

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра физической и коллоидной химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.15 ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Производство биофармацевтических препаратов

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2022

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 9 з.е.
в академических часах: 324 ак.ч.

Разработчики:

Кандидат химических наук, доцент, кафедра физической и коллоидной химии Кучук В. И.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 736, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ", утвержден приказом Минтруда России от 22.07.2020 № 441н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Кафедра биотехнологии	Ответственный за образовательную программу	Топкова О. В.	Согласовано	07.06.2022
2	Кафедра физической и коллоидной химии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Радин М. А.	Рассмотрено	08.06.2022, № 10
3	Методическая комиссия факультета	Председатель методической комиссии/совета	Алексеева Г. М.	Согласовано	01.07.2022, № 7

Согласование и утверждение образовательной программы

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Куваева Е. В.	Согласовано	23.06.2022, № 11

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических и биологических наук и их взаимосвязи

ОПК-1.2 Использует базовые знания в области математики, физики, химии при проведении работ биологической направленности, в том числе в биотехнологии

Знать:

ОПК-1.2/Зн2 Знает основные законы и методы, используемые в физико-химическом анализе

ОПК-1.2/Зн7 Знать основные термины и законы, используемые в курсе физической химии.

Уметь:

ОПК-1.2/Ум2 Умеет проводить расчеты и составлять отчет о результатах эксперимента

Владеть:

ОПК-1.2/Нв2 Владеть навыками расчета физико-химических характеристик параметров веществ

ОПК-1.2/Нв5 Владеть навыками расчетов результатов эксперимента с применением современных компьютерных программ

ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать качественные и количественные показатели получаемой продукции

ОПК-5.2 Обоснованно выбирает методы и средства для контроля и мониторинга параметров технологического процесса, свойств сырья, материалов и готовой продукции

Знать:

ОПК-5.2/Зн4 Знать методы анализа фазовых диаграмм; методы описания химических равновесий в растворах электролитов и термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем.

ОПК-5.2/Зн5 Знать и критически оценивает условия и область применения электрохимических методов анализа.

Уметь:

ОПК-5.2/Ум5 Уметь самостоятельно проводить потенциметрические и кондуктометрические измерения и критически оценивать результаты анализа.

Владеть:

ОПК-5.2/Нв3 Владеть навыками работы с рН-метром, кондуктометром, фотоколориметром, рефрактометром, поляриметром

ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы

ОПК-7.2 Проводит наблюдения и измерения, применяя математические, физические, физико-химические, биологические и микробиологические методы

Знать:

ОПК-7.2/Зн2 Знать физико-химические свойства анализируемых веществ

ОПК-7.2/Зн8 Знать основные методы физико-химического анализа и область их применения.

Уметь:

ОПК-7.2/Ум2 Уметь выбрать физико-химические методы анализа в зависимости от химических и физических свойств объекта анализа

Владеть:

ОПК-7.2/Нв1 Владеть навыками работы с приборами и реактивами, используемыми в физико-химическом анализе

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.15 «Физическая химия» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3, 4.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.08 Общая биология с основами генетики;

Б1.О.07 Общая и неорганическая химия;

Б1.О.05 Прикладная математика;

Б1.О.06 Физика с основами биофизики;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.11 Аналитическая химия;

Б1.О.27 Биоинженерия;

Б1.О.19 Коллоидная химия;

Б1.О.26 Массообменные процессы и аппараты биотехнологии;

Б1.О.12 Материаловедение;

Б1.О.32 Метрологическое обеспечение биотехнологических производств;

Б1.О.17 Микробиология;

Б1.О.28 Оборудование и основы проектирования биотехнологических производств;

Б1.О.14 Органическая химия;

Б1.О.21 Основы биотехнологии;

Б1.О.18 Основы биохимии и молекулярной биологии;

Б1.О.30 Основы генетики и селекции микроорганизмов;

Б3.О.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы;

Б1.О.16 Прикладная механика;

Б2.О.03(П) производственная практика, технологическая практика;

Б1.О.20 Процессы и аппараты биотехнологии;

Б1.О.31 Системы управления биотехнологическими процессами;

Б1.О.29 Статистические методы обработки данных с использованием программного обеспечения;

Б2.О.02(У) учебная практика, ознакомительная практика (технологическая);

Б1.О.25 Физико-химические методы анализа;

Б1.О.23 Электротехника и промышленная электроника;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации в период сессии (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	144	4	86		6	16	32	32	56	Зачет (2)
Четвертый семестр	180	5	98	2	6	56	34		46	Экзамен (36)
Всего	324	9	184	2	12	72	66	32	102	38

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период сессии	Консультации в период теоретического обучения	Лабораторные занятия	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соответствующие с результатам освоения программы
Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия	88		6		18	24	40	ОПК-1.2 ОПК-7.2
Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия	88		6		18	24	40	
Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	28			16	6		6	ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-7.2
Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	28			16	6		6	

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.	10				4	2	4	ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-7.2
Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.	10				4	2	4	
Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции	79		3	20	22	6	28	ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-7.2
Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе	16				4	6	6	
Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния	63		3	20	18		22	
Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа	57		3	24	12		18	ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-7.2
Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа	57		3	24	12		18	
Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа	24	2		12	4		6	ОПК-1.2 ОПК-5.2 ОПК-7.2
Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа	24	2		12	4		6	
Итого	286	2	12	72	66	32	102	

4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия

Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия

Термодинамика - её особенности, задачи. Процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Нулевое первое, второе, третье начала термодинамики. Тепловой эффект процесса. Энтропия, расчет изменений энтропии в различных процессах. Термодинамические потенциалы: свободная энергия Гиббса. Химический потенциал. Константа химического равновесия. Расчет термодинамического выхода продукта реакции.

Форма учебной деятельности	Вид работы	Часы
Лекции		18

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	82	120
Разноуровневые задачи и задания	82	120
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		81

Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Общая характеристика растворов. Идеальные растворы. Неидеальные растворы. Активность. Коэффициент активности.

Электромагнитное излучение. Фотометрия. Явление преломления света, молярная рефракция. Оптическая активность и поляризация света.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Коллоквиум	70	100
Тест	28	40
Защита отчёта по лабораторной работе	120	180
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		27

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Коллигативные свойства растворов твердых нелетучих веществ (электролитов и неэлектролитов). Осмос и осмотическое давление, закон Вант-Гоффа. Изотонический коэффициент. Изменение температуры кипения и плавления растворов. Практическое применение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Разноуровневые задачи и задания	14	20
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		13
Контроль самостоятельной работы	14	20

Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции

Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе

Основные понятия, правило фаз Гиббса. Условия равновесия фаз. Диаграмма состояния. Принципы анализа диаграмм состояния. Диаграмма состояния однокомпонентной системы (воды). Многокомпонентные системы, закон распределения. Экстракция.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Разноуровневые задачи и задания	14	20
Расчетно-графическая работа	28	40
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		19

Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния

Бинарные системы. Анализ диаграмм состояния. Диаграммы состояния жидкость-твердое (диаграммы плавкости), жидкость-пар (диаграммы кипения). жидкость-жидкость (диаграммы расслоения). Значение фазовых диаграмм для специалистов в области производства фармацевтических препаратов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Коллоквиум	45	65
Расчетно-графическая работа	14	20
Защита отчёта по лабораторной работе	70	100
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		37

Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа

Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа

Растворы электролитов и ионные равновесия. Процессы токопереноса в растворах электролитов. Термодинамическая теория ЭДС. Уравнение Нернста. Значение методов кондуктометрии и потенциометрии в физико-химическом анализе.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Коллоквиум	84	120
Защита отчёта по лабораторной работе	70	100
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		30

Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа

Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа

Кинетика химических реакций. Кинетическое уравнение. Методы определения порядка химических реакций. Влияние различных факторов на скорость реакции. Теории активных соударений и активированного комплекса. Катализ. Общие положения и закономерности катализа.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Коллоквиум	28	40
Тест	19	26
Защита отчёта по лабораторной работе	35	50
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		12

4.3. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Консультации в период сессии (2 ч.)

Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия

Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия

Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции

Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе

Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния

Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа

Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа

Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (2 ч.)

Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (2 ч.)

1. Консультация по подготовке к экзамену

4.4. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (12 ч.)

Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (6 ч.)

Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (6 ч.)

1. Консультации по порядку выполнения самостоятельной работы в форме домашнего задания

Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции (3 ч.)

Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе

Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния (3 ч.)

1. Консультации по порядку выполнения и защиты лабораторных работ, подготовки к теоретическому занятию

Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (3 ч.)

Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (3 ч.)

1. Консультации по порядку выполнения и защиты лабораторных работ, подготовке к теоретическому занятию

Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа

Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа

4.5. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Лабораторные занятия (72 ч.)

Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия

Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия

Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом (16 ч.)

Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом (16 ч.)

1. Рефрактометрические исследования растворов органических веществ.
2. Поляриметрия. Определенные степени гидролиза тростникового сахара.
3. Фотоколориметрические исследования растворов катионов металлов.
4. Коллоквиум по теме "Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом".

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение.

Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции (20 ч.)

Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе

Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния (20 ч.)

1. Построение диаграммы кипения смеси двух жидкостей с неограниченной растворимостью. Расчет диаграммы кипения идеального раствора
2. Построение диаграммы расслоения смеси двух ограниченно смешивающихся жидкостей
3. Построение диаграммы плавкости бинарной системы, компоненты которой неограниченно растворимы друг в друге в жидком состоянии и абсолютно нерастворимы в твердом состоянии
4. Экстракция йода из водного раствора. Определение коэффициента распределения и доли извлеченного вещества.
5. Теоретическое занятие. Коллоквиум "Фазовые равновесия"

Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (24 ч.)

Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (24 ч.)

1. Кондуктометрическое исследование разбавленных растворов электролитов. определение константы диссоциации слабой кислоты
2. Кондуктометрическое титрование раствора электролита
3. Теоретическое занятие. Коллоквиум "Растворы электролитов. Кондуктометрия"
4. Потенциометрическое исследование буферных растворов
5. Потенциометрическое определение термодинамической константы диссоциации слабого электролита
6. Теоретическое занятие. Коллоквиум "Гальванический элемент. Потенциометрия как метод физико-химического анализа"

Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (12 ч.)

Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (12 ч.)

1. Фотоколориметрическое изучение скорости гидролиза мурексида в кислой среде
2. Поляриметрическое изучение кинетики гидролиза тростникового сахара (сахарозы)
3. Теоретическое занятие. Коллоквиум "Кинетика химических реакций"

4.6. Содержание занятий лекционного типа.

Очная форма обучения. Лекции (66 ч.)

Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (18 ч.)

Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (18 ч.)

1. Предмет физической химии, основные разделы. Термодинамика, её особенности, задачи. Термодинамические параметры и функции состояния системы.
2. Нулевое и первое начала термодинамики. Термохимия. Тепловой эффект процесса. Закон Гесса. Понятие стандартного состояния.
3. Стандартные теплоты образования и сгорания. Приближенные методы расчета тепловых эффектов.
4. Теплоемкость. Влияние температуры на теплоемкость. Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Кирхгоффа.
5. Второе начало термодинамики. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Процессы самопроизвольные и несамопроизвольные, обратимые и необратимые.
6. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста. Абсолютная энтропия, расчет. Расчет изменений энтропии в различных процессах.
7. Второе начало для закрытой и открытой системы. Энтропия как мера связанной энергии. Свободная энергия Гиббса.
8. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Реакционная способность. Изотерма и изобара реакции.
9. Расчет термодинамического выхода продукта реакции.

Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом (6 ч.)

Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом (6 ч.)

1. Идеальные растворы. Термодинамика идеальных растворов. Закон Рауля. Неидеальные растворы, активность, коэффициент активности
2. Электромагнитное излучение. Фотометрия. Явление преломления света, молярная рефракция
3. Поляризация. Оптическая активность и поляризация света. Применение оптических методов в физико-химическом анализе.

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение. (4 ч.)

Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение. (4 ч.)

1. Коллигативные свойства растворов твердых нелетучих веществ. Осмос, закон Вант-Гоффа. Изотонический коэффициент
2. Криоскопия и эбулиоскопия. Понижение температуры замерзания растворов твердых нелетучих веществ. Практическое применение. Уравнение Шредера

Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции (22 ч.)

Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе (4 ч.)

1. Фазовые равновесия, основные понятия. Правило фаз Гиббса. Условия равновесия фаз. Фазовые переходы. Уравнения Клапейрона и Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния. Принципы анализа диаграмм состояния. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Диаграмма состояния воды.
2. Равновесия в трехкомпонентной системе. Экстракция. Классификация. Эффективность экстракции.

Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния (18 ч.)

1. Фазовые равновесия. Значение фазовых диаграмм для биотехнологии. Анализ диаграмм

состояния.

2. Равновесия кристалл – жидкий раствор. Классификация. Диаграмма состояния системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и взаимной нерастворимостью в твердом состоянии.
3. Равновесия кристалл – жидкий раствор. Системы с ограниченной растворимостью в твердом состоянии.
4. Равновесия кристалл – жидкий раствор. Системы с химическими соединениями, плавящимися конгруэнтно.
5. Равновесия кристалл – жидкий раствор. Системы с неограниченной растворимостью компонентов в твердом и жидком состояниях.
6. Равновесие жидкость-жидкость. Виды диаграмм расслоения.
7. Равновесие жидкость – пар. Взаимно растворимые жидкости. Диаграммы состояния (кипения) идеальных и реальных растворов. Азеотропные растворы.
8. Разделение жидкостей методами простой и фракционной перегонки. Ректификация. Методы разделения азеотропных смесей. Закон Вревского.
9. Диаграмма состояния несмешивающихся жидкостей. Термический анализ.

Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (12 ч.)

Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (12 ч.)

1. Растворы электролитов и ионные равновесия. Слабые и сильные электролиты. Термодинамическая константа диссоциации. Активность, теория Дебая – Хюккеля.
2. Электрическая проводимость растворов. Движение ионов в электрическом поле. Удельная и молярная проводимость растворов слабых и сильных электролитов, влияние различных факторов.
3. Кондуктометрия. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Применение кондуктометрии для решения различных физико-химических задач.
4. Равновесные электродные процессы. Электродные потенциалы. Термодинамическая теория ЭДС. Уравнение Нернста. Гальванический элемент.
5. Электроды. Обратимые и необратимые электроды. Классификация.
6. Потенциометрическое определение физико-химических величин. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.

Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (4 ч.)

Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (4 ч.)

1. Кинетика химических реакций, основные понятия. Кинетическое уравнение. Влияние различных факторов на кинетику реакции
2. Молекулярная кинетика. Теории активных столкновений и активированного комплекса. Катализ. Общие положения и закономерности катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ

4.7. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Практические занятия (32 ч.)

Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (24 ч.)

Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (24 ч.)

1. Первое начало термодинамики. Закон Гесса.
2. Расчет стандартной теплоты сгорания методом Караша.
3. Расчет стандартной теплоты образования методом введения поправки на заместитель.

4. Расчет тепловых эффектов химических реакций при произвольной температуре
5. Второе начало термодинамики. Энтропия как критерий равновесия и направления самопроизвольных процессов.
6. Расчет изменения энтропии при фазовых переходах, расчет абсолютной энтропии и изменения энтропии химической реакции.
7. 1-я контрольная работа
8. Свободная энергия Гиббса, химическое сродство, химический потенциал. Изотерма химической реакции. Реакционная способность (W).
9. Изобара химических реакций. Расчет констант химического равновесия.
10. Расчет равновесных составов в идеальных газовых системах по исходному составу и константе равновесия.
11. Расчет выхода химической реакции по термодинамическим характеристикам при заданных внешних условиях.
12. 2-я контрольная работа.

Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение. (2 ч.)

Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение. (2 ч.)

1. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Использование коллигативных свойств для расчета молярной массы растворенного вещества. Расчет параметров изотонических растворов

Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции (6 ч.)

Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе (6 ч.)

1. Условия фазовых равновесий. Анализ диаграммы состояния однокомпонентных систем. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
2. Экстракция. Расчет степени извлечения в зависимости от условий проведения экстракции (типа растворителей, природы вещества, типа экстракции)
3. Закон Рауля. Теоретическое построение диаграмм на примере диаграммы кипения

Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния

Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа

Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа

Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа

Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа

4.8. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (102 ч.)

Раздел 1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (40 ч.)

Тема 1.1. Химическая термодинамика: основы расчета термодинамических параметров системы, тепловых эффектов реакций и фазовых переходов, констант химического равновесия (40 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине
2. Выполнение индивидуальных заданий

Раздел 2. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом (6 ч.)

Тема 2.1. Термодинамика растворов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом (6 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине
2. Подготовка к выполнению, оформлению и защите лабораторных работ

Раздел 3. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение. (4 ч.)

Тема 3.1. Коллигативные свойства растворов и их практическое применение. (4 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине
2. Решение индивидуального задания

Раздел 4. Основы фазовых равновесий. Построение и анализ различных диаграмм состояния. Основы процессов экстракции (28 ч.)

Тема 4.1. Принципиальные основы фазовых равновесий. Равновесия в трехкомпонентной системе (6 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний

Тема 4.2. Построение и анализ различных диаграмм состояния (22 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине

Раздел 5. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (18 ч.)

Тема 5.1. Термодинамическая теория растворов электролитов. Кондуктометрия и потенциометрия как методы физико-химического анализа (18 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине

Раздел 6. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (6 ч.)

Тема 6.1. Кинетика химических реакций. Общие положения гомогенного и гетерогенного катализа (6 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация: Зачет, Третий семестр.

Порядок проведения:

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета. Зачет проводится в форме оценки портфолио.

Порядок проведения зачета:

1. Зачет проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение зачета на последних аудиторных занятиях.
2. Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.
3. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента. Положительная оценка заносится в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Портфолио студента оценивается в категориях «зачтено» - «не зачтено».

Критерии оценки портфолио студента:

"зачтено" - 600 баллов и более

"не зачтено" - менее 600 баллов

В рамках промежуточной аттестации оценка «зачтено» выставляется, если все элементы портфолио соответствуют требованиям к структуре, содержанию и оформлению.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации хотя бы одна из компетенций не сформирована на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка «не зачтено».

Промежуточная аттестация: Экзамен, Четвертый семестр.

Порядок проведения экзамена:

1. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной календарным учебным графиком. Не допускается проведение экзамена на последних аудиторных занятиях.
2. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Самостоятельный перенос экзаменатором времени и места проведения экзамена не допускается.
3. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.
4. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена на экзаменационной консультации.
5. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Промежуточная аттестация в четвертом семестре проводится в форме экзамена по вопросам билета. Уровень качества ответа студента на экзамене определяется с использованием шкалы оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется по следующим критериям.

1. Оценка «отлично» предполагает полное и точное выполнение комплексной задачи в экзаменационном билете. Ответы характеризуются:

- свободным владением основными терминами и понятиями дисциплины;
- последовательным и логичным изложением материала дисциплины;
- логически завершенными выводами и обобщениями по теме вопросов;
- исчерпывающими ответами на дополнительные вопросы преподавателя.

2. Оценка «хорошо» предполагает полное и точное выполнение комплексной задачи в экзаменационном билете, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Ответы характеризуются:

- знанием основных терминов и понятий дисциплины;
- последовательным изложением материала дисциплины;
- умением формулировать некоторые обобщения и выводы по теме вопросов;
- правильными ответами на дополнительные вопросы преподавателя, но с некоторыми неточностями.

3. Оценка «удовлетворительно» предполагает допущение погрешностей, неточностей и ошибок в ответах на комплексную задачу, но при этом студент обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. При ответе студент:

- допускает ошибки в основных терминах и понятиях дисциплины,
- применяет знания и владеет методами и средствами решения задач, но не делает обобщения и выводы по теме вопроса,
- недостаточно последовательно и полно излагает материал дисциплины.

4. Оценка «неудовлетворительно» предполагает следующие характеристики ответа студента:

- имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе дисциплины;
- допускает существенные ошибки при изложении материала, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

Оценка «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» означает успешное прохождение итоговой промежуточной аттестации.

Согласно балльно-рейтинговой системе итоговая оценка по дисциплине выставляется с

учетом суммы набранных баллов за семестр:

- «отлично» - 900-1000 баллов
- «хорошо» - 750-899 баллов
- «удовлетворительно» - 600-749 баллов
- «неудовлетворительно» - менее 600 баллов.

Если по итогам проведенной итоговой аттестации по дисциплине, результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции, обучающемуся выставляется оценка «не удовлетворительно».

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Беляев А.П., Кучук В.И. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс]: - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 816 - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970456903.html>
2. Беляев А.П., Чухно А.С., Бахолдина Л.А., Гришин В.В. Физическая и коллоидная химия. Задачник [Электронный ресурс]: - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 288 - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446843.html>
3. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 368 - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970457344.html>

Дополнительная литература

1. Авсинева Н.К., Романко О.И., Шаповал В.Н. Определение теплового эффекта химической реакции: метод. указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Физическая химия" [Электронный ресурс]: - Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 16 - Режим доступа: https://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0081.html
2. Скворцов А. М., Кучук В. И., Москвин А. В., Шихеева Л. В., Бахолдина Л. А., Евстратова К. И. Фазовые равновесия в бинарных и тройных системах [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2007. - 60 с.

6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс :[справочно-правовая система] / ЗАО "КонсультантПлюс". - [Москва]
2. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»., гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]

6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

учебные помещения

Интерактивная доска SMART SBM680 - 1 шт.

Проектор Beng MS504 - 1 шт.

Проектор Optoma W305ST - 1 шт.

Интерактивная доска SMART SBM680 - 1 шт.

Проектор Beng MS504 - 1 шт.

Проектор Optoma W305ST - 1 шт.

учебно-лабораторные помещения

рН-метр лабораторный F-20 Standart - 1 шт.

Весы Shinko HTR-220CE (220г/0,0001г)автом.кап. - 1 шт.

Колориметр КФК-3КМ - 1 шт.

Кондуктометр HI 8733 N - 1 шт.

Кондуктометр АНИОН-4120 - 1 шт.

Кондуктометр лабораторный FP 30 Standart - 1 шт.

Мешалка магнитная д/жидкостей ПЭ-6100 - 1 шт.

Поляриметр П-161-М портативный - 1 шт.

Потенциометр Анион 4111 - 1 шт.

Рефрактометр ИРФ-454Б2М - 1 шт.

Рефрактометр лабораторный ИРФ-454Б2М - 1 шт.

рН- метр HI 83141 - 1 шт.

Сахариметр СУ-4 - 1 шт.

Термостат QBN2 в комплекте со штативами д/пробирок и инструментами д/извлечения - 1 шт.

Устройство для сушки посуды ПЭ-2000 - 1 шт.

рН-метр лабораторный F-20 Standart - 1 шт.

Весы Shinko HTR-220CE (220г/0,0001г)автом.кап. - 1 шт.

Колориметр КФК-3КМ - 1 шт.

Кондуктометр HI 8733 N - 1 шт.

Кондуктометр АНИОН-4120 - 1 шт.

Кондуктометр лабораторный FP 30 Standart - 1 шт.

Мешалка магнитная д/жидкостей ПЭ-6100 - 1 шт.

Поляриметр П-161-М портативный - 1 шт.

Потенциометр Анион 4111 - 1 шт.

Рефрактометр ИРФ-454Б2М - 1 шт.

Рефрактометр лабораторный ИРФ-454Б2М - 1 шт.

рН- метр HI 83141 - 1 шт.

Сахариметр СУ-4 - 1 шт.

Термостат QBN2 в комплекте со штативами д/пробирок и инструментами д/извлечения - 1 шт.

Устройство для сушки посуды ПЭ-2000 - 1 шт.

7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1010>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1010>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1010>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1010>

Учебно-методическое обеспечение:

Кучук В.И. Физическая химия : электронный учебно-методический комплекс / В.И. Кучук; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2018. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1010>. — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Методические указания по формам работы

Консультации в период теоретического обучения

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины. В рамках консультаций проводится контроль выполнения обучающимся самостоятельной работы. Контроль осуществляется в следующей форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Лекции

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: дискуссия, лекция с ошибками, видеоконференция, вебинар.

Лабораторные занятия

Текущий контроль знаний осуществляется на лабораторных занятиях и проводится в форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Защита отчета о лабораторной работе

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с содержанием отчета о выполненной лабораторной работе, позволяющее установить самостоятельность выполнения лабораторной работы, сформированность умений и правильность применения теоретических знаний в рамках темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме лабораторной работы

Коллоквиума

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины.

Отчет по лабораторной работе

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию отчета.

Расчетно-графической работы

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы.

Теста

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий

Практические занятия

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: дискуссия, деловая игра, круглый стол, мини-конференция. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Коллоквиума

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины.

Контрольной работы

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект контрольных заданий по вариантам.

Расчетно-графической работы

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы.

Теста

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий