

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 2024.11.01 17:00  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### Физическая химия

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия

Профиль Metallургия черных металлов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

|                         |     |   |
|-------------------------|-----|---|
| Часов по учебному плану | 252 | Формы контроля на курсах:<br>зачет 2<br>зачет с оценкой 2 |
| в том числе:            |     |   |
| аудиторные занятия      | 26  |   |
| самостоятельная работа  | 218 |   |
| часов на контроль       | 8   |   |

#### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс              | 2   |     | Итого |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
|                   | уп  | рп  |       |     |
| Лекции            | 8   | 8   | 8     | 8   |
| Лабораторные      | 8   | 8   | 8     | 8   |
| Практические      | 10  | 10  | 10    | 10  |
| Итого ауд.        | 26  | 26  | 26    | 26  |
| Контактная работа | 26  | 26  | 26    | 26  |
| Сам. работа       | 218 | 218 | 218   | 218 |
| Часы на контроль  | 8   | 8   | 8     | 8   |
| Итого             | 252 | 252 | 252   | 252 |

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Целью изучения дисциплины является формирование естественнонаучного мировоззрения и исследовательской культуры выпускника. В плане становления научного мировоззрения студентов дисциплина "Физическая химия" призвана способствовать формированию представлений о химических процессах на основе молекулярной природы вещества, статистических закономерностей физико-химических явлений. Выпускник должен овладеть основными методами научного познания, включая методы статистической механики и термодинамики, культурой лабораторных исследований, познаниями в современных отраслях химического знания. |
|-----|---|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |      |
|------------|---|------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |      |
| 2.1.1      | Аналитическая геометрия и векторная алгебра   |      |
| 2.1.2      | Химия   |      |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1      | Материаловедение  |      |
| 2.2.2      | Детали машин  |      |
| 2.2.3      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |      |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|  |
|--|
| <b>ОПК-1:</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания |
| <b>Знать:</b>  |
| ОПК-1-31 Знать: основные законы физической химии, закономерности протекания физико-химических процессов и смещения химического равновесия  |
| <b>Уметь:</b>  |
| ОПК-1-У1 Уметь: производить термодинамические расчеты; читать фазовые диаграммы состояния вещества   |
| <b>Владеть:</b>  |
| ОПК-1-В1 методами лабораторных исследований: титрованием, калориметрическим методом, построением кривых охлаждения   |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.</b>   |                |       |                                    |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Введение. Предмет и содержание физической химии. Основные разделы. История развития физической химии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантовомеханический. Значение физической химии для металлургии. /Ср/ | 2              | 5     | ОПК-1-31                           | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3    |            |    |                    |

|     |   |   |   |          |                              |  |  |  |
|-----|---|---|---|----------|------------------------------|--|--|--|
| 1.2 | <p>Первый закон термодинамики. Основные понятия термодинамики. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота, работа. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Теплоты образования, сгорания, агрегатных превращений, растворения, нейтрализации. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. /Лек/</p>  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |  |  |
| 1.3 | <p>Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Второй закон термодинамики. Процессы самопроизвольные, обратимые и необратимые. Направленность самопроизвольных процессов в природе. Термодинамическая вероятность. Равновесие как наиболее вероятное состояние системы. Аналитическое выражение и формулировка второго закона термодинамики. Энтропия как мера вероятности. Вычисление изменения энтропии в различных процессах. Термодинамические функции и связь между ними. Свободная энергия при постоянном объеме (энергия Гельмгольца) и при постоянном давлении (энергия Гиббса) как мера работоспособности системы и критерий направленности процесса. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. /Ср/</p> | 2 | 4 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |

|      |   |   |   |                      |                                      |                                       |  |    |
|------|---|---|---|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|----|
| 1.4  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Первый закон термодинамики. Расчет работы газа в различных термодинамических процессах: изобарном, изохорном, изотерическом, адиабатном. Понятие молярной и удельной теплоемкостей. /Ср/ | 2 | 4 | ОПК-1-31             | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3         |                                       |  |    |
| 1.5  | №1 Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакции. Энтальпийный фактор. Зависимость энтальпии от температуры. Закон Кирхгоффа. /Пр/  | 2 | 2 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3         |                                       |  | Р5 |
| 1.6  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Второй закон термодинамики. Энтропийный фактор. Изменение энтропии в сложных физико-химических процессах. Зависимость энтропии от температуры и объема. /Ср/                             | 2 | 4 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3         |                                       |  |    |
| 1.7  | №2 Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Направленность химических процессов. Зависимость от независимых параметров. Контрольная работа № 1. /Пр/  | 2 | 2 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1 Л1.3<br>Э2 Э3                   |                                       |  | Р6 |
| 1.8  | Определение теплоты растворения буры /Лаб/  | 2 | 2 | ОПК-1-В1             | Л1.1<br>Л1.3Л3.2<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | работа в парах                        |  | Р1 |
| 1.9  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Следствия из закона Гесса. Расчет теродинамических функций при стандартных условиях /Ср/   | 2 | 4 | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3                |                                       |  |    |
| 1.10 | №3 Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Термодинамический анализ реакции. Практическое применение закона Кирхгоффа. Расчет функций через постоянные интегрирования. Использование программы Excel. /Пр/                       | 2 | 2 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3                | занятие в парах в компьютерном классе |  | Р7 |
|      | <b>Раздел 2. Химическое равновесие.</b>   |   |   |                      |                                      |                                       |  |    |

|     |  |   |   |          |                                   |                |  |    |
|-----|--|---|---|----------|-----------------------------------|----------------|--|----|
| 2.1 | Константа равновесия и способы ее выражения.<br>Термодинамический вывод закона действия масс.<br>Расчет состава равновесной смеси и выхода продукта.<br>Химические реакции в гетерогенных системах.<br>Константа равновесия гетерогенной реакции.<br>Давление диссоциации.<br>Уравнение изотермы химической реакции.<br>Зависимость константы равновесия от температуры.<br>Уравнение изохоры и изобары реакции. /Лек/ | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |                |  |    |
| 2.2 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка.<br>Вычисление абсолютных значений энтропии. Расчет равновесий по таблицам стандартных значений термодинамических функций /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3      |                |  |    |
| 2.3 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Химическое равновесие в однокомпонентных системах и простых смесях. /Ср/  | 2 | 4 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3             |                |  |    |
| 2.4 | Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе /Лаб/  | 2 | 2 | ОПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 | работа в парах |  | Р2 |
| 2.5 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Расчет состава равновесной смеси газов при изменении температуры и общего давления. Смещение химического равновесия по принципу Ле-Шателье. /Ср/  | 2 | 5 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2 Э3     |                |  |    |
|     | <b>Раздел 3. Теория растворов.</b>   |   |   |          |                                   |                |  |    |

|     |   |   |   |          |                                   |  |  |  |
|-----|---|---|---|----------|-----------------------------------|--|--|--|
| 3.1 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Растворы неэлектролитов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Идеальные растворы. Разбавленные растворы. Законы разбавленных растворов. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Растворимость газов в металлах. Закон Рауля. Закон распределения. Совершенные растворы. Химический потенциал компонента совершенного раствора. Реальные растворы. Термодинамическая активность. Методы определения активности компонентов раствора. /Ср/ | 2 | 6 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3      |  |  |  |
| 3.2 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Теория растворов. Равновесие между раствором и паром растворителя. Закон Рауля, закон Генри, следствия. Выражения концентраций растворов. /Ср/  | 2 | 4 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 3.3 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Парциальные молярные величины. Закон Гиббса-Дюгема. /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2 Э3     |  |  |  |
| 3.4 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Выражение концентраций растворов. Решение расчетных задач. /Ср/   | 2 | 7 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3             |  |  |  |
| 3.5 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Расчет задач на понижение и повышение температур замерзания и кипения растворов. Применение законов Генри и Рауля. /Ср/   | 2 | 8 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3             |  |  |  |
|     | <b>Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах.</b>   |   |   |          |                                   |  |  |  |
| 4.1 | Основные понятия: фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Термический анализ. Кривые охлаждения. /Лек/   | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3      |  |  |  |

|     |   |   |   |                      |                                      |                  |  |    |
|-----|---|---|---|----------------------|--------------------------------------|------------------|--|----|
| 4.2 | Д Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: диаграммы двухкомпонентных систем: с постройкой эвтектики; с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердом состоянии; с образованием устойчивых и неустойчивых химических соединений. Трехкомпонентные системы. Учение Курнакова и физико-химический анализ /Ср/ | 2 | 3 | ОПК-1-31             | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3         |                  |  |    |
| 4.3 | №4 Химическое равновесие в двухкомпонентных системах. Фазовые диаграммы. Построение и интерпретация фазовых диаграмм. /Пр/  | 2 | 2 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3         | работа в группах |  | Р8 |
| 4.4 | Построение диаграммы плавкости системы нафталин-дифениламин /Лаб/   | 2 | 2 | ОПК-1-В1             | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.<br>2<br>Э1 Э2 Э3 | работа в группах |  | Р3 |
| 4.5 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Применение правила рычага к решению практических задач /Ср/   | 2 | 8 | ОПК-1-31             | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3         |                  |  |    |
| 4.6 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Чтение диаграммы "железо-цементит". построение кривых охлаждения, решение задач. /Ср/   | 2 | 7 | ОПК-1-31             | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3         |                  |  |    |
|     | <b>Раздел 5. Основы статистической термодинамики.</b>   |   |   |                      |                                      |                  |  |    |

|                               |   |   |   |                      |                              |  |     |  |
|-------------------------------|---|---|---|----------------------|------------------------------|--|-----|--|
| 5.1                           | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Статистический термодинамика. Фазовое пространство. Закон распределения Больцмана. Распределение молекул газа по импульсам и координатам. Закон распределения энергии по степеням свободы. Квантовая теория теплоемкости. Статистическая сумма состояний. Статистический вес. Суммы состояний поступательного, вращательного и колебательного движений. Электронная сумма состояний. Вычисление термодинамических функций и константы равновесия с использованием сумм состояний. /Ср/ | 2 | 7 | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |     |  |
| 5.2                           | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Статистический расчет молярной теплоемкости. /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |     |  |
| 5.3                           | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Решение задач по статистической термодинамике Гиббса и Больцмана. Выполнение домашней контрольной работы /Ср/  | 2 | 7 | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  | КМ1 |  |
| 5.4                           | зачет /Зачёт/   | 2 | 2 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1 Л1.3                    |  | КМ3 |  |
| <b>Раздел 6. Электрохимия</b> |   |   |   |                      |                              |  |     |  |
| 6.1                           | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Растворы электролитов. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации ионов. Сильные и слабые электролиты. Активность электролитов. Ионная сила раствора. Способы определения коэффициентов активности электролитов. /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31             | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |  |



|     |  |   |   |          |                              |  |  |  |
|-----|--|---|---|----------|------------------------------|--|--|--|
| 6.2 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Растворы электролитов. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации ионов. Сильные и слабые электролиты. Активность электролитов. Ионная сила раствора. Способы определения коэффициентов активности электролитов. /Ср/           | 2 | 6 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |  |  |
| 6.3 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Удельная и эквивалентная электропроводности и их зависимость от концентрации. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Числа переноса. Практическое использование измерения электропроводности /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 6.4 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Электродвижущие силы. Возникновение разности потенциалов на границе раздела фаз. Двойной электрический слой. Термодинамика гальванического элемента. Типы электродов. Электродные потенциалы. Стандартные потенциалы. Ряд напряжений. /Ср/ | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 6.5 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Типы гальванических элементов: химические, концентрационные. Диффузионный потенциал. Определение термодинамических параметров путем измерения ЭДС. Кинетика электродных процессов. Электролиз. Поляризация. Перенапряжение /Ср/            | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 6.6 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Электрохимия. Электропроводность электролитов /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 6.7 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Электрохимия. ЭДС гальванического элемента. Расчет термодинамических величин методом ЭДС /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |

|  |  |   |   |          |                       |  |  |  |
|--|--|---|---|----------|-----------------------|--|--|--|
| 6.8  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Основы теории электролитической диссоциации /Ср/   | 2 | 6 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 6.9  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Теоретические основы работы гальванических элементов. /Ср/   | 2 | 6 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 6.10   | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Теоретические основы процессов окисления-восстановления. /Ср/  | 2 | 7 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| <b>Раздел 7. Диффузия</b>                          |  |   |   |          |                       |  |  |  |
| 7.1  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Явления переноса в газах, твердых телах, жидкостях. Теория диффузии. Законы Фика. Связь коэффициентов диффузии с подвижностью. Механизм диффузии в твердых телах и жидкостях /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 7.2  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Диффузия. Расчет коэффициента диффузии. Вязкость /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 7.3  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: роль процесса диффузии в производственных процессах. /Ср/  | 2 | 8 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| <b>Раздел 8. Поверхностные явления и адсорбция</b> |  |   |   |          |                       |  |  |  |
| 8.1  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Адсорбция газов на твердых поверхностях. Основные определения. Влияние поверхностного слоя на термодинамические свойства гетерогенных систем. Теория адсорбция Лангмюра. Адсорбция из смеси газов. Адсорбция из растворов. Молекулярная и активированная адсорбция. /Ср/ | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |

|     |  |   |   |          |                              |  |  |  |
|-----|--|---|---|----------|------------------------------|--|--|--|
| 8.2 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Полимолекулярная адсорбция. Капиллярная конденсация. Строение адсорбционных слоев. Теплота адсорбции. Адсорбция на поверхности жидкости. Уравнение Гиббса. Уравнение Шишковского. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора. Понятие о хроматографии. Поверхностные явления в металлургии /Ср/ | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |  |  |
| 8.3 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Адсорбция. Расчет коэффициента адсорбции. Графический метод определения адсорбции /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |  |  |
| 8.4 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Поверхностное натяжение. Уравнение Шишковского. /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |  |  |
| 8.5 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Адсорбция методы расчета коэффициента адсорбции. /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |  |  |
| 8.6 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Расчет поверхностного натяжения. Задачи по уравнению Шишковского. /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3        |  |  |  |
| 8.7 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы гетерогенных реакций /Ср/  | 2 | 8 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 8.8 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Влияние скорости адсорбции на скорость технологических процессов. /Ср/   | 2 | 8 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
| 8.9 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Способы повышения и понижения поверхностного натяжения. Связь поверхностного натяжения и адсорбции. /Ср/  | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
|     | <b>Раздел 9. Химическая кинетика и катализ</b>   |   |   |          |                              |  |  |  |

|     |   |   |    |                      |   |  |  |    |
|-----|---|---|----|----------------------|---|--|--|----|
| 9.1 | Кинетика гомогенных реакций. Скорость реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действия масс и кинетические уравнения реакции. Константа скорости. Реакции первого, второго и третьего порядка. /Лек/   | 2 | 2  | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2 Э3             |  |  |    |
| 9.2 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Методы определения порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных соударений. Цепные реакции /Ср/   | 2 | 1  | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2 Э3             |  |  |    |
| 9.3 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Кинетика гетерогенных реакций. Гетерогенные реакции в металлургическом производстве. Многостадийность процессов. Внешняя массопередача. Скорость массопередачи. Применение теории размерности. П-теорема. Критерии подобия. Внутренняя массопередача. Топохимические реакции. /Ср/ | 2 | 10 | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2 Э3             |  |  |    |
| 9.4 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Кинетика кристаллизации. Современная теория образования зародыша. Теория флуктуации. Термодинамические условия возникновения сферического зародыша /Ср/  | 2 | 6  | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |    |
| 9.5 | Катализ. Общие свойства катализаторов. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Основные теории катализа /Ср/  | 2 | 2  | ОПК-1-31             | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3              |  |  |    |
| 9.6 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Химическая кинетика. Расчет константы скорости и порядка реакции. Графический метод /Ср/   | 2 | 2  | ОПК-1-31             | Л1.1<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 Э3              |  |  |    |
| 9.7 | №5 Кинетика. Энергия активации, влияние температуры на скорость реакции. Кинетика сложных реакций /Пр/  | 2 | 2  | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3                     |  |  | Р9 |

|   |  |   |   |          |                                      |  |  |    |
|---|--|---|---|----------|--------------------------------------|--|--|----|
| 9.8   | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:выражение скорости реакции на основе закона действующих масс. Определение порядка реакции /Ср/  | 2 | 5 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3                |  |  |    |
| 9.9   | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Применение катализаторов в промышленности. Основы биологического ферментативного катализа. Старение твердых катализаторов. /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |    |
| <b>Раздел 10. Термодинамика необратимых процессов</b> |  |   |   |          |                                      |  |  |    |
| 10.1  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Основные определения. Термодинамические уравнения движения Онзагера. Основные постулаты. Перенос через барьер. Теоретическое обоснование термодинамики необратимых процессов /Ср/   | 2 | 8 | ОПК-1-31 | Л1.1<br>Л1.3Л2.1Л3.<br>2<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |    |
| 10.2  | Определение скорости реакции йодирования ацетона /Лаб/   | 2 | 2 | ОПК-1-В1 | Л1.1<br>Л1.3Л3.2<br>Э1 Э2 Э3         |  |  | Р4 |
| <b>Раздел 11. Молекулярные спектры</b>                |  |   |   |          |                                      |  |  |    |
| 11.1  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Общая характеристика молекулярных спектров. Вращательные спектры. Вычисление моментов инерции и межуатомных расстояний. Колебания атомов в молекуле. Гармонические и ангармонические колебания. Колебательно-вращательные спектры. Спектры комбинационного рассеяния /Ср/ | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3                |  |  |    |
| 11.2  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Характеристика методов спектрального анализа /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3                |  |  |    |
| 11.3  | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Строение вещества. Энергетическая схема строения атома /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31 | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3                |  |  |    |

|      |   |   |   |                      |                       |  |     |  |
|------|---|---|---|----------------------|-----------------------|--|-----|--|
| 11.4 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Атомные и молекулярные спектры. Контрольная работа № 2 /Ср/   | 2 | 2 | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |  |
| 11.5 | Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Роль молекулярной спектроскопии в развитии промышленного производства. Выполнение домашней контрольной работы №2 /Ср/ | 2 | 2 | ОПК-1-31             | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |  |
| 11.6 | зачет /Экзамен/   | 2 | 6 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1 | Л1.1 Л1.3             |  | КМ4 |  |