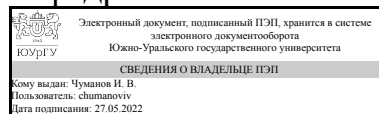


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



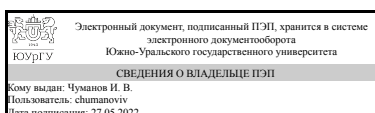
И. В. Чуманов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.04 Современные физико-химические закономерности
сталеплавильных процессов
для направления 22.04.02 Metallургия
уровень Магистратура
магистерская программа Теория и прогрессивные технологии
электросталеплавильного производства
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов**

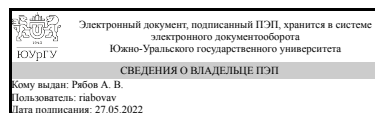
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

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



И. В. Чуманов

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. В. Рябов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний, необходимых для формирования мировоззрения при подготовке магистра - металлурга, способного проанализировать физико-химические особенности металлургических процессов на основе знаний естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин во взаимосвязи с другими дисциплинами цикла. Дисциплина «Современные физико-химические закономерности сталеплавильных процессов» рассматривается как основная для формирования направления 22.04.02.

Краткое содержание дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются научить студента: - иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития металлургического производства; - знать основы термодинамического анализа металлургических процессов и закономерности протекания процессов в металлургических расплавах; - уметь рассчитывать технологические показатели металлургического процесса и анализировать возможности их улучшения; выполнять теоретические и экспериментальные исследования металлургических процессов, свойств продуктов этого производства; - иметь опыт исследования термодинамических и кинетических параметров металлургических процессов и измерения физико-химических свойств расплавов, растворов и твердофазных продуктов металлургического производства.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: Методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации Умеет: Применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации Имеет практический опыт: Системного и критического анализа проблемных ситуаций; постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
ПК-3 Способен применять информационные технологии и прикладные программные средства для решения задачи в области профессиональной деятельности	Знает: Основы информационных технологий Пакеты прикладных программ для решения задачи в области профессиональной деятельности Умеет: Применять программное обеспечение и компьютеризированные методы обработки оцифрованных объектов для расчетов и анализа объектов и процессов металлургического производства и металлообработки. Имеет практический опыт: Решения профессиональных задач в области металлургии

	и металлообработки с использованием информационных технологий и прикладные программные средства
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Оборудование и технология физико-химических исследований процессов производства стали, Способы оценки качества материалов методом металлографии	Технология производства стали в конверторах и электрических печах, Получение металлических материалов со специальными свойствами, Производственная практика, преддипломная практика (5 семестр), Производственная практика, научно-исследовательская работа (5 семестр), Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Оборудование и технология физико-химических исследований процессов производства стали	Знает: Основы информационных технологий Пакеты прикладных программ для решения задачи в области профессиональной деятельности, Методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения, Правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия Умеет: Применять программное обеспечение и компьютеризированные методы обработки оцифрованных объектов для расчетов и анализа объектов и процессов металлургического производства и металлообработки., Решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности, Применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия Имеет практический опыт: Решения профессиональных задач в области металлургии и

	<p>металлообработки с использованием информационных технологий и прикладные программные средства, Управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик, Межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий</p>
<p>Способы оценки качества материалов методом металлографии</p>	<p>Знает: Основы информационных технологий Пакеты прикладных программ для решения задачи в области профессиональной деятельности, Методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства, Требования, предъявляемые к поверке оборудования. Основы метрологии Умеет: Применять программное обеспечение и компьютеризированные методы обработки оцифрованных объектов для расчетов и анализа объектов и процессов металлургического производства и металлообработки., Разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной , Применять в отчётах метрологические требования, относящиеся к инструментам и оборудованию, результатам исследований, в соответствии с нормами, установленными в стандартах Имеет практический опыт: Решения профессиональных задач в области металлургии и металлообработки с использованием информационных технологий и прикладные программные средства, Анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; организации и управления коллективом, Оформления результатов исследований и отчётов в соответствии требованиям стандартов</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., 50,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3
Общая трудоёмкость дисциплины	288	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	16	16
Лекции (Л)	8	8	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	8	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	237,25	119,75	117,5
Курсовой проект	40	0	40
Подготовка к экзамену	57,5	0	57,5
Подготовка к лекционным занятиям	25	25	0
Подготовка к практическим занятиям 3 семестра	20	0	20
Подготовка к практическим занятиям 2 семестра	25	25	0
Подготовка к зачету	69,75	69,75	0
Консультации и промежуточная аттестация	18,75	8,25	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Высокотемпературные газовые процессы	5	1	4	0
2	Взаимодействие углерода с газовой фазой.	5	1	4	0
3	Образование и диссоциация химических соединений	5	1	4	0
4	Восстановление металлов из твердых оксидов	5	1	4	0
5	Металлургические расплавы	6	2	4	0
6	Взаимодействие металлической, шлаковой и газовой фаз	6	2	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общая характеристика высокотемпературной газовой атмосферы. Термодинамика взаимодействия газообразных реагентов с кислородом. Термодинамика и кинетика сложных газовых атмосфер.	1
2	2	Термодинамика взаимодействия углерода с газообразными окислителями. Механизм и кинетика процессов взаимодействия. Механизм и кинетика распада оксида углерода	1
3	3	Термодинамический анализ процессов образования и диссоциации соединений в гетерогенных структурах. Диаграммы состояния. Кинетика и механизм процессов образования и диссоциации твердых оксидов и карбонатов. Лимитирующие стадии процессов диссоциации. Кинетика окисления металлов.	1

4	4	Термодинамика процессов восстановления. Термодинамика восстановления металлов газами и твердым углеродом. Прочие восстановители. Механизм и кинетика восстановления металлов из твердых оксидов газами и твердым углеродом.	1
5	5	Общая характеристика жидкого состояния металлургических расплавов. Строение жидких металлов. Структурно-чувствительные характеристики расплавов. Химический и минералогический состав шлаковых расплавов. Строение и диаграммы состояния шлаковых систем. Физико-химические свойства шлаков. Термодинамические и кинетические характеристики	2
6	6	Термодинамика взаимодействия газов с металлическими расплавами. Растворимость кислорода в металлических расплавах. Термодинамика окисления углерода в кислородосодержащих расплавах. Распределение кислорода между металлической и оксидной фазами. Кинетика высокотемпературных гетерогенных металлургических реакций. Газы в сталях. Влияние газов на свойства расплавов. Термодинамика процессов раскисления металлических расплавов. Образование и удаление продуктов раскисления. Теоретические основы окислительного рафинирования сложнолегированных расплавов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Взаимодействие углерода с газовой фазой. термодинамика сложных газовых атмосфер	4
2	2	Термодинамика процессов окисления твердого углерода	4
3	3	Восстановление оксидов металлов	4
4	4	Определение активности компонентов в металлическом расплаве	4
5	5	Оценка основных физико-химических характеристик расплавов	4
6	6	Распределение элементов между несмешивающимися жидкостями. Удаление вредных примесей	4

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
Курсовой проект	Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] : монография / Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издат. дом МИСиС, 2009. - 519 с. https://e.lanbook.com/reader/book/117016/#1	3	40
Подготовка к экзамену	Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] : монография / Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издат.	3	57,5

	дом МИСиС, 2009. - 519 с. https://e.lanbook.com/reader/book/117016/#1		
Подготовка к лекционным занятиям	Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] : монография / Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издат. дом МИСиС, 2009. - 519 с. https://e.lanbook.com/reader/book/117016/#1	2	25
Подготовка к практическим занятиям 3 семестра	Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] : монография / Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издат. дом МИСиС, 2009. - 519 с. https://e.lanbook.com/reader/book/117016/#1	3	20
Подготовка к практическим занятиям 2 семестра	Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] : монография / Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издат. дом МИСиС, 2009. - 519 с. https://e.lanbook.com/reader/book/117016/#1	2	25
Подготовка к зачету	Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] : монография / Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издат. дом МИСиС, 2009. - 519 с. https://e.lanbook.com/reader/book/117016/#1	2	69,75

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	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Практическая работа 1	0,3	30	25-30 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 20-24 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 15-19 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 14 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	зачет
2	2	Текущий контроль	Практическая работа 2	0,3	30	25-30 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 20-24 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 15-19 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 14 баллов и менее - работа	зачет

						выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	
3	2	Промежуточная аттестация	Зачет	-	40	35-40 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 30-35 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 25-30 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 24 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	зачет
4	3	Текущий контроль	Курсовая работа	0,2	20	18-20 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 15-17 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 12-14 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 13 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
5	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	18-20 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 15-17 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 12-14 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 13 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок.	экзамен
6	3	Текущий контроль	Практическая работа 3	0,2	20	18-20 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 15-17 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 12-14 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 13 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
7	3	Текущий контроль	Практическая работа 4	0,2	20	18-20 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 15-17 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 12-14 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 13 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
8	3	Текущий контроль	Практическая работа 5	0,1	10	9-10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 7-8 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 5-6 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 4 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	экзамен
9	3	Текущий контроль	Практическая работа 6.	0,1	10	9-10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 7-8 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 5-6 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 4 баллов и менее - работа	экзамен

						выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.	
--	--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Выставляется на зачете при условии успешного выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины (посещение занятий, выполнение практических заданий и аудиторных контрольных мероприятий).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	Выставляется на очном экзамене при условии успешного выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины (курсовой работы, практических заданий, аудиторных контрольных мероприятий).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	На основании очной защиты курсового проекта после предоставления в распечатанном виде пояснительной записки и презентации.	В соответствии с п. 2.7 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
УК-1	Знает: Методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	+		+	+	+	+			
УК-1	Умеет: Применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации				+	+		+	+	
УК-1	Имеет практический опыт: Системного и критического анализа проблемных ситуаций; постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий			+	+	+		+		+
ПК-3	Знает: Основы информационных технологий Пакеты прикладных программ для решения задачи в области профессиональной деятельности	+		+	+		+			
ПК-3	Умеет: Применять программное обеспечение и компьютеризированные методы обработки оцифрованных объектов для расчетов и анализа объектов и процессов металлургического производства и металлообработки.				+	+		+		
ПК-3	Имеет практический опыт: Решения профессиональных задач в области металлургии и металлообработки с использованием информационных технологий и прикладные программные средства				+	+		+		

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Дильдин, А. Н. Физико-химические основы сталеплавильных процессов [Текст] : учеб. пособие для металлург. направлений 22.03.02 и 22.04.02 / А. Н. Дильдин; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техника и технология пр-ва материалов ; ЮУрГУ. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 43 с. : ил.
2. Дильдин, А. Н. Теория металлургических процессов [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Дильдин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2007. - 43 с.
3. Леонович, Б. И. Термодинамика металлургических сплавов [Текст] : учеб. пособие / Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов, О. И. Качурина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 66 с.
4. Григорян, В. А. Теоретические основы электросталеплавильных процессов [Текст] / В. А. Григорян, Л. Н. Белянчиков, А. Я. Стомахин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия 1987. - 271 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Теория металлургических процессов [Текст] : учеб. для металлург. специальностей вузов / Д. И. Рыжонков и др. ; под ред. Д. И. Рыжонкова. - М. : Металлургия, 1989. - 391 с. : ил.
2. Попель, С. И. Теория металлургических процессов [Текст] : учеб. пособие для вузов по металлург. специальностям / С. И. Попель, А. И. Сотников, В. Н. Бороненков. - М. : Металлургия, 1986. - 462 с.

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

1. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия [Текст] : науч.-техн. журн. / Сиб. гос. индустр.ун-т, Гос. технолог. ун-т «Моск. гос. ин-т стали и сплавов» (МИСиС). – М., МИСИС, 1960-
2. Металлург [Текст] : науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр «Союзметалл», Ассоц. промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). – М., Металлургия, 1993-
3. Сталь [Текст] : ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. / Междунар. союз металлургов, Ком. Рос. Федерации по металлургии. – М., Металлургия, 1946–
4. Электросталеплавильная металлургия [Текст] : науч.-техн. журн. / Департамент экономики металлург. комплекса М-ва экономики Рос. Федерации. – М., 1998–2013, 2017-
5. Черные металлы [Текст] : журн. по актуальным проблемам металлургии, машиностроения и приборостроения зарубеж. стран : пер. с нем. / Изд-во «Металлургия», ред. журн. – М., Металлургия, 2003-2008, 2014.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Дильдин, А. Н. Физико-химические основы сталеплавильных процессов [Текст] : учеб. пособие для металлург. направлений 22.03.02 и 22.04.02 / А. Н. Дильдин; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техника и технология пр-ва материалов ; ЮУрГУ. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 43 с. : ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Дильдин, А. Н. Физико-химические основы сталеплавильных процессов [Текст] : учеб. пособие для металлург. направлений 22.03.02 и 22.04.02 / А. Н. Дильдин; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техника и технология пр-ва материалов ; ЮУрГУ. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 43 с. : ил.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Григорян, В. А. Теоретические основы электросталеплавильных процессов [Текст] / В. А. Григорян, Л. Н. Белянчиков, А. Я. Стомахин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия 1987. - 271 с. : ил. https://e.lanbook.com/book/116968
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] : монография / Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издат. дом МИСиС, 2009. - 519 с. https://e.lanbook.com/reader/book/117016/#1

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Экзамен	401 (2)	Компьютерный класс, программное обеспечение
Контроль самостоятельной работы	401 (2)	Компьютерный класс, программное обеспечение
Зачет, диф.зачет	401 (2)	Компьютерный класс, программное обеспечение
Пересдача	401 (2)	Компьютерный класс, программное обеспечение
Лекции	401 (2)	Компьютерный класс, программное обеспечение
Самостоятельная работа студента	401 (2)	Компьютерный класс, программное обеспечение
Практические занятия и семинары	401 (2)	Компьютерный класс, программное обеспечение