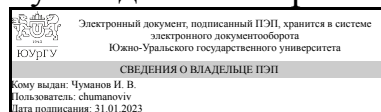


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



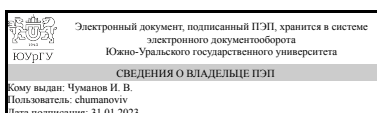
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.17 Физическая химия**  
**для направления 29.03.04 Технология художественной обработки материалов**  
**уровень Бакалавриат**  
**форма обучения очная**  
**кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов**

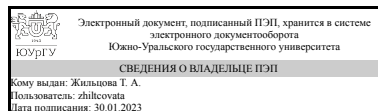
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 961

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



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Т. А. Жильцова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать знания об основных понятиях и законах физической химии; научить теоретическим и экспериментальным методам исследования равновесных систем и кинетики превращений; научить применять эти методы для решения задач, связанных с производством и обработкой металлов и сплавов

### Краткое содержание дисциплины

Законы термодинамики. Термодинамические функции: энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их зависимость от термодинамических параметров; уравнения Гиббса-Гельмгольца. Третий закон термодинамики; вычисление абсолютных значений энтропии; таблицы стандартных термодинамических величин. Химическое равновесие. Химическое равновесие в гомогенных системах; закон действующих масс и расчет выхода реакции; изотерма химической реакции, зависимость константы равновесия от температуры; равновесие в гетеро-генных системах, упругость диссоциации соединений. Термодинамическая теория растворов. Бесконечно разбавленные растворы; закон Генри; растворимость газов в металлах; закон Рауля и следствия из него. Химическое равновесие в разбавленных растворах. Методы определения активности компонентов растворов; расчеты равновесий с использованием активности. Фазовые равновесия. Фазовые переходы, их классификация; фазовая диаграмма одно-компонентной системы. Химическая кинетика. Кинетика и термодинамика процессов кристаллизации; кинетика растворения твердых тел в жидких. Поверхностные явления и коллоидная химия. Адсорбция газов и ее зависимость от температуры; изотерма Лангмюра; адсорбция из растворов, уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностно-активные и неактивные вещества; изотермы поверхностного натяжения. Дисперсные системы и их классификация. Электрохимия Теория электролитической диссоциации слабых электролитов; определение степени диссоциации по изменению осмотических эффектов и электропроводности растворов; подвижности ионов и числа переноса. Диффузия в твердых и жидких системах. Диффузия и ее законы; механизмы диффузии в твердых и жидких телах. Диффузия в твердых телах. Уравнения диффузии; коэффициенты диффузии и методы их определения. Конвективная диффузия в жидких системах; ее основные закономерности.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен решать вопросы профессиональной деятельности на основе естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Знает: Базовые понятия физической химии и закономерности химических процессов. Умеет: Проводить простые операции (схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия физической химии, химической технологии и закономерностей химических процессов. Имеет практический опыт: Работы с учебной литературой по физической химии, структурировать материал, выделять главную

мысль, формировать смыслы базовых химических понятий.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.16 Органическая химия, 1.О.14 Физика, 1.О.11 Алгебра и геометрия, 1.О.15 Неорганическая химия, 1.О.12 Математический анализ	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.12 Математический анализ	Знает: Основные понятия дифференциального и интегрального исчисления. Умеет: Применять понятия и методы математического анализа при решении прикладных задач; проверять решения. Имеет практический опыт: Применения современного математического инструментария для решения прикладных задач; построения математической модели профессиональных задач и интерпретации полученных результатов.
1.О.16 Органическая химия	Знает: Основные понятия, явления, законы органической химии; классификацию и свойства химических элементов, веществ и соединений; виды химической связи в различных типах соединений; периодическую систему элементов; основные физические и химические явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности; Умеет: Составлять и анализировать химические уравнения; применять химические законы для решения практических задач; использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты; Имеет практический опыт: Практического применения законов химии; навыками решения химических задач в своей предметной области; навыками обработки экспериментальных данных; навыками описания химических явлений и решения типовых задач; навыками выполнения элементарных лабораторных физико-химических исследований в области профессиональной деятельности.
1.О.14 Физика	Знает: Главные положения и содержание основных физических теорий и границы их применимости., Физическую интерпретацию

	<p>основных природных явлений и производственных процессов. Умеет: Производить расчет физических величин по основным формулам с учетом применяемой системы единиц., Выявлять, формулировать и объяснять естественнонаучную природу природных явлений и производственных процессов. Имеет практический опыт: Применения физических законов и формул для решения практических задач., Владения физической и естественно-научной терминологией.</p>
1.О.15 Неорганическая химия	<p>Знает: Основные понятия, явления, законы неорганической химии; классификацию и свойства химических элементов, веществ и соединений; виды химической связи в различных типах соединений; периодическую систему элементов; основные физические и химические явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности; Умеет: Составлять и анализировать химические уравнения; применять химические законы для решения практических задач; использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты; Имеет практический опыт: Практического применения законов химии; навыками решения химических задач в своей предметной области; навыками обработки экспериментальных данных; навыками описания химических явлений и решения типовых задач; навыками выполнения элементарных лабораторных физико-химических исследований в области профессиональной деятельности.</p>
1.О.11 Алгебра и геометрия	<p>Знает: Основные понятия линейной алгебры, векторной алгебры и аналитической геометрии, используемые при изучении других дисциплин; методы решения систем линейных уравнений. Умеет: Применять методы алгебры и геометрии для моделирования, теоретического и экспериментального исследования прикладных задач; интерпретировать полученные в ходе решения результаты. Имеет практический опыт: Применения современного математического инструментария для решения прикладных задач; построения математической модели профессиональных задач и интерпретации полученных результатов.</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	48	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	16	8
Лабораторные работы (ЛР)	24	8	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
контрольные вопросы и задания	51,5	0	51,5
составление конспектов лекций для самостоятельного изучения	53,75	53,75	0
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
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	Законы термодинамики	14	6	4	4
2	Химическое равновесие	14	6	4	4
3	Термодинамическая теория растворов	14	6	4	4
4	Фазовые равновесия	14	6	4	4
5	Химическая кинетика	14	6	4	4
6	Поверхностные явления и коллоидная химия	10	6	2	2
7	Электрохимия	10	6	2	2
8	Диффузия в твердых и жидких системах	6	6	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Термодинамическая система и функции состояния; первый закон термодинамики; закон Гесса и его следствия; зависимость теплового эффекта реакции от температуры; теплоты образования соединений; теплоемкость. Второй закон термодинамики, энтропия; вычисление изменения энтропии для различных процессов. Термодинамические функции: энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их зависимость от термодинамических параметров; уравнения Гиббса-Гельмгольца. Третий закон термодинамики; вычисление абсолютных значений энтропии; таблицы стандартных термодинамических величин.	6
2	2	Химическое равновесие в гомогенных системах; закон действующих масс и расчет выхода реакции; изотерма химической реакции, зависимость константы равновесия от температуры; равновесие в гетерогенных системах, упругость диссоциации соединений. Равновесие в конденсированных	6

		системах, не содержащих растворов; расчет химического равновесия по таблицам стандартных термодинамических величин.	
3	3	Способы выражения концентраций; парциальные мольные величины; уравнения Гиббса-Дюгема; уравнения Клапейрона-Клаузиуса; зависимость давления насыщенного пара от температуры. Бесконечно разбавленные растворы; закон Генри; растворимость газов в металлах; закон Рауля и следствия из него. Химическое равновесие в разбавленных растворах; закон действующих масс; закон распределения и его значение в металлургии; термодинамические функции и законы совершенных растворов. Неидеальные растворы; термодинамическая активность, выбор стандартного состояния. Методы определения активности компонентов растворов; расчеты равновесий с использованием активности.	6
4	4	Фазовые переходы, их классификация; фазовая диаграмма однокомпонентной системы. Правило фаз Гиббса; фазовые диаграммы двухкомпонентных систем и их типы; построение фазовых диаграмм по кривым охлаждения.	6
5	5	Формальная кинетика; скорость и константа скорости химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры; уравнение Аррениуса; связь между термодинамическими и кинетическими характеристиками. Энергия активации; теория активных соударений. Кинетика гетерогенных реакций; понятие о лимитирующей стадии; последовательное и параллельное протекание стадий процессов; термодинамическая оценка максимальной температуры горения. Кинетика и термодинамика процессов кристаллизации; кинетика растворения твердых тел в жидких. Термодинамика и кинетика взаимодействия огнеупоров с газами, шлаками и металлическими расплавами.	6
6	6	Адсорбция газов и ее зависимость от температуры; изотерма Лангмюра; адсорбция из растворов, уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностно-активные и неактивные вещества; изотермы поверхностного натяжения. Дисперсные системы и их классификация; молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов, их оптические свойства; эффект Киндаля и закон Релея. Коагуляция коллоидных систем, ее общие закономерности и кинетика; структурно-механические свойства дисперсных систем; вязкость истинных и коллоидных растворов.	6
7	7	Степени диссоциации по изменению осмотических эффектов и электропроводности растворов; подвижности ионов и числа переноса. Зависимость ЭДС гальванических элементов от температуры и концентрации; определение термодинамических характеристик реакций по изменению ЭДС. Типы электродов и электродные потенциалы; таблицы стандартных электродных потенциалов; типы гальванических элементов; гальванические элементы с твердыми электролитами и их использование в металлургии.	6
8	8	Диффузия и ее законы; механизмы диффузии в твердых и жидких телах. Диффузия в твердых телах. Уравнения диффузии; коэффициенты диффузии и методы их определения	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	решение задач на 1, 2, 3 законы термодинамики	4
2	2	решение задач на химическое равновесие	4
3	3	решение задач на растворы	4
4	4	решение задач на фазовые равновесия	4
5	5	решение задач на химическую кинетику	4

6	6	решение задач на адсорбцию и коллоидную химию	2
7	7	решение задач на электрохимию: гальванический элемент, ЭДС	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	тепловые эффекты реакций растворения	2
2	1	определение молярной теплоты нейтрализации	2
3	2	изучение химического равновесия гомогенной реакции	4
4	3	определение молекулярной массы вещества	2
5	3	определение степени диссоциации электролита	2
6	4	построение диаграммы плавкости двухкомпонентной системы	4
7	5	Изучение влияния концентрации веществ и температуры на скорость реакции и смещение равновесия	4
8	6	Изучение явления адсорбции	2
9	7	Электролиз водных растворов солей	2

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
контрольные вопросы и задания	Кузнецов Ю.С., Германюк Н.В., Жихарев В.М., Лыкасов А.А. Физическая химия. Сборник упражнений и задач. Под ред. Г.Г. Михайлова / Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. — 445 с.	4	51,5
составление конспектов лекций для самостоятельного изучения	Физическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Селиванова [и др.]. — Электрон. дан. — Казань: КНИТУ, 2016. — 188 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	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	вопросы	1	5	Отлично: все отвеченные вопросы Хорошо: 70-80% отвеченных вопросов Удовлетворительно: 60% отвеченных	зачет

						вопросов Неудовлетворительно: менее 50% отвеченных вопросов	
2	4	Промежуточная аттестация	вопросы	-	5	Отлично: все отвеченные вопросы Хорошо: 70-80% отвеченных вопросов Удовлетворительно: 60% отвеченных вопросов Неудовлетворительно: менее 50% отвеченных вопросов	экзамен
3	3	Текущий контроль	задачи и упражнения	1	5	Зачтено: 50-100% выполненную работу Не зачтено: менее 50%	зачет
4	4	Текущий контроль	лабораторные работы	1	5	Зачтено: 50-100% выполненную работу Не зачтено: менее 50%	экзамен
5	4	Бонус	лекции	-	5	Отлично: 91 - 100% отвеченных вопросов Хорошо: 76-90 % отвеченных вопросов Удовлетворительно: 51-75% отвеченных вопросов Неудовлетворительно: менее 50% отвеченных вопросов	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	опрос и оценивание	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	опрос и оценивание	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ОПК-1	Знает: Базовые понятия физической химии и закономерности химических процессов.	+	+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: Проводить простые операции (схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия физической химии, химической технологии и закономерностей химических процессов.	+	+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: Работы с учебной литературой по физической химии, структурировать материал, выделять главную мысль, формировать смыслы базовых химических понятий.	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- Кузнецов, Ю. С. Физическая химия [Текст] : сб. упражнений и задач. Ч. 1. Химическая термодинамика / Ю. С. Кузнецов, Б. И. Леонович, О. И. Качурина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 55 с. : ил.
- Леонович, Б. И. Гомогенное и гетерогенное химические равновесия [Текст] : учеб. пособие / Б. И. Леонович, Ю. С. Кузнецов, О. И.



Качурина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 47 с.

3. Трофимов, Е. А. Общая и неорганическая химия [Текст] : сб. тестов / Е. А. Трофимов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2005. - 63 с.

*б) дополнительная литература:*

1. Салем, Р. Р. Физическая химия. Термодинамика [Текст] : учеб. пособие для вузов по хим.-технол. направлениям / Р. Р. Салем. - М. : Физматлит, 2004. - 350 с. : ил.

2. Физическая химия [Текст] : сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" / В. И. Антоненко и др. ; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2013. - 445 с. : ил.

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

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

1. Кузнецов Ю.С., Леонович Б.И. Физическая химия. Учебное пособие. — Челябинск: ЮУрГУ, 1998 год. — 344 стр.

2. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.М. Селиванова [и др.]. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2016. — 188 с.

3. Кузнецов Ю.С., Германюк Н.В., Жихарев В.М., Лыкасов А.А. Физическая химия. Сборник упражнений и задач. Под ред. Г.Г. Михайлова / Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. — 445 с.

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

1. Кузнецов Ю.С., Леонович Б.И. Физическая химия. Учебное пособие. — Челябинск: ЮУрГУ, 1998 год. — 344 стр.

2. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.М. Селиванова [и др.]. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2016. — 188 с.

3. Кузнецов Ю.С., Германюк Н.В., Жихарев В.М., Лыкасов А.А. Физическая химия. Сборник упражнений и задач. Под ред. Г.Г. Михайлова / Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. — 445 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.М. Селиванова [и др.]. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2016. — 188 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/102111">https://e.lanbook.com/book/102111</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Яковлева, А. А. Физическая химия для металлургов : учебное пособие / А. А. Яковлева, В. Г. Соболева, Е. Г. Филатова. — Иркутск : ИРНИТУ, 2019. — 132 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/217085">https://e.lanbook.com/book/217085</a>
3	Методические	Электронно-	Морачевский, А. Г. Термодинамические расчеты в

	пособия для преподавателя	библиотечная система издательства Лань	химии и металлургии : учебное пособие / А. Г. Морачевский, И. Б. Сладков, Е. Г. Фирсова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/169118">https://e.lanbook.com/book/169118</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Афанасьев, Б. Н. Физическая химия : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 416 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/168461">https://e.lanbook.com/book/168461</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(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	105 (2)	Печь камерная ПКЛ-1-2-12 – 1 шт.; Лаборатория "Общая химия" – 1 шт.; Установка индукционная плавильная УИП-3-440-0,0005 – 1 шт. FactSage 6.4 Лицензия №0531 от 2014 г. бессроч. – 1 in/
Самостоятельная работа студента	401 (2)	Системный блок Celeron D 320 2,40 Ghz\256 Mb\80 Gb – 2 шт.; Компьютер в составе: системный блок Intel Core2 DuoE6400/2*512 MB/120GbP5B-VM/3C905CX-TX-M/Kb – 8 шт.; Монитор 17" Samsung Sync Master 765 MB – 9 шт.; Монитор 17" Samsung Sync Master 797 MB – 1 шт.; Экран настенный Proecta – 1 шт.; Проектор Acer X1263 – 1 шт.; Windows (43807***, 41902***) Firefox 43 (Бесплатное) Lira SAPR 2014 Espri 2013 Monomakh-SAPR 2013 Sapfir 2014 NOD 4 MS Office (46020***) Windjview 2.1 (бесплатное) 7-zip 15.2 (бесплатное) Adobe reader 11 (бесплатное) Gimp 2.8.16 (бесплатное) Inkscape 0.91 (бесплатное) Unreal Commander (бесплатное) Visual Studio 2008 MathCAD 14 (Заказ № 2558410 от 21.10.2009) 1С Предприятие 8.3 учебная версия Консультант + (Договор №145-17 от 5.05.2017)
Экзамен	105 (2)	основное оборудование
Лекции	105 (2)	основное оборудование
Лабораторные занятия	105 (2)	Печь камерная ПКЛ-1-2-12 – 1 шт.; Лаборатория "Общая химия" – 1 шт.; Установка индукционная плавильная УИП-3-440-0,0005 – 1 шт. FactSage 6.4 Лицензия №0531 от 2014 г. бессроч. – 1 in/