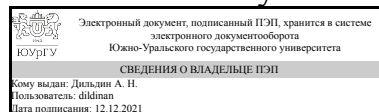


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор филиала  
Филиал г. Златоуст



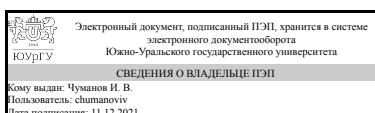
А. Н. Дильдин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.11 Физическая химия  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

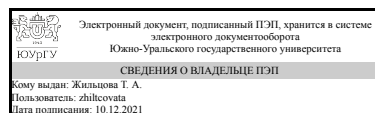
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



И. В. Чуманов

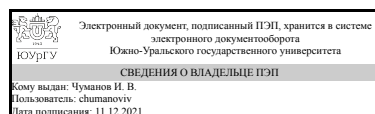
Разработчик программы,  
старший преподаватель



Т. А. Жильцова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

## 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 однокомпонентной 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 задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания | Знает: Базовые понятия физической химии и закономерности химических процессов<br>Умеет: Проводить простые операции (схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия физической химии, химической технологии и закономерностей химических процессов<br>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.08.01 Алгебра и геометрия,<br>1.О.08.02 Математический анализ,<br>1.О.10.01 Неорганическая химия,<br>1.О.13.01 Начертательная геометрия | 1.О.26 Литейное производство,<br>1.О.30 Коррозия и защита металлов,<br>1.О.28 Обработка металлов давлением,<br>1.О.22 Metallургическая теплотехника,<br>1.О.23 Физико-химия metallургических процессов,<br>1.О.19 Механика жидкости и газа,<br>1.О.29 Термическая обработка металлов,<br>1.О.35 Теоретические основы формирования отливок и слитков,<br>1.О.27 Материаловедение |

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

| Дисциплина                     | Требования   |
|--------------------------------|--|
| 1.О.10.01 Неорганическая химия | 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<br>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<br>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.08.01 Алгебра и геометрия  | Знает: Основные понятия линейной алгебры, векторной алгебры и аналитической геометрии, используемые при изучении других дисциплин; методы решения систем линейных уравнений<br>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   |
| 1.О.08.02 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.13.01 Начертательная геометрия | Знает: Основные термины, символы и понятия в начертательной геометрии; способы получения изображений определенных графических моделей пространства; основные правила выполнения и оформления графической документации Умеет: Решать позиционные и метрические задачи на плоскости; выполнять проекционные чертежи различных геометрических тел и поверхностей; работать с учебниками, методическими пособиями и другими источниками научно-технической информации Имеет практический опыт: Владения способностью к анализу и синтезу пространственных форм на основе графических моделей пространства; способами решения различных задач начертательной геометрии |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 113 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |      |
|--|-------------|------------------------------------|------|
|  |             | Номер семестра                     |      |
|  |             | 2                                  | 3    |
| 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>  | 103         | 51,5                               | 51,5 |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |      |
| контрольные работы и задания   | 51,5        | 0                                  | 51.5 |

|  |      |         |         |
|--|------|---------|---------|
| составление конспекта лекций для самостоятельного изучения | 51,5 | 51.5    | 0       |
| Консультации и промежуточная аттестация                    | 17   | 8,5     | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                   | -    | экзамен | 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 | 11  | 6 | 2  | 3  |
| 7         | Электрохимия                             | 9   | 6 | 2  | 1  |
| 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 системах, не содержащих растворов; расчет химического равновесия по таблицам стандартных термодинамических величин.  | 6            |
| 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  | 6            |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | 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 | 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.  | 3 |
| 9 | 8 | Конвективная диффузия в жидких системах; ее основные закономерности  | 3 |

## 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  | 3 |
| 9 | 7 | Электролиз водных растворов солей   | 1 |

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС   |   |         |              |
|--|---|---------|--------------|
| Подвид СРС   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс  | Семестр | Кол-во часов |
| контрольные работы и задания                               | 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. | 3       | 51,5         |
| составление конспекта лекций для самостоятельного изучения | Кузнецов Ю.С., Леонович Б.И. Физическая химия. Учебное пособие. — Челябинск: ЮУрГУ, 1998 год. — 344 стр.  | 2       | 51,5         |

#### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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         | лабораторные работы               | 1   | 5          | Зачтено: 100% выполненную работу<br>Не зачтено: менее 50%   | экзамен          |
| 2    | 2        | Текущий контроль         | задания                           | 1   | 5          | Зачтено: 100% выполненную работу<br>Не зачтено: менее 50%   | экзамен          |
| 3    | 2        | Бонус                    | лекции                            | -   | 5          | Отлично: 100% ответенных вопросов<br>Хорошо: 80% ответенных вопросов<br>Удовлетворительно: 60-70% ответенных вопросов<br>Неудовлетворительно: менее 50% ответенных вопросов | экзамен          |
| 4    | 2        | Промежуточная аттестация | вопросы                           | -   | 5          | Отлично: 100% ответенных вопросов<br>Хорошо: 80% ответенных вопросов<br>Удовлетворительно: 60-70% ответенных вопросов<br>Неудовлетворительно: менее 50% ответенных вопросов | экзамен          |
| 5    | 3        | Промежуточная аттестация | вопросы                           | -   | 5          | Отлично: 100% ответенных вопросов<br>Хорошо: 80% ответенных вопросов<br>Удовлетворительно: 60-70% ответенных  | экзамен          |

|   |   |                  |         |   |   |   |         |
|---|---|------------------|---------|---|---|---|---------|
|   |   |                  |         |   |   | вопросов<br>Неудовлетворительно: менее 50%<br>отвеченных вопросов |         |
| 6 | 3 | Текущий контроль | задания | 1 | 5 | Зачтено: 100% выполненную работу<br>Не зачтено: менее 50%         | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------|---|
| экзамен                      | опрос и оценка       | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| экзамен                      | опрос и оценка       | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |   |   |   |   |
|-------------|---|------|---|---|---|---|---|
|             |   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 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                                | +    | + | + | + | + | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. 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.
2. 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.
3. Салем, Р. Р. Физическая химия. Термодинамика [Текст] : учеб. пособие для вузов по хим.-технол. направлениям / Р. Р. Салем. - М. : Физматлит, 2004. - 350 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Жуховицкий, А. А. Физическая химия [Текст] : учеб. для вузов по металлург. специальностям / А. А. Жуховицкий, Л. А. Шварцман. - 5-е изд., стер. - М. : Металлургия, 2001. - 687 с. : ил.
2. 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. 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.

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.

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.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы   | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|--|---|---|
| 1 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Гельфман, М. И. Практикум по физической химии : учебное пособие / М. И. Гельфман. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 5-8114-0604-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/167729">https://e.lanbook.com/book/167729</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 |
|---------------------------------|------------|--|
| Экзамен                         | 206<br>(3) | нет  |
| Лекции                          | 206<br>(3) | нет  |
| Практические занятия и семинары | 206<br>(3) | нет  |

|                                 |            |  |
|---------------------------------|------------|--|
| Самостоятельная работа студента | 401<br>(2) | Системный блок Celeron D 320 2,40 Ghz\256 Mb\80 Gb – 2 шт.;<br>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.;<br>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) |
| Лабораторные занятия            | 105<br>(2) | основное оборудование, стенды, таблицы, компьютерное программное обеспечение   |