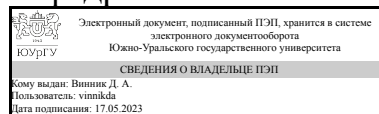


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



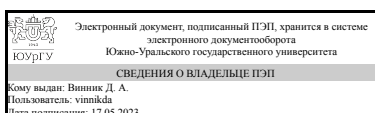
Д. А. Винник

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.03 Прикладная термодинамика и кинетика  
для направления 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов  
уровень Магистратура  
магистерская программа Материаловедение: структура и свойства материалов  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

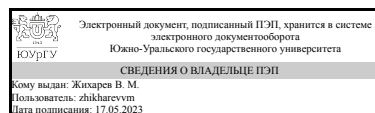
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 306

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

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



В. М. Жихарев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель – углубление знаний магистров о физико-химических закономерностях процессов получения ряда материалов на основе решения конкретных задач теории и практики материаловедения. Задача – привить магистрам навыки и умения использовать физико-химические закономерности при определении количественных характеристик материаловедческих систем и процессов и обсуждении полученных результатов.

## Краткое содержание дисциплины

Термодинамика соединений переменного состава: оксидов, карбидов, нитридов, боридов, оксикарбонитридов и др. Определение условий получения соединений заданного состава. Термодинамика растворов. Термодинамика восстановления металлов из их оксидов в сложных системах при наличии растворов и сложных газовых смесей. Кинетические закономерности процессов диссоциации соединений, восстановления и окисления металлов.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать новые конструкционные и функциональные материалы для продукции высокотехнологичных производств	Знает: методы термодинамического анализа процессов фазообразования в многокомпонентных системах

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Термодинамика неравновесных процессов, Современные методы физико-химического анализа материалов, Физика деформации материалов, Объёмные наноструктурные и ультра мелкозернистые материалы, Перспективные конструкционные и функциональные материалы на неметаллической основе, Фазовые и структурные превращения

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

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5	
Защита решений зачетных задач	6	6	
• Самостоятельная домашняя работа для подготовки практическим занятиям по установленному графику занятий	45,75	45.75	
Подготовка к зачету	4	4	
Решение зачетных задач для СРС и подготовка к защите решений и ответам на контрольные вопросы по текущей успеваемости	31,75	31.75	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Кинетика гетерогенных процессов	6	2	4	0
2	Восстановление металлов из их оксидов в сложных газовых атмосферах.	8	2	6	0
3	Термодинамика восстановления оксидов металлов из их твердых растворов	6	2	4	0
4	Анализ процессов восстановления оксидов в сложных системах на основе диаграмм состояния	8	4	4	0
5	Карботермическое восстановление в сложных системах	6	2	4	0
6	Термодинамика твердых растворов элементов внедрения в тугоплавких металлах	6	2	4	0
7	Термодинамика соединений переменного состава на основе тугоплавких металлов	8	2	6	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Кинетика гетерогенных процессов	2
2	2	Восстановление металлов из их оксидов в сложных газовых атмосферах.	2
3	3	Термодинамика восстановления оксидов металлов из их твердых растворов	2

4,5	4	Анализ процессов восстановления оксидов в сложных системах на основе диаграмм состояния	4
6	5	Карботермическое восстановление в сложных системах	2
7	6	Термодинамика твердых растворов элементов внедрения в тугоплавких металлах	2
8	7	Термодинамика соединений переменного состава на основе тугоплавких металлов	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Кинетика гетерогенных процессов	4
2	2	Восстановление металлов из их оксидов в сложных газовых атмосферах.	6
3	3	Термодинамика восстановления оксидов металлов из их твердых растворов	4
4	4	Анализ процессов восстановления оксидов в сложных системах на основе диаграмм состояния	4
5	5	Карботермическое восстановление в сложных системах	4
6	6	Термодинамика твердых растворов элементов внедрения в тугоплавких металлах	4
7	7	Термодинамическая устойчивость соединений на основе тугоплавких металлов	2
8	7	Условия синтеза и состав тугоплавких соединений	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
Защита решений зачетных задач		1	6
• Самостоятельная домашняя работа для подготовки практическим занятиям по установленному графику занятий	Примеры решения заданий в Эл ЮУрГУ с указанием уч пособий в виде гиперссылок	1	45,75
Подготовка к зачету		1	4
Решение зачетных задач для СРС и подготовка к защите решений и ответам на контрольные вопросы по текущей успеваемости	Уч пособия в списке литературы настоящей РПД	1	31,75

## 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
0	1	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	<p>При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022)</p> <p>Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля Ртек . Если студент не имеет рейтинг 60%, то сдает зачет сдает зачет, объясняя решения домашних задач в семестре ответов. Задача оценивается максимально в 5 баллов, Шкала оценивания задач: 5 баллов - задача решена верно, ошибок нет, оценка "отлично"; 4 балла - выбран верный метод решения задачи, возможна арифметическая ошибка, оценка "хорошо" ;3 балла - выбран верный метод решения, есть 1-2 грубые ошибки. оценка "удовлетворительно"; 0 баллов - отсутствует решение или сделано более 2 грубых ошибок. Оценка 2 -незачтено". По каждому мероприятию рейтинг должен быть не менее 60%.</p>	дифференцированный зачет
1	1	Текущий контроль	Кинетика гетерогенных	1	5	Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не	дифференцированный зачет

			процессов			решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.	
2	1	Текущий контроль	Восстановление оксидов железа газами	1	5	Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.	дифференцированный зачет
3	1	Текущий контроль	Термодинамика восстановления	1	5	Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не	дифференцированный зачет

			оксидов металлов из их твердых растворов			решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.	
4	1	Текущий контроль	Анализ процессов восстановления оксидов в сложных системах на основе диаграмм состояния	1	5	Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.	дифференцированный зачет
5	1	Текущий контроль	Карботермическое восстановление в	1	5	Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не	дифференцированный зачет

			сложных системах			<p>решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.</p>	
6	1	Текущий контроль	Термодинамика твердых растворов элементов внедрения в тугоплавких металлах	1	5	<p>Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.</p>	дифференцированный зачет
7	1	Текущий контроль	Термодинамическая устойчивость	1	5	<p>Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не</p>	дифференцированный зачет



			соединений на основе тугоплавких металлов			решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.	
8	1	Текущий контроль	Условия синтеза и состав тугоплавких соединений	1	5	Оценка за ответ: -1-2 балла - задача не решена, нет теоретического описания алгоритма вычислений и отсутствуют выводы по работе; 3 балла - решение с ошибками с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и без выводов по работе; 4 балла - верное решение, но с неполным теоретическим описанием алгоритма вычислений и текстом, затрудняющим его прочтение; 5 баллов - Верное решение с полным теоретическим обоснованием решения и выводами., с качественным форматированием текста и графиков.	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	<p>При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022)</p> <p>Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля Ртек . Если студент имеет максимальные баллы по РГР для СРС , то зачет ставится без собеседования и ставится оценка "отлично". При набранных проходных баллах по РГР для СРС студент сдает зачет, объясняя решения домашних задач в семестре При отсутствии проходных баллов, которые студент мог бы набрать при беседе на плановых консультациях по всем решенным задачам , вопрос о зачете решается по результату компьютерного тестирования и результату решения типовой задачи любого из разделов 1-7. Тест составляется на основе контрольных вопросов к зачету по всем разделам осеннего семестра и состоит из 10 вопросов. Рейтинг прохождения теста -60% верных ответов. Задача оценивается максимально в 5 баллов, Шкала оценивания задач: 5 баллов - задача решена верно, ошибок нет, оценка "отлично"; 4 балла - выбран верный метод решения задачи, возможна арифметическая ошибка, оценка "хорошо"; 3 балла - выбран верный метод решения, есть 1-2 грубые ошибки. оценка "удовлетворительно"; 0 баллов - отсутствует решение или сделано более 2 грубых ошибок. Оценка 2 незначителен". По каждому мероприятию рейтинг должен быть не менее 60%.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1	Знает: методы термодинамического анализа процессов фазообразования в многокомпонентных системах	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Жихарев, В. М. Прикладная термодинамика и кинетика Текст Ч. 1 Термодинамические закономерности восстановления металлов из оксидов в простых и сложных системах. Упражнения, примеры, задачи учеб. пособие по направлению "Металлургия" В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 100, [1] с. ил.
- Жихарев, В. М. Физико-химия металлургических процессов и систем. Упражнения, примеры, задачи Текст Ч. 1 учеб. пособие по

специальностям и направлениям металлург. фак. В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 105, [1] с. ил. электрон. версия

3. Жихарев, В. М. Физико-химия металлургических процессов и систем. Упражнения, примеры, задачи Текст Ч. 2 Термодинамика и кинетика восстановления металлов из оксидов учеб. пособие по направлениям "Металлургия" и "Материаловедение и технологии материалов" В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 83, [1] с. ил.

4. Казачков, Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов Учеб. пособие для металлург. спец. вузов. - М.: Металлургия, 1988. - 288 с. ил.

5. Жихарев, В. М. Сборник упражнений и задач по теории металлургических процессов Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 64 с.

*б) дополнительная литература:*

1. Михайлов, Г. Г. Термодинамика металлургических процессов и систем [Текст] монография Г. Г. Михайлов, Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2009. - 519 с. ил.

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

1. Реферативные журналы «Химия», «Металлургия»; «Физическая химия»; «Неорганические материалы»; «Заводская лаборатория»; «Известия вузов. Черная металлургия»; «Известия вузов. Цветная металлургия»; «Литейное производство»; «Металловедение и термическая обработка металлов»; «Металлург»; «Порошковая металлургия»; «Сталь»; «Физика металлов и металловедение»; «Стандарты и качество»; «Надежность и контроль качества»; «Вестник ЮУрГУ. Серия Металлургия»; «Acta Materialia»; «Metallurgical and Materials Transactions».

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

1. Прикладная термодинамика и кинетика [Текст] Ч. 2 : Кинетика гетерогенных процессов. Упражнения, примеры, задачи : учеб. пособие по направлению 22.04.02 "Металлургия" и др. (магистратура) / В. М. Жихарев, М. С. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2019

[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000566666](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000566666)

2. Жихарев, В. М. Прикладная термодинамика и кинетика [Текст] Ч. 1 : Термодинамические закономерности восстановления металлов из оксидов в простых и сложных системах. Упражнения, примеры, задачи : учеб. пособие / В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2014, 100, [1] с. : ил.

[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000532387](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000532387)

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

1. Прикладная термодинамика и кинетика [Текст] Ч. 2 : Кинетика гетерогенных процессов. Упражнения, примеры, задачи : учеб. пособие по направлению 22.04.02 "Металлургия" и др. (магистратура) / В. М. Жихарев, М.

С. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск :  
Издательский Центр ЮУрГУ , 2019

[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000566666](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000566666)

2. Жихарев, В. М. Прикладная термодинамика и кинетика [Текст] Ч.  
1 : Термодинамические закономерности восстановления металлов из оксидов в  
простых и сложных системах. Упражнения, примеры, задачи : учеб. пособие /  
В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск :  
Издательский Центр ЮУрГУ , 2014, 100, [1] с. : ил.

[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000532387](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000532387)

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Петелин, А.Л. Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Курс лекций. [Электронный ресурс] / А.Л. Петелин, Е.С. Михалина. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2005. — 92 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/1846">http://e.lanbook.com/book/1846</a>
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Жихарев, В. М. Физико-химия металлургических процессов и систем. Упражнения, примеры, задачи Ч. 2 : Термодинамика и кинетика восстановления металлов из оксидов : учеб. пособие / В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2015, 83 с <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000549524">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000549524</a>
3	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Жихарев, В. М. Физико-химия металлургических процессов и систем. Упражнения, примеры, задачи Ч. 1 : учеб. пособие / В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2013 105, с. + электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000508108">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000508108</a>
4	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Жихарев, В. М. Прикладная термодинамика и кинетика [Текст] Ч. 1 : Термодинамические закономерности восстановления металлов из оксидов в простых и сложных системах. Упражнения, примеры, задачи : учеб. пособие / В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2014, 100, [1] с. : ил. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000532387">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000532387</a>
5	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Прикладная термодинамика и кинетика [Текст] Ч. 2 : Кинетика гетерогенных процессов. Упражнения, примеры, задачи : учеб. пособие по направлению 22.04.02 "Металлургия" и др. (магистратура) / В. М. Жихарев, М. С. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2019 <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000566666">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000566666</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(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	324 (1)	Компьютеры, подключенные к сети Интернет, пакеты прикладных программ в ауд. 324
Лекции	314 (1)	Компьютер, подключенный к сети Интернет, пакеты прикладных программ, и экран в ауд. 314
Самостоятельная работа студента	324 (1)	Компьютеры, подключенные к сети Интернет, пакеты прикладных программ в ауд. 324