

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
декан естественно-  
географического факультета

  
С.В. Жеглов  
«30» августа 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радикальные процессы в нефтехимическом и органическом синтезе

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
бакалавриат

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки Химия окружающей среды,  
химическая экспертиза и экологическая безопасность

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный, 4 года

Факультет (институт) естественно-географический

Кафедра химии

Рязань, 2018

# ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Радикальные процессы в нефтехимическом и органическом синтезе» является формирование компетенций у студентов в области закономерностей протекания реакций с участием органических радикалов, их строения и применении в синтезе.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1 Учебная дисциплина «Радикальные процессы в нефтехимическом и органическом синтезе» относится к вариативной части Блока 1.

2.2 Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

- «Неорганическая химия»

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК –1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	теоретических основ фундаментальных разделов химии	использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	навыками использования полученных знаний теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
2.	ПК-8	способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	Механизм радикальных процессов	Применять полученные знания при решении конкретных производственных задач	Владеет общими представлениями о возможности практического применения знаний о радикальных процессах в нефтехимическом и органическом синтезе

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ					
Радикальные процессы в нефтехимическом и органическом синтезе					
Цель дисциплины		формирование компетенций у студентов в области закономерностей протекания реакций с участием органических радикалов, их строения и применении в синтезе.			
<b>В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции</b>					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК – 1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Знание теоретических основ фундаментальных разделов химии Уметь использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач Владение навыками использования полученных знаний теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Лекции, практические работы, рефераты	Индивидуальный устный и письменный отчет – опрос на практических занятиях, решение типовых задач, защита электронного реферата-презентации, тестирование, зачет	<b>ПОРОГОВЫЙ</b> знания теоретических основ фундаментальных разделов химии <b>ПОВЫШЕННЫЙ</b> способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
ПК – 8	способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных	Знать механизм радикальных процессов Уметь применять полученные знания при решении конкретных производственных задач Владеть общими представлениями о	Лекции, практические работы, рефераты	Индивидуальный устный и письменный отчет – опрос на практических занятиях, решение типовых задач, защита электронного реферата-презентации, тестирование, зачет	<b>ПОРОГОВЫЙ</b> фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач <b>ПОВЫШЕННЫЙ</b> способность использовать основные закономерности химической науки при решении

	производственных задач	возможности практического применения знаний о радикальных процессах в нефтехимическом и органическом синтезе			конкретных производственных задач
--	------------------------	--	--	--	-----------------------------------

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		№ 4 часов	№ 4 часов	№ 5 часов	№ 6 часов
1	2	3	4	5	6
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36	36	-	-	-
В том числе:					
Лекции (Л)	18	18			
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
2. Самостоятельная работа студента (всего)	36	36			
В том числе	-	-	-	-	-
<i>СРС в семестре:</i>					
Курсовая работа	КП				
	КР				
Другие виды СРС:	-	-	-	-	-
Подготовка к собеседованию	18	18			
Подготовка к типовым расчетам	18	18			
<i>СРС в период сессии</i>					
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	3			
	экзамен (Э)				
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	72	72		
	зач. ед.	2	2		

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах
		3	4
4	1	Исторический очерк открытия свободных радикалов. Нижегородская школа радикальных реакций	Классификация свободных радикалов. Пространственная структура радикалов. Энергия диссоциации связей и энтальпия образования радикалов. Стабильность и реакционная способность радикалов, связь со строением. Основные методы получения свободных радикалов.
	2	Строение, стабильность и реакционная способность радикалов	Магнитные свойства свободных радикалов. Электронный парамагнитный резонанс как основной метод обнаружения и идентификации радикалов: физические основы метода, сверхтонкое расщепление, спин-спиновая и спин-решеточная релаксация. Метод спиновых ловушек - основные достоинства и недостатки. Магнитная восприимчивость, веса Гюн. Масс-спектрометрия свободных радикалов. Химическая поляризация ядер.
	3	Основные методы генерирования свободных радикалов. Методы исследования радикалов и реакций с их участием.	Инициаторы свободно-радикальных процессов. Согласованный и несогласованный распад связей. Влияние среды на мономолекулярный распад. Кинетика радикального распада. Цепной радикальный распад. Бимолекулярные реакции генерирования радикалов. Окислительно-восстановительные процессы как источники свободных радикалов. Фотохимическое, радиационнохимическое и электрохимическое генерирование радикальных реакций. Особенности радикальных реакций в жидкой фазе. Кинетическая теория жидкости. Клеточный эффект. Влияние давления на протекание радикальных реакций. Момолекулярные реакции свободных радикалов. Изомеризация с отрывом атома водорода, изомеризация с миграцией группы, изомеризация с раскрытием цикла и циклизацией, изомеризация непредельных соединений. Мономолекулярные реакции свободных радикалов. Изомеризация с отрывом атома водорода, изомеризация с миграцией группы, изомеризация с раскрытием цикла и циклизацией, изомеризация непредельных соединений. Распад свободных радикалов. Метод конкурирующих реакций. Реакции отрыва с участием свободных радикалов. Реакции радикального замещения. Бирадикачи и реакции с их участием. Линейные корреляции в химии свободных радикалов.

4	Радикальные процессы в нефтехимии и нефтехимическом синтезе	<p>Одноэлектронный перенос и окислительно-восстановительные реакции с образованием и участием свободных радикалов. Взаимосвязь гомолитических и гетеролитических процессов. Анион-радикалы и реакции с их участием.</p> <p>Цепные неразветвленные реакции. Элементарные стадии цепных неразветвленных реакций (зарождение, продолжение и обрыв цепей). Кинетические закономерности цепной радикальной реакции.</p> <p>Реакции присоединения с участием свободных радикалов. Радикальная полимеризация. Механизм и кинетика радикальной полимеризации. Передача цепи. Кинетика ингибированной полимеризации. Ингибиторы радикальных процессов.</p> <p>Окисление органических соединений кислородом. Элементарные стадии процесса. Кинетика цепного инициированного окисления углеводородов. Радикальный распад гидропероксидов. Каталитическое окисление углеводородов.</p> <p>Антиоксиданты. Их классификация, механизм ингибированного окисления углеводородов. Многократный обрыв цепей на ингибиторах окисления. Синергизм действия ингибиторов. Биоантиоксиданты.</p> <p>Крекинг углеводородов. Теория Райса. Основные элементарные стадии крекинга. Основные закономерности распада углеродцентрированных радикалов в условиях крекинга. Бимолекулярные реакции в условиях крекинга. Участие растворителя в бимолекулярных реакциях радикалов.</p> <p>Характеристика цепных разветвленных радикальных процессов. Радикальные реакции с энергетическим разветвлением цепи.</p>
5	Методы контроля и управления радикальными процессами	Контролируемые радикальные процессы на примере синтеза макромолекул в условиях радикального инициирования. Atom Transfer Radical Polymerization. Reverse Atom Transfer Radical Polymerization. Stable Free Radical Polymerization и другие механизмы полимеризации в режиме «живых» цепей.

## 2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	1	Исторический очерк открытия свободных радикалов. Нижегородская школа радикальных реакций	2	-	2	4	8	1-2 Собеседование



2	Строение, стабильность и реакционная способность радикалов	4	-	4	8	16	3-4 Собеседование, типовые расчеты, реферат
3	Основные методы генерирования свободных радикалов. Методы исследования радикалов и реакций с их участием.	4	-	4	8	16	5-9 Собеседование, типовые расчеты
4	Радикальные процессы в нефтехимии и нефтехимическом синтезе	4	-	4	8	16	10-14 Собеседование, типовые расчеты
5	Методы контроля и управления радикальными процессами	4	-	4	8	16	14-18 Собеседование, типовые расчеты, реферат
	ИТОГО за семестр	18		18	36	72	
	ИТОГО	18		18	36	72	

**2.3. Лабораторный практикум не предусмотрен учебным планом**

**2.4. Курсовые работы не предусмотрены учебным планом**

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
4	1	Исторический очерк открытия свободных радикалов. Нижегородская школа радикальных реакций	Подготовка к индивидуальному собеседованию	4
	2	Строение, стабильность и реакционная способность радикалов	Подготовка к индивидуальному собеседованию, типовым расчетам, реферату	8
	3	Основные методы генерирования свободных радикалов. Методы исследования радикалов и реакций с их участием.	Подготовка к индивидуальному собеседованию, типовым расчетам	8
	4	Радикальные процессы в нефтехимии и нефтехимическом синтезе	Подготовка к индивидуальному собеседованию, типовым расчетам	8
	5	Методы контроля и управления радикальными процессами	Подготовка к индивидуальному собеседованию, типовым расчетам, реферату	8
<b>ИТОГО в семестре:</b>				<b>36</b>
<b>ИТОГО</b>				<b>36</b>

### 3.2. График работы студента Семестр № 4

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Собеседование	Сб	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Типовой расчет	Тр			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Реферат	Реф			+	+										+	+	+	+	+

### 3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Нефтегазовое строительство». Учебное пособие-М.:Омега-Л,2013г.-367с.

1. Бобрицкий Н.В. «Основы нефтяной и газовой промышленности»М.:Недра,2011г.-200с.
2. Б.В.Лосиков «Нефтепродукты», справочник, М.: Недра,2013-533с.

#### 3.3.1.Рефераты

1. Исследование кинетики радикальной полимеризации стирола и метилметакрилата в присутствии стабильных радикалов
2. Влияние стабильных радикалов и их источников на молекулярно-массовые характеристики макромолекул
3. Исследование кинетики накопления стабильных нитроксильных радикалов методом ЭПР
4. Фотохимическое генерирование стабильных радикалов и их влияние на полимеризацию метилметакрилата
5. Хромсодержащие мономеры как источники стабилизированных утлеродцентрированных радикалов
6. Окситриазены - инициаторы нового типа.
7. Хиноны и катехолатные комплексы металлов в радикальных процессах
8. Бинарные инициаторы процессов полимеризации на основе комплексов никеля
9. Применение в синтезе полимеров

10. Методы нагревания в химическом производстве.
11. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией раствора.
12. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией раствора.
13. Основные массообменные процессы в химическом производстве.
14. Тепловые процессы в химическом производстве.
15. Процесс ректификации.
16. Экстракционные аппараты для выщелачивания.
17. Адсорбционные установки в химическом производстве.
18. Процесс сушки в химическом производстве.

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Р.С. Соколов. Химическая технология. М.Владос, 2000. В 2-х томах. 368 с.,	1-2	4	15	
2.	К. В. Алтухов, И. П. Мухленов, Е. С. Тумаркина. -.Химическая технология М.Просвещение, 1985. - 304 с.	1-2	4	8	
3.	Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс] : учеб. / В.М. Потехин, В.В. Потехин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 896 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/53687">https://e.lanbook.com/book/53687</a> . — Загл. с экрана.	1-2	4	ЭБС	
4.	Москвичев, Ю.А. Теоретические основы химической технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Москвичев, А.К. Григоричев, О.С. Павлов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 272 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/79331">https://e.lanbook.com/book/79331</a> . — Загл. с экрана.	1-2	4	ЭБС	

##### 5.2. Дополнительная литература

№	Наименование Авторы, год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	5	6	7	8
1	Харлампида, Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс] :	1-2	4	ЭБС	

	учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/37357">https://e.lanbook.com/book/37357</a> . — Загл. с экрана.				
2	Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] : учеб. / И.М. Кузнецова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/45973">https://e.lanbook.com/book/45973</a> . — Загл. с экрана.	1-2	4	ЭБС	
3	Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/98234">https://e.lanbook.com/book/98234</a> . — Загл. с экрана.	1-2	4	ЭБС	
4	Химическая технология неорганических веществ. Книга 1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.Г. Ахметов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 688 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/92998">https://e.lanbook.com/book/92998</a> . — Загл. с экрана.	1-2	4	ЭБС	
5	Химическая технология неорганических веществ. Книга 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.Г. Ахметов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 536 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/89935">https://e.lanbook.com/book/89935</a> . — Загл. с экрана.	1-2	4	ЭБС	

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. ГОСТ Р 51594-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
2. ГОСТ Р 51595-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика.

- Коллекторы солнечные. Общие технические условия. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
3. ГОСТ Р 51596-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Методы испытаний. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
  4. ГОСТ Р 51237-98. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999.
  5. ГОСТ Р 51997-2002. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Общие технические требования. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.
  6. ВСН 52-86. Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования. - М.: Госгражданстрой, 1988.
  7. ВСН 56-87. Геотермальное теплоснабжение жилых и общественных зданий и сооружений. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1989.
  8. РД 34.20.115-89. Методические указания по расчету и проектированию систем солнечного теплоснабжения. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.

#### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)\***

1. ChemNet. Россия [Электронный ресурс] : химическая информационная сеть. – Режим доступа: [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
3. <http://www.xumuk.ru/> [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: [www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
4. Аналитическая химия и химический анализ [Электронный ресурс] : Портал химиков-аналитиков – Режим доступа: [ANCHEM.RU](http://ANCHEM.RU), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
5. [ABC Chemistry](http://abc-chemistry.org/index.html) [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
6. [ChemSpider](http://www.chemspider.com/) [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

##### **6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:**

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный.

##### **6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:**

Видеопроектор, ноутбук, переносной экран.

### 6.3. Требования к специализированному оборудованию - отсутствуют

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом, прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций и рекомендуемую литературу

## 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### Новые информационные технологии в образовании:

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
- возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет;

## 10. Требования к программному обеспечению учебного процесса

Название ПО	№ лицензии
MS Windows Professional Russian	47628906
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.
Офисное приложение LibreOffice	свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	свободно распространяемое ПО
Браузеризображений Fast Stone ImageViewer	свободно распространяемое ПО
PDF ридерFoxitReader	свободно распространяемое ПО



Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	свободно распространяемое ПО
Запись дисков ImageBurn	свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	свободно распространяемое ПО

## **11. Иные сведения**

## Приложение 1

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### *Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Исторический очерк открытия	ОПК–1, ПК-8	Зачет
2.	Строение, стабильность и реакционная способность радикалов		
3.	Основные методы генерирования свободных радикалов. Методы исследования радикалов и		
4.	Радикальные процессы в нефтехимии и нефтехимическом синтезе		
5.	Методы контроля и управления радикальными процессами		

#### **ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК –1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<b>знать</b>	ОПК–1 З
		теоретические основы фундаментальных разделов химии	ОПК–1 З-1
		<b>уметь</b>	ОПК–1 У
		использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ОПК–1 У-1
		<b>владеть</b>	ОПК–1
		способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ОПК–1 В-1
ПК – 8	способностью использовать	Знать	

основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	механизм радикальных процессов	ПК-8 З1
	Уметь	
	применять полученные знания при решении конкретных производственных задач	ПК-8 У1
	Владеть	
	общими представлениями о возможности практического применения знаний о радикальных процессах в нефтехимическом и органическом синтезе	ПК-8 В1

## КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Свободные радикалы. состояние гибридизации. электронное и пространственное строение	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
2	Основные методы получения свободных радикалов	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
3	Понятие о «стабильности» свободных радикалов. Основные классы стабильных радикалов	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
4	Основные механизмы распада инициаторов	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
5	Реакции свободных радикалов. Взаимосвязь стабильности и реакционной способности	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
6	Окислительно-восстановительные реакции как источники свободных радикалов	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
7	Клеточный эффект в реакциях свободных радикалов	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
8	Химическая поляризация ядер. Теория радикальных пар	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
9	Реакции рекомбинации и диспропорционирования для различного типа радикалов	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
10	Крекинг углеводородов. Основные стадии процесса	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
11	Мономолекулярные реакции распада и изомеризации свободных радикалов (на примере углеводородных)	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
12	Бимолекулярные реакции атомов и свободных радикалов (присоединение, отщепление, рекомбинации и диспропорционирования)	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
13	Реакции свободно-радикального замещения	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
14	Реакции изомеризации радикалов различного строения (углерод- и кислородцентрированных. с циклизацией и раскрытием цикла с миграцией группы)	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
15	Реакции с участием бирадикалов	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
16	Цепные радикальные реакции. Особенности их протекания	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
17	Элементарные стадии цепных радикальных реакций	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
18	Цепные разветвленные реакции	ОПК-1 З-1, ОПК-1 У-1, ОПК-1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1

<b>19</b>	Одноэлектронный перенос как элементарный акт формально гетеролитических реакций	ОПК–1 З-1, ОПК–1 У-1, ОПК–1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
<b>20</b>	Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения с позиций одноэлектронного переноса	ОПК–1 З-1, ОПК–1 У-1, ОПК–1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
<b>21</b>	Одноэлектронный перенос в реакциях металлоорганических соединений	ОПК–1 З-1, ОПК–1 У-1, ОПК–1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
<b>22</b>	.Контролируемый синтез макромолекул в условиях Atom Transfer Radical Polymerization	ОПК–1 З-1, ОПК–1 У-1, ОПК–1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
<b>23</b>	.Контролируемый синтез макромолекул в условиях Stable Free Radical Polymerization	ОПК–1 З-1, ОПК–1 У-1, ОПК–1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
<b>24</b>	Ингибиторы свободно-радикальных процессов	ОПК–1 З-1, ОПК–1 У-1, ОПК–1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1
<b>25</b>	Взаимосвязь стабильности и реакционной способности радикалов	ОПК–1 З-1, ОПК–1 У-1, ОПК–1 В-1 ПК-8 З1 ПК-8 У1 ПК-8 В1

## **ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)**

Результаты выполнения обучающимся заданий на экзамене оцениваются по шкале - по пятибалльной шкале.

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Отлично» (5) / «зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) / «зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) / «зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) / «не зачтено» - оценка выставляется

обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.