандарта организации по оформлению отчета.</p> <p>б) По содержанию:  3 балла- задание содержит описание всех этапов выполнения, в нем представлены корректные расчетные данные и данные моделирования.  2 балла -задание содержит описание всех этапов выполнения, представленные корректные данные содержат незначительные ошибки.  1 балл- минимум один этап выполнения не отражен в задании, либо полученные данные содержат грубые ошибки.</p>	зачет
--	--	----------	---	--	---	-------



						0 баллов - задание не соответствует ни одному из приведенных выше описаний.	
5	9	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет за 9-й семестр	-	0	<p>Оценка за зачет ставится, исходя из рейтинга студента по текущему контролю (п. 2.5 и 2.6 действующего Положения о БРС): от 60 до 75% - удовлетворительно, от 75 до 85 % - хорошо, более 85 % - отлично</p> <p>В случае несогласия студента с текущей оценкой, он имеет право с целью улучшения своей оценки переделать либо выполнить с нуля одно или несколько заданий, входящих в КРМ по дисциплине. Состав таких заданий выбирается по согласованию с преподавателем.</p>	дифференцированный зачет
6	10	Текущий контроль	Тест по материалу лекций за 10-й семестр	1	10	<p>Студент должен ответить на 10 вопросов теста. За ответ на каждый из вопросов студент может получить максимум 1 балл. Критерии оценивания:</p> <p>1- балл -дан полностью правильный ответ на вопрос</p> <p>0 баллов- ответ студента правильно раскрывает суть вопроса менее, чем на половину.</p>	экзамен
7	10	Текущий контроль	Практическое занятие № 2	1,5	3	<p>Критерии оценивания:</p> <p>3 балла - студентом правильно выполнены все 3 пункта задачи</p> <p>2 балла -студентом</p>	экзамен

						<p>правильно выполнены 2 пункта задачи 1 балл - студентом правильно выполнен 1 пункт задачи 0 баллов- задача решена не верно.</p>	
8	10	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2	2	5	<p>По результатам лабораторной работы оформляется отчет. Максимальное количество баллов за выполнение отчета равно 5 и складывается из 2 баллов за качество оформления и 3-х баллов по содержанию отчета.</p> <p>Критерии оценивания а) По оформлению: 2 балла- оформлен в соответствии с правилами стандарта организации; 1 балла- имеются незначительные отклонения от требований стандарта организации; 0 баллов - имеются грубые нарушения требований стандарта организации по оформлению отчета.</p> <p>б) По содержанию: 3 балла- отчет содержит описание всех этапов выполнения лабораторной работы, в нем представлены корректные экспериментальные данные. 2 балла - отчет содержит описание всех этапов выполнения лабораторной работы, представленные корректные данные содержат незначительные</p>	экзамен

						<p>ошибки. 1 балл- минимум один этап выполнения лабораторной работы не отражен в отчете, либо экспериментальные данные содержат грубые ошибки. 0 баллов - отчет не соответствует ни одному из приведенных выше описаний.</p>	
9	10	Текущий контроль	<p>Выполнение индивидуального задания по теме "Преобразователи частоты"</p>	2	5	<p>Индивидуальное задание оформляется согласно стандарту организации, обязательно должно содержать титульный лист. Максимальное количество баллов за выполнения задания равно 5: складывается из 2 баллов за оформление и 3 баллов за содержание.</p> <p>Критерии оценивания а) По оформлению: 2 балла- задание оформлено в соответствие с правилами стандарта организации; 1 балла- имеются незначительные отклонения от требований стандарта организации; 0 баллов - имеются грубые нарушения требований стандарта организации по оформлению отчета.</p> <p>б) По содержанию: 3 балла- задание содержит описание всех этапов выполнения, в нем представлены корректные расчетные данные и моделирования.</p>	экзамен

						<p>2 балла - задание содержит описание всех этапов выполнения, представленные корректные данные содержат незначительные ошибки.</p> <p>1 балл- минимум один этап выполнения не отражен в задании, либо полученные данные содержат грубые ошибки.</p> <p>0 баллов - задание не соответствует ни одному из приведенных выше описаний.</p>	
10	10	Промежуточная аттестация	Экзаменационное задание	-	0	<p>Оценка за экзамен ставится, исходя из рейтинга студента по текущему контролю (п. 2.5 и 2.6 действующего Положения о БРС): от 60 до 75% - удовлетворительно, от 75 до 85 % - хорошо, более 85 % - отлично</p> <p>В случае несогласия студента с текущей оценкой, он имеет право с целью улучшения своей оценки переделать либо выполнить с нуля одно или несколько заданий, входящих в КРМ по дисциплине. Состав таких заданий выбирается по согласованию с преподавателем.</p>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Оценка за зачет ставится, исходя из рейтинга студента по текущему контролю (п. 2.5 и 2.6 действующего Положения о БРС): от 60 до 75% - удовлетворительно, от	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	75 до 85 % - хорошо, более 85 % - отлично В случае несогласия студента с текущей оценкой, он имеет право с целью улучшения своей оценки переделать либо выполнить с нуля одно или несколько заданий, входящих в КРМ по дисциплине. Состав таких заданий выбирается по согласованию с преподавателем.	
экзамен	<p>Оценка за экзамен ставится, исходя из рейтинга студента по текущему контролю (п. 2.5 и 2.6 действующего Положения о БРС): от 60 до 75% - удовлетворительно, от 75 до 85 % - хорошо, более 85 % - отлично В случае несогласия студента с текущей оценкой, он имеет право получить экзаменационное задание. Студенту выдается билет, в котором приводится 2 вопроса, случайным образом выбранных из перечня, содержащего 20 вопросов. За каждый вопрос студент может получить максимум 1 балл. Критерии оценивания: 1- балл -дан полностью правильный ответ на вопрос; 0 баллов- ответ студента правильно раскрывает суть вопроса менее, чем на половину. Также билет содержит одну задачу, составленную по образцу задач, выданных студентам на практических занятиях 1 и 2. При выполнении данной задачи экзаменационного билета студенту необходимо ограничиться определением протекающие в схеме электромагнитные процессы при допущениях об идеальности силовых вентилях. Максимальное количество баллов за выполнение данной задачи равно трем. Критерии оценивания: 3 балла - студентом выполнена расчетная задача более, чем на 95% 2 балла - студентом выполнена расчетная задача более, чем на 75% 1 балл -студентом выполнена расчетная задача более, чем на 50% 0 баллов- студентом выполнена расчетная задача менее, чем на 50% Полученное студентом количество баллов переводится в рейтинг по промежуточной аттестации. Далее, согласно п. 2.4 действующего Положения о БРС, считается рейтинг по дисциплине. Оценка выставляется в соответствии с рейтингом по дисциплине: от 60 до 75% - удовлетворительно, от 75 до 85 % - хорошо, более 85 % - отлично</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПК-1	Знает: Принципы работы, схемы и характеристики вентильных преобразователей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Выполнять расчеты для выбора схем вентильных преобразователей и их основных элементов		+	+	+	+			+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Имитационного моделирования систем электроснабжения с вентильными преобразователями в MatLab			+	+	+				+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.

### б) дополнительная литература:

1. Физические основы электроники [Текст] учеб. пособие к лаб. работам М. В. Гельман и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 94, [2] с. ил.
2. Гельман, М. В. Физические основы электроники. Преобразовательная техника Программа, метод. указания и контрол. задания для студентов-заоч. М. В. Гельман; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 41, [1] с.

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

Не предусмотрены

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

1. Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с.

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Гельман, М.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с. <a href="https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf">https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf</a>

### Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(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
Лабораторные занятия	153 (1)	Компьютер, проектор, экран. Компьютерный класс с 8-ю компьютерами
Практические занятия и семинары	153 (1)	Компьютер, проектор, экран. Компьютерный класс с 8-ю компьютерами
Лекции	380 (1)	компьютер, проектор, экран