

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ


Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 09 » 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.12.2 «Физические методы исследования коррозионных процессов»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки Технология защиты от коррозии

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет Институт Нефти, химии и нанотехнологий,
факультет Химических технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы «Технология электрохимических производств»

Курс, семестр 4 курс, 7 семестр (очная форма обучения)

5 курс, 9, 10 семестр (заочная форма обучения)

Форма проведения занятий	Часы		Зачетные единицы	
	очная	заочная	очная	заочная
Лекции	18	4	0,5	0,11
Практические занятия	-	-	-	-
Семинарские занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	27	6	1	0,17
Самостоятельная работа	63	94	1,5	2,61
Форма аттестации: зачет	-	4	-	0,11
Всего	108		3	

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016

по направлению 18.03.01 – Химическая технология

по профилю Технология защиты от коррозии

в соответствии с учебным планом, утвержденным «4» июня 2018 г., протокол № 7 для набора обучающихся 2018 года

Разработчик программы:

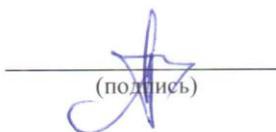
доцент
(должность)


(подпись)

С.С. Виноградова
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭП, протокол от от «03» сентября 2018 г. № 69-7/18

Зав. кафедрой ТЭП
(должность)

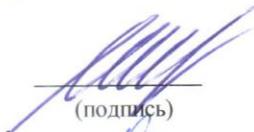

(подпись)

А.Ф. Дресвянников
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

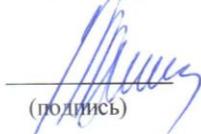
Протокол заседания методической комиссии факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП от «06» сентября 2018 г., протокол № 1

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

С.С. Виноградова
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Физические методы исследования коррозионных процессов являются

- а) формирование знаний о теоретических основах физических методов исследования морфологии, качественного и количественного состава поверхности;
- б) освоения навыков применения микроскопических и спектроскопических методов исследования коррозионных процессов в лабораторной практике и научных исследованиях,
- в) обучение способам применения теоретических знаний к решению практических и исследовательских задач в области коррозионного мониторинга.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физические методы исследования коррозионных процессов относится к *вариативной* части ДВ и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно – исследовательского, производственно - технологического, организационно – управленческого и проектного *видов деятельности*.

Для успешного освоения дисциплины Физические методы исследования коррозионных процессов бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика;
- б) Физика;
- в) Общая и неорганическая химия;
- г) Органическая химия;
- д) Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- д) Физическая химия;
- е) Термодинамика и кинетика коррозионных процессов;
- ж) Методы коррозионных испытаний

Дисциплина Физические методы исследования коррозионных процессов является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) защита гальваническими покрытиями
- б) защита лакокрасочными покрытиями
- в) оборудование гальванических производств
- г) оборудование для электрохимической защиты нефтепромыслового оборудования

Знания, полученные при изучении дисциплины Физические методы исследования коррозионных процессов могут быть использованы при прохождении *преддипломной* практики и выполнении *выпускных квалификационных работ*, могут быть использованы в научно-исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ОПК-1: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
2. ПК-16: способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
3. ПК-18: готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности
4. ПК-20: готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:
 - а) основы теории современных физических методов исследования морфологии, качественного и количественного состава поверхности материалов,
 - б) общую классификацию физических методов исследования и анализа материалов,

с) микроскопические и спектроскопические методы исследования коррозионных процессов,

2) Уметь:

а) определять характеристики поверхностей и межфазных границ (коррозионных процессов) с использованием физических методов и проводить анализ полученных результатов;

б) планировать коррозионные исследования в соответствии с поставленной задачей;

с) обосновывать выбор метода исследования поверхности материала,

3) Владеть:

а) основными принципами физических методов исследования электрохимической коррозии металлов;

б) навыками анализа и обработки полученных результатов (снимков, спектров, СЗМ-данных и др.),

с) навыками применения микроскопического и спектроскопического оборудования для диагностирования поверхности твердых тел до и после коррозионных испытаний.

4. Структура и содержание дисциплины Физические методы исследования коррозионных процессов

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар	Лабораторные работы	СРС		
1	Ведение.	7/9	1/-	-	-	2/2	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Реферат, презентация
2	Классификация физических методов исследования	7/9	1/1	-	-	5/6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат
3	Методы микроскопии в исследовании морфологии поверхности	7/9	4/1	-	6/1	14/20	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат, презентация
4	Применение микроскопии в исследованиях коррозии металлов	7/10	4/1	-	15/4	14/20	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат, презентация
5	Методы	7/	4/1	-	3/1	14/	Работа с основной,	Тест,

	спектроскопии в исследовании качественного и количественного состава поверхности	10				23	дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	доклад, презентация
6	Применение спектроскопии в исследованиях процессов коррозии металлов	7/10	4/-	-	3/-	14/23	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
	Всего		18/4		27/6	63/94		
Форма аттестации								Зачет/экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Ведение.	1	Тема 1. Задачи и научные основы курса	Особенности исследования межфазной границы твердое тело-коррозионная среда. Общая характеристика физических методов исследования материалов.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
2	Классификация физических методов исследования	1	Тема 2. Классификация физических методов исследования	Классификация физических методов исследования в зависимости от взаимодействия падающего излучения, потока частиц или поля с поверхностью материала.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
3	Методы микроскопии в исследовании морфологии и поверхности	2	Тема 3. Оптическая микроскопия. Рентгеновская микроскопия. Электронная микроскопия.	Классификация микроскопических методов исследования. Разновидности микроскопов: по строению оптической схемы, по способам освещения и методам контраста. Основные задачи, принцип действия и преимущества оптической, рентгеновской и электронной микроскопии.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
		2	Тема 4. Сканирующая зондовая микроскопия	Общий принцип действия сканирующих зондовых микроскопов. Виды и принцип действия сканирующих зондовых микроскопов. Микрозонды, применяемые в сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная, атомно-силовая, сканирующая ближнепольная, электросиловая, магнитно-силовая микроскопия: определение, принцип работы.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
4	Применение		Тема 5. Эллипсометрические	Особенности применения эллипсометрических методов в	ОПК-1 ПК-16

	микроскопии в исследованиях коррозии металлов	2	ские методы в коррозионных исследованиях	исследованиях различных видов коррозии: питтинговой, щелевой, коррозионного растрескивания, коррозии под защитными покрытиями.	ПК-18 ПК-20
		2	Тема 6. Атомно-силовая и сканирующая туннельная микроскопия в исследованиях электрохимических процессов.	Атомно-силовая и сканирующая туннельная микроскопия в исследованиях коррозии металлов: особенности применения, информативность, преимущества методов. Электрохимическая ячейка для СТМ- и АСМ-измерений.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
5	Методы спектроскопии в исследовании качественного и количественного состава поверхности	2	Тема 7. Методы эмиссионной электронной спектроскопии. Рентгенофлуоресцентный анализ.	Основные характеристики спектроскопических методов. Методы эмиссионной электронной спектроскопии: принцип действия, возможности. Структура и расшифровка спектров. Рентгенофлуоресцентный анализ: определение, принцип действия, аппаратное оформление.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
		2	Тема 8. Поверхностная спектроскопия комбинационного рассеяния. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Мессбауэровская спектроскопия	Спектроскопия комбинационного рассеяния: суть метода, аппаратное оформление. Масс-спектрометрия вторичных ионов: виды, определение, аппаратное оформление, возможности. Мессбауэровский эффект. Мессбауэровская спектроскопия: определение, аппаратное оформление.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
6	Применение спектроскопии в исследованиях процессов коррозии металлов	4	Тема 9. Диагностика поверхности твердых тел до и после коррозионных испытаний	Качественный элементный и химический анализ. Количественный анализ состава поверхностных слоев. Анализ распределения компонентов по глубине. Изменение поверхностного состава образцов при исследовании методами эмиссионной электронной спектроскопии.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Учебным планом по направлению 18.03.01 «Химическая технология» по профилю «Технология защиты от коррозии» проведение практических занятий по дисциплине «Физические методы исследования коррозионных процессов» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося исследования коррозионных процессов физическими методами.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Ведение	-	-	-	-
2	Классификация физических методов исследования	-	-	-	-
3	Методы микроскопии в исследовании морфологии поверхности	6/1	Исследование поверхности до и после коррозионных испытаний на металлографическом микроскопе	Коррозионные испытания в различных средах заданных марок сталей; подготовка шлифов; определение вида коррозионного разрушения.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
4	Применение микроскопии в исследованиях коррозии металлов	3/1	Исследование питтинговой коррозии	Исследование процесса питтинговой коррозии на хромоникелевых сталях. Определение распределения питтингов по поверхности, глубины питтингов с использованием оптического микроскопа.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
		3/1	Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов эксперимента	Описание прибора. Проведение СЗМ эксперимента. Обработка и количественный анализ СЗМ изображений.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
		3/1	Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии	Изучение основ сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии. Изучение принципов работы датчика туннельного тока в приборе NanoEducator и измерение его основных параметров. Получение топографии поверхности исследуемого образца в режиме постоянного туннельного тока.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
		6	Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме	Изучение основ сканирующей атомно-силовой микроскопии и принципов работы атомно-силового микроскопа в неконтактном режиме. Определение основных параметров датчика силового взаимодействия прибора NanoEducator и параметров СЗМ эксперимента. Получение топографии поверхности и фазового контраста исследуемого образца.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
5	Методы спектроскопии в исследовании качественного и количественного состава поверхности	3/1	Устройство рентгено-флуоресцентного анализатора X-STRATA 980	Изучение основ и принципов работы рентгено-флуоресцентного анализатора. Получение результатов эксперимента (спектров), их расшифровка.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20

6	Применение спектроскопии в исследованиях процессов коррозии металлов	3/-	Кинетика коррозионного растрескивания сплавов	Исследование химического состава металлов до и после коррозионных испытаний с использованием рентгено-флуоресцентного анализатора.	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
---	--	-----	---	--	----------------------------------

*лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедр ТЭП, ТНВ и ПНТВ с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1.	Методы исследования границы раздела фаз твердое тело/ коррозионная среда, основанные на физических явлениях (классификация по способу внешнего воздействия и по типу регистрируемого ответного сигнала)	7/10	<i>Реферат Изучение теоретического материала.</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
2.	Люминесцентная микроскопия. Инфракрасная микроскопия. Лазерная рентгеновская микроскопия. Просвечивающая (трансмиссионная) электронная микроскопия (ПЭМ). Просвечивающая растровая микроскопия (ПРЭМ).	7/10	<i>Реферат Изучение теоретического материала. Письменная работа.</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
3.	Баллистическая электронно-эмиссионная микроскопия (БЭЭМ). Магнитно-силовая микроскопия (МСМ). Магнитно-силовая резонансная микроскопия. Метод зонда Кельвина (KPFM). Микроскопия модуляции силы (FMM). Микроскопия электростатических сил (МЭС).	7/10	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
4.	Сканирующая емкостная микроскопия (SCM). Сканирующая микроскопия ионной проводимости (SICM). Сканирующая микроскопия напряжения (SVM). Спин-поляризационная сканирующая туннельная микроскопия (СП СТМ). Фотонная сканирующая туннельная микроскопия (ФСТМ). Сканирующая оже-электронная микроскопия.	7/10	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
5.	Применение электрохимической сканирующей туннельной микроскопии (ЭХ СТМ) в коррозионных исследованиях: принцип, преимущества, аппаратное оформление.	7/10	<i>Реферат Подготовка к тестированию</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
6.	Рентгеновская эмиссионная спектроскопия. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия. Фотоэлектронная спектроскопия.	7/10	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
7.	Возбуждаемая рентгеновским излучением оже-электронная спектроскопия. Рентгеноспектральный микроанализ (энергодисперсионный/ с волновой дисперсией). Инверсионная фотоэмиссионная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия.	7/10	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20

8.	Дифракция медленных электронов. Дифракция быстрых электронов. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Спектроскопия рассеяния быстрых ионов. Обратное резерфордское рассеяние. Вторично-ионная масс-спектрометрия. Сканирующая туннельная спектроскопия.	7/10	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
9.	Метод фотостимулированной электронной эмиссии в исследованиях процесса коррозии. Оптические методы: металлографический, рентгенографический, электронографический, инфракрасной спектроскопии в коррозионных исследованиях.	7/14	<i>Реферат</i>	ОПК-1 ПК-16 ПК-18 ПК-20
		63/94		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Физические методы исследования коррозионных процессов» используется рейтинговая система оценки знаний бакалавров на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса». Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

При изучении дисциплины «Физические методы исследования коррозионных процессов» студенты получают баллы за выполнение семи лабораторных (10 баллов за каждую лабораторную работу). До 20 баллов студент может получить за каждую дополнительную самостоятельно подготовленную работу (реферат, отчет, обзор и т.д.). За посещение семинарских и лекционных занятий максимальное кол-во баллов – 10 б. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 100 б. Изучение дисциплины «Физические методы исследования коррозионных процессов» заканчивается зачетом (от 60 баллов и выше).

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Физические методы исследования коррозионных процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Виноградова С.С., Кайдриков Р.А., Макарова А.Н., Журавлев Б.Л. Физические методы в исследованиях осаждения и коррозии металлов. Учебное пособие. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2014.- 144 с.	40 экз. в УНИЦ КНИТУ 42 экз. на кафедре
2. Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л., Исакова И. О. Метод импедансной спектроскопии в коррозионных исследованиях. Учебное пособие - Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.- 95 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Виноградова С.С., Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л. Расчет показателей коррозии металлов и параметров коррозионных систем. Учебное пособие – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2013. – 176 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

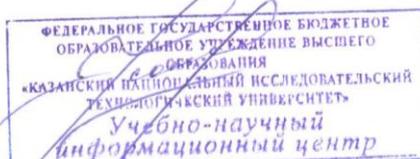
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Кемалов Р.А. Научно-практические аспекты процессов коррозии и способов защиты. – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2008. - 278	6 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Современные методы исследований функциональных материалов / М.: 2011. – 160 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Кайдриков Р.А., Виноградова С.С., Нуруллина Л.Р., Егорова И.О. Стандартизованные методы коррозионных испытаний. – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2011. – 150 с.	71 в УНИЦ КНИТУ
4. Кайдриков Р.А., Журавлев Б.Л., Ткачева В.Э., Виноградова С.С., Назмиева Л.Р. Коррозия и защита металлов. Учебное пособие – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2007. – 200с.	ЭБС “Лань”: http://e.lanbook.com/view/book/13284 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Физические методы исследования коррозионных процессов» использование электронных источников информации:

1. ЭБС Znanium.com. - Режим доступа: <http://znanium.com>
2. ЭБС КнигаФонд. - Режим доступ: <http://www.knigafund.ru>
3. ЭБС Лань. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
4. ЭБС Университетская библиотека Онлайн. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
5. ЭБС Библиотех. Режим доступа: <https://knitu.bibliotech.ru/>;
6. ЭБС Консультант студента. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/>
7. ЭБС ВООК.RU - Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. ЭБС РУКОНТ. - Режим доступа: <http://rucont.ru/>
9. Научная электронная библиотека (РУНЭБ). - Режим доступа: <http://elibrary.ru>
10. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ. - Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Лекционные занятия: проектор EPSON EB-X6, настенный экран, ноутбук AcerAspire 3000 (аудитория Е-525).

Практические занятия:

- Комплекс лабораторный для проведения электрохимических исследований . (Уч. лаб. для иссл.э/х свойств наностр.м-в.) Включает: лабораторный потенциостат-гальваностат Р-30I ООО «Элинс», управляющий ПК и рН-метр лабораторный Анион 4100.
- Потенциостат IPC-Pro
- Вольтметр универсальный цифровой В7-38М (2 шт).
- Микроскоп металлургический инвертированный Meiji IM7530
- Микроскоп МИИ-4
- Магазины сопротивлений Р-33, Р-4831, ТЕ1061, ТЕ1041, ТЕ1051 (2 шт).
- Источники питания постоянного тока Б5-49, ТЕ-100-12-10УХА4, Б5-47 (2 шт).
- Потенциостат ПИ-50-1.1 (4 шт).
- Весы ВЛ-210, ВЛТЭ-1100
- Коррозиметр универсальный Эксперт-004 (2 шт).
- Рентгенофлуоресцентный анализатор (кафедра ТНВ)
- Атомно-силовой микроскоп (кафедра ПТНВ)

13. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины «Физические методы исследования коррозионных процессов» используются следующие активные и интерактивные (4 часа) формы проведения занятий:

- лекции;
- практические занятия;
- дополнительные консультации.

Кроме того используются дополнительные формы обучения по отдельным темам:

- текущая проверка знаний; взаимный контроль студентов по разработанным ими тестам;
- отработка пройденного материала на практических задачах; форма, при которой малые (3-4 человека) группы получают различные практические задания на одну тему;
- обмен знаниями между студентами в малых группах («каруселька»)