



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)**

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Красицкая С.Г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой Общей,  
неорганической и элементоорганической  
химии



(подпись)

Капустина А.А.

« 05 » января 2021 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные технологии для расчета химико-технологических систем

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Магистерская программа

«Химическая инженерия (совместно с СИБУР)»

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2

лекции 4 час.

практические занятия 0 час.

лабораторные работы 30 час.

в том числе с использованием МАО лек. 4 /пр. \_\_\_ /лаб. \_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 34 час.

в том числе с использованием МАО 4 час.

самостоятельная работа 29 час.

контроль 45 час.

Экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 13.07.2017 № 655.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН протокол № 5 от «05» января 2021 г.

Заведующая кафедрой

общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН к.х.н., доцент Капустина А.А.

Составитель: к.х.н., доцент Красицкая С.Г

Владивосток  
2021

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## I. Цели и задачи освоения дисциплины:

### Цель:

Изучение основ анализа систем (информационных, математических и алгоритмических), построения моделей и их программирования, а также применение лицензионных программных продуктов для анализа, синтеза и оптимизации действующих промышленных и вновь создаваемых химических производств.

### Задачи:

- Знакомство с компьютерными технологиями, используемыми для расчета химико-технологических систем;
- изучение принципов и методов построения математических моделей;
- изучение аналитических и экспериментальных методов построения моделей;
- использование моделей для анализа протекания энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий
		ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
Научно-исследовательский	ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического	ПК-3.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными

	применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов
Технологический	ПК-7 Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	ПК-7.1 Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР
		ПК-7.2 Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР
		ПК-7.3 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения, поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР
		ПК-7.4 Проводит испытания инновационной продукции

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	Знать правила планирования исследования Уметь планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования Владеть навыками планирования исследования и детального планы отдельных стадий
ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Знать экспериментальные и расчетно-теоретические методы, необходимые для выполнения экспериментальной части ВКР Уметь выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов Владеть навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
ПК-3.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Знать методологию систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР Уметь сопоставлять информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР с литературными данными Владеть навыками систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР и сопоставления с литературными данными
ПК-3.2 Определяет возможные	Знать методологию определения возможных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	направлений развития научно-исследовательской работы Уметь определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов Владеть навыками практического применения полученных результатов
ПК-7.1 Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Знать методологию подготовки планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР Уметь проводить подготовку детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР
ПК-7.2 Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Знать основы оформления документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР Уметь готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР
ПК-7.3 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Знать технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР Уметь применять технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР используя технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся)
ПК-7.4 Проводит испытания инновационной продукции	Знать методы и способы проведения испытания инновационной продукции Уметь проводить испытания инновационной продукции Владеть навыками проведения испытания инновационной продукции

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемная лекция, лекция - визуализация.

## II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лр	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Лр	ОК	СР	Контроль	
1	РАЗДЕЛ 1. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов и химико-технологических систем	2	1	14	-	-	6	-	
2	РАЗДЕЛ 2. Математическое моделирование элементов систем	2	3	16	-	-	23	-	
	Итого:		4	30	-	-	29	45	экзамен

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### Лекционные занятия (4 час.)

#### РАЗДЕЛ 1. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов и химико-технологических систем

Основные задачи. Системный подход к решению этих задач. Эмерджентность и интерэктность - важнейшие свойства систем. Метод математического моделирования, ПЭВМ и современное программное и математическое обеспечение как средство решения этих задач. Основные понятия и этапы моделирования. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном подходе. Структура эмпирических моделей. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математического

описания.

### **Общая характеристика систем**

Понятие системы. Элемент системы - химико-технологический процесс (ХТП). Модель структуры системы. Статические и динамические модели систем. Химико-технологические системы (ХТС). Типовые элементы ХТС, их изображение на схемах. Вещество как система атомов или молекул, системы химических реакций. Закрытые и разомкнутые системы с точки зрения расчета. Классификация параметров систем: структурные, конструктивные, технологические, параметры потоков. Общая математическая модель систем. Модель топологии и модели элементов систем. Задачи поверочного расчета, проектного расчета, оптимизации, синтеза, управления ХТС.

### **Компьютерные технологии для расчета ХТС**

Трудности использования интегрального метода для больших систем. Декомпозиционный метод расчета систем. Структурный анализ - необходимый этап декомпозиционного метода расчета. Формализация структуры систем с помощью матрицы смежности, таблиц связей, списка связей.

### **Компьютерные технологии структурного анализа систем**

Методы выделения комплексов. Методы нахождения контуров. Критерии оптимальности множества разрываемых дуг. Методы определения оптимального множества разрываемых дуг. Определение последовательности расчета элементов систем.

Использование моделирующих программ ASPEN PLUS, современных программных продуктов для расчета конкретных промышленных ХТС

Основы синтеза ХТС на основе лицензионного моделирующего программного комплекса ASPEN PLUS. Синтез систем. Сведение задачи синтеза к задаче оптимизации. Структурные параметры. Интегральный метод синтеза. Эвристический метод. Метод структурных параметров.

## **РАЗДЕЛ 2. Математическое моделирование элементов систем**

Понятие модели. Классификация моделей. Физические, математические модели. Детерминированные и формальные модели. Дескриптивные и оптимизационные модели, их назначение. Статические и динамические модели. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. Экономико-математические модели. Теоретический метод построения моделей элементов ХТС. Этапы построения. Адекватность модели.

## **Компьютерные технологии расчета динамических режимов ХТС**

Общая характеристика динамических режимов: режимы пуска и останова, переходные режимы. Нестационарные модели элементов ХТС. Использование современных программных продуктов для исследования динамических режимов.

## **Системный подход к анализу и планированию эксперимента в химической технологии**

Интегрированные комплексы управления качеством. Использование компьютерных технологий для построения статистических моделей аппаратов химической технологии. Методы планирования эксперимента при построении статистических моделей.

## **Компьютерные технологии для принятия решений в химической технологии**

Понятие об оптимизации химико-технологических процессов и химико-технологических систем. Постановка задачи оптимизации. Ограничения типа равенств. Выбор свободных параметров оптимизации. Ограничения типа неравенств. Критерии оптимизации. Многокритериальная оптимизация. Методы глобальной оптимизации. Современные программные продукты для решения задач оптимизации. Многопродуктовые ХТС. Критерии гибкости. Методы синтеза гибких ХТС. Примеры синтеза гибких систем химических производств. Понятие о системном анализе гибких производств химической промышленности.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (30 час.)**

**Лабораторная работа №1.** Структурный анализ ХТС (6 час.)

**Лабораторная работа №2.** Понятие о расчете ХТС с материальными и тепловыми рециклами с использованием ASPEN PLUS (6 час.)

**Лабораторная работа №3.** Моделирование динамических и статических режимов ХТП с использованием современных компьютерных технологий на примере одного из процессов (6 час.)

**Лабораторная работа №4.** Построение модели ХТП на основе полного

факторного эксперимента с использованием программных продуктов EXCEL, SPSS (6 час.)

**Лабораторная работа № 5.** Использование моделирующего программного комплекса ASPEN PLUS для имитационного моделирования, оптимизации и экономической оценки химических производств (6 час.).

## **V. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристику заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	1 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы №1	5 час.	Проверка готовности к лабораторному занятию путем проверки отчета (ПР -6)
2.	2-6 недели	Подготовка к выполнению лабораторной работы №2	6 час.	Проверка готовности к лабораторному занятию путем проверки отчета (ПР-9)
3.	3 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы №3	6 час.	Проверка готовности к лабораторному занятию путем проверки отчета (ПР-9)
4.	7 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы № 4	6 час.	Проверка готовности к лабораторному занятию путем проверки отчета (ПР -6)

5.	8 неделя	Подготовка к выполнению лабораторной работы №5.	5 час.	Проверка готовности к лабораторному занятию путем проверки отчета. (ПР -6)
6.	9 неделя	Подготовка к экзамену	45	Экзамен, вопросы к экзамену

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

Задание на дом к лабораторным занятиям № 1-5

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовиться к выполнению заданий лабораторной работы.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

- Выбор метода химического синтеза целевого продукта;
- Вычисление свойств химического производства;
- Автоматизированное и автоматическое проектирование;
- Понятие совмещенных и гибких ХТС;
- Эмерджентность и интерэктность ХТС;

#### **Структура отчета по лабораторной работе**

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик)

давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

- Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

### **Оформление отчета по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;

- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

### Критерии оценивания выполнения лабораторной работы

Оценивание лабораторных работ проводится по критериям:

Полнота и качество выполненных заданий;

Теоретическое обоснование полученного результата;

Качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;

Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	<u>Раздел 1.</u> Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов и химико-технологических систем	ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<u>Знает:</u> экспериментальные и расчетно-теоретические методы, необходимые для выполнения экспериментальной части ВКР	Выполнение лабораторной работы №1. Проверка отчета по лабораторной работе №1 (ПР - б)	Экзаменационные вопросы №№1–5.
			<u>Умеет:</u> выбирать экспериментальные и		

			расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	работе (ПР -6)	
			<u>Владеет:</u> навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Выполнение лабораторной работы №1. Проверка отчета по лабораторной работе №1 (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№1–5.
2.	<u>Раздел 2.</u> Математическое моделирование элементов систем	ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<u>Знает:</u> правила планирования исследования НИР	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
			<u>Умеет:</u> планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
			<u>Владеет:</u> навыками планирования исследования и детального плана отдельных стадий	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
		ПК-7.1 Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных	Знать методологию подготовки планов отдельных стадий прикладных	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22

	НИР и НИОКР	НИР и НИОКР Уметь проводить подготовку детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР		
	ПК-7.2 Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Знать основы оформления документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР Уметь готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
	ПК-7.3 Предлагает технические средства и методы	Знать технические средства и методы испытаний для	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22

		испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР Уметь применять технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР используя технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся)		
		ПК-7.4 Проводит испытания инновационной продукции	Знать методы и способы проведения испытания инновационной продукции Уметь проводить испытания инновационной продукции Владеть навыками проведения испытания инновационной продукции	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
3.	<u>Раздел 2.</u> Синтез и свойства кремнийорганических	ПК-3.2 Определяет возможные	<u>Знает:</u> методику определения	Проверка отчета по лабораторной	Экзаменационные вопросы №№ 6-22

	их соединений	направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	возможных направлений развития научно-исследовательской работы	работе (ПР -6)	
			<u>Умеет:</u> определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
			<u>Владеет:</u> способностью определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
4.	Раздел 2. Синтез и свойства кремнийорганических соединений	ПК-3.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Знает: методологию систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
			<u>Умеет:</u> сопоставлять информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР с литературными данными	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22
			<u>Владеет:</u> навыками систематизации и анализа ин-	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-22

			формации, полученной в ходе НИР и ННОКР и со- поставления с литературны- ми данными		
--	--	--	---	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## **VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

**(электронные и печатные издания)**

1. Компьютерное моделирование технических систем : Учебное пособие / Химченко А. В. - Саратов : Вузовское образование, 2021. - 165 с. <https://library.dvfu.ru/lib/document/EBSIPRBooks/7E8A6507-3D84-46F4-B1DE-6E399C540228/>
2. Разработка компьютерной модели крупнотоннажной технологической схемы получения стирола Советин Ф.С., Гартман Т.Н., Иванова А.Н., Шакина Э.А., Павлов А.С. Химическая техника. 2018. № 10. С. 30-34.
3. Алгоритм расчета автотермических режимов гетерогенно-каталитических процессов на тонком слое катализатора // Гартман Т.Н., Советин Ф.С., Проскуро Е.А., Швец В.Ф., Козловский Р.А., Сучков Ю.П., Сапунов В.Н., Локтев А.С., Дедов А.Г // Теоретические основы химической технологии. 2014. Т. 48. № 3. С. 294.
4. Аналитический обзор современных пакетов моделирующих программ для компьютерного моделирования химико-технологических систем // Гартман Т.Н., Советин Ф.С. Успехи в химии и химической технологии. 2012. Т. 26. № 11 (140). С. 117-120. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-sovremennyh-paketov-modeliruyuschih-programm-dlya-kompyuternogo-modelirovaniya-himiko-tehnologicheskikh-sistem>
5. Аналитический обзор подходов к моделированию процессов жидкостной экстракции // Комляшев Р. Б., Советин Ф. С., Гартман Т. Н., Козловский И. А., Шаталов К. И. // Химическая промышленность сегодня 2019. № 5. С. 28-34

## **Дополнительная литература (печатные и электронные издания)**

1. Холоднов, В.А. Системный анализ и принятие решений. Компьютерное моделирование объектов химической технологии в MathCAD. ПРАКТИКУМ к лабораторным работам по учебным дисциплинам «Информатика» и «Системный анализ химических технологий» / В.А. Холоднов, Л.С. Кирьянова, В.А. Сидоров: учебное пособие. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2008. - 91с.

2. Системный анализ и принятие решений. Математическое моделирование и оптимизация объектов химической технологии / В.А.Холоднов, Ас. М. Гумеров, Н.Н. Валеев, Гумеров Аз. М., В.М.Емельянов, В.Н. Чепикова, М.Ю. Лебедева: учебное пособие. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2007. - 340с  
[https://www.studmed.ru/holodnov-va-sistemnyy-analiz-i-prinyatie-resheniy-kompyuternoe-modelirovanie-i-optimizaciya-obektov-himicheskoy-tehnologii-v-mathcad-i-excel\\_ac15a0e2f0e.html](https://www.studmed.ru/holodnov-va-sistemnyy-analiz-i-prinyatie-resheniy-kompyuternoe-modelirovanie-i-optimizaciya-obektov-himicheskoy-tehnologii-v-mathcad-i-excel_ac15a0e2f0e.html)

3. Системный анализ и принятие решений. Компьютерное моделирование и оптимизация объектов химической технологии в Mathcad и Excel / В.А.Холоднов, В. Решетиловский, М.Ю. Лебедева, Е.С. Боровинская: учебное пособие. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2007. - 434с.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>
5. Сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html>
6. Сайт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева: <http://www.pxy.ru/>
7. Научно-электронная библиотека: <http://elibrary.ru/>
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>
9. Федеральный портал "Российское образование": <http://www.edu.ru/>
10. база данных о веществах и их свойствах <http://www.chemspider.com/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения** Платформа электронного обучения Blackboard ДВФУ: <https://bb.dvfu.ru/>

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение**

**дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Лабораторные занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

#### **Подготовка к лабораторным занятиям.**

Задание на дом к лабораторному занятию № 1

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие и подготовиться к собеседованию по теме раздела №1 и выполнению заданий лабораторной работы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные

учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 607.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА - 1 шт. Парты и стулья</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593.</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D733а.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс</p>	<p>Компьютер (твердотельный диск - объемом 128 ГБ; жесткий диск - объем 1000 ГБ; форм-фактор - Tower; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) модель - M93p1 - 13 шт</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017.</p> <p>Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New</p>

	машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветových спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками	Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2
--	---	--

## **Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины / модуля**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	<u>Раздел 1.</u> Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов и химико-технологических систем	ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<u>Знает:</u> экспериментальные и расчетно-теоретические методы, необходимые для выполнения экспериментальной части ВКР	Выполнение лабораторной работы №1. Проверка отчета по лабораторной работе №1 (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№1–5.
			<u>Умеет:</u> выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№1–5.
			<u>Владеет:</u> навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Выполнение лабораторной работы №1. Проверка отчета по лабораторной работе №1 (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№1–5.
2.	<u>Раздел 2.</u> Математическое моделирование элементов систем	ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<u>Знает:</u> правила планирования исследования НИР	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-12
			<u>Умеет:</u> планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-12
			<u>Владеет:</u> навыками планирования исследования и детального планы отдельных стадий	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 6-12
		ПК-7.1 Готовит	Знать методологию подготовки планов	Проверка отчета по	Экзаменационн

		детальные планы отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР Уметь проводить подготовку детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	лабораторной работе (ПР -6)	ые вопросы №№ 13-18
		ПК-7.2 Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Знать основы оформления документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР Уметь готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 13-18
		ПК-7.3 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Знать технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР Уметь применять технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР Владеть навыками решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР используя технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся)	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28
		ПК-7.4 Проводит испытания инновационной продукции	Знать методы и способы проведения испытания инновационной продукции Уметь проводить испытания инновационной продукции Владеть навыками проведения испытания инновационной продукции	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28

3.	Раздел 2. Синтез и свойства кремнийорганических соединений	ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	<u>Знает:</u> методологию определения возможных направлений развития научно-исследовательской работы	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28
			<u>Умеет:</u> определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28
			<u>Владеет:</u> способностью определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28
4.	Раздел 2. Синтез и свойства кремнийорганических соединений	ПК-3.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	<u>Знает:</u> методологию систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28
			<u>Умеет:</u> сопоставлять информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР с литературными данными	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28
			<u>Владеет:</u> навыками систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР и сопоставления с литературными данными	Проверка отчета по лабораторной работе (ПР -6)	Экзаменационные вопросы №№ 19-28

## **Шкала оценивания уровня сформированности компетенций**

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Кремнийорганические соединения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий (отчет по лабораторной работе) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем. Объектами оценивания выступают: - учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине); - степень усвоения теоретических знаний; - уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы; - результаты самостоятельной работы.

#### **I. Устный опрос**

2. Экзамен (Средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену, образцы билетов.

#### **II. Письменные работы**

1. Лабораторная работа (ПР-6) (Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу) - Комплект лабораторных заданий.

##### **Вопросы к лабораторной работе №1.**

1. Химико-технологические системы (ХТС).
2. Типовые элементы ХТС, их изображение на схемах.
3. Вещество как система атомов или молекул, системы химических реакций.
4. Замкнутые и разомкнутые системы с точки зрения расчета
5. Структурный анализ ХТС

##### **Вопросы к лабораторной работе №2.**

1. Современные программные продукты для решения задач оптимизации.
2. Многопродуктовые ХТС.
3. Критерии гибкости.
4. Методы синтеза гибких ХТС.
5. Примеры синтеза гибких систем химических производств.
6. Понятие о системном анализе гибких производств химической промышленности

##### **Вопросы к лабораторной работе №3.**

1. Статические и динамические модели.
2. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
3. Экономико-математические модели.

4. Теоретический метод построения моделей элементов ХТС. Этапы построения.

5. Адекватность модели

#### **Вопросы к лабораторной работе №4.**

1. Общая характеристика динамических режимов: режимы пуска и останова, переходные режимы.
2. Нестационарные модели элементов ХТС.
3. Использование современных программных продуктов для исследования динамических режимов

#### **Вопросы к лабораторной работе № 5.**

1. Основы синтеза ХТС на основе лицензионного моделирующего программного комплекса ASPEN PLUS.
2. Синтез систем.
3. Сведение задачи синтеза к задаче оптимизации.
4. Структурные параметры.
5. Интегральный метод синтеза.
6. Эвристический метод.
7. Метод структурных параметров

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

##### **Вопросы к экзамену**

1. Эмерджентность и интерэктность - важнейшие свойства систем.
2. Метод математического моделирования, ПЭВМ и современное программное и математическое обеспечение как средство решения этих задач.
3. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном подходе.
4. Структура эмпирических моделей. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математического описания.
5. Элемент системы - химико-технологический процесс (ХТП). Модель структуры системы. Статические и динамические модели систем.
6. Химико-технологические системы (ХТС). Типовые элементы ХТС, их изображение на схемах. Вещество как система атомов или молекул, системы химических реакций. Замкнутые и разомкнутые системы с точки зрения расчета.
7. Классификация параметров систем: структурные, конструктивные, технологические, параметры потоков.
8. Общая математическая модель систем. Модель топологии и модели элементов систем. Задачи поверочного расчета, проектного расчета, оптимизации, синтеза, управления ХТС.
9. Компьютерные технологии для расчета ХТС

10. Трудности использования интегрального метода для больших систем. Декомпозиционный метод расчета систем.
11. Структурный анализ - необходимый этап декомпозиционного метода расчета. Формализация структуры систем с помощью матрицы смежности, таблиц связей, списка связей.
12. Компьютерные технологии структурного анализа систем
13. Методы выделения комплексов. Методы нахождения контуров.
14. Критерии оптимальности множества разрываемых дуг. Методы определения оптимального множества разрываемых дуг. Определение последовательности расчета элементов систем.
15. Основы синтеза ХТС на основе лицензионного моделирующего программного комплекса ASPEN PLUS. Синтез систем. Сведение задачи синтеза к задаче оптимизации. Структурные параметры.
16. Интегральный метод синтеза. Эвристический метод. Метод структурных параметров.
17. Математическое моделирование элементов систем. Понятие модели. Классификация моделей. Физические, математические модели.
18. Детерминированные и формальные модели. Дескриптивные и оптимизационные модели, их назначение. Статические и динамические модели.
19. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. Экономико-математические модели.
20. Теоретический метод построения моделей элементов ХТС. Этапы построения. Адекватность модели.
21. Компьютерные технологии расчета динамических режимов ХТС. Общая характеристика динамических режимов: режимы пуска и останова, переходные режимы.
22. Нестационарные модели элементов ХТС. Использование современных программных продуктов для исследования динамических режимов.
23. Системный подход к анализу и планированию эксперимента в химической технологии
24. Интегрированные комплексы управления качеством.
25. Использование компьютерных технологий для построения статистических моделей аппаратов химической технологии. Методы планирования эксперимента при построении статистических моделей.
26. Компьютерные технологии для принятия решений в химической технологии. Понятие об оптимизации химико-технологических процессов и химико-технологических систем. Постановка задачи оптимизации. Ограничения типа равенств. Выбор свободных параметров оптимизации.

Ограничения типа неравенств.

27. Критерии оптимизации. Многокритериальная оптимизация. Методы глобальной оптимизации. Современные программные продукты для решения задач оптимизации.

28. Многопродуктовые ХТС. Критерии гибкости. Методы синтеза гибких ХТС. Примеры синтеза гибких систем химических производств. Понятие о системном анализе гибких производств химической промышленности.

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Шкала оценивания промежуточной аттестации			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<u>Знает:</u> правила планирования исследования	Не знает правила планирования исследования	Имеет представление о правилах планирования исследования	Хорошо знает правила планирования исследования и детальные планы отдельных стадий	Отлично знает правила планирования исследования и детальные планы отдельных стадий
	<u>Умеет:</u> планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования	Не умеет планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования	Частично умеет планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования	Умеет достаточно хорошо планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования	Отлично умеет планировать исследование и выделять отдельные стадии исследования
	<u>Владеет:</u> навыками планирования исследования и детального плана отдельных стадий	Не владеет навыками планирования исследования	Частично владеет навыками планирования исследования	Достаточно владеет навыками планирования исследования и детального плана отдельных стадий	Отлично владеет навыками планирования исследования и детального плана отдельных стадий
ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<u>Знает:</u> экспериментальные и расчетно-теоретические методы, необходимые для выполнения экспериментальной части ВКР	Не знает экспериментальные и расчетно-теоретические методы, необходимые для выполнения экспериментальной части ВКР	Имеет представление об основных экспериментальных и расчетно-теоретических методах, необходимых для выполнения экспериментальной части ВКР	Хорошо знает основные экспериментальные и расчетно-теоретические методы, необходимые для выполнения экспериментальной части ВКР	Отлично знает основные современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы, необходимые для выполнения экспериментальной части ВКР
	<u>Умеет:</u> выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных	Не умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи	Частично умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи	Умеет достаточно хорошо выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся	Отлично воспроизводит экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных

	ресурсов			материальных и временных ресурсов	ресурсов
	<u>Владеет:</u> навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Не владеет навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи	Частично владеет навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи	Достаточно владеет навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи	Отлично владеет навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.
ПК-3.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	<u>Знает:</u> методологию систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Не знает методологию систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Имеет представление об основных методах систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Хорошо знает методологию систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Отлично знает методологию систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР
	<u>Умеет:</u> сопоставлять информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР с литературными данными	Не умеет сопоставлять информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР с литературными данными	Частично умеет сопоставлять информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР с литературными данными	Умеет достаточно хорошо сопоставлять информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР с литературными данными	Отлично справляется с сопоставлением информации, полученной в ходе НИР и НИОКР с литературными данными
	<u>Владеет:</u> навыками систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР и сопоставления с литературными данными	Не владеет навыками систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Частично владеет навыками систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Достаточно владеет навыками систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР	Отлично владеет навыками систематизации и анализа информации, полученной в ходе НИР и НИОКР и сопоставления с литературными данными
ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения	<u>Знает:</u> методологию определения возможных направлений развития научно-исследовательской работы	Не знает методологию определения возможных направлений развития научно-исследовательской работы	Имеет представление об основных методах определения возможных направлений развития научно-исследовательской работы	Хорошо знает методологию определения возможных направлений развития научно-исследовательской работы	Отлично знает методологию определения возможных направлений развития научно-исследовательской работы

полученных результатов	<u>Умеет:</u> определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Не умеет определять возможные направления развития работ	Частично умеет определять возможные направления развития работ	Умеет достаточно хорошо определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Отлично справляется с определением возможных направлений развития работ и перспектив практического применения полученных результатов
	<u>Владеет:</u> способностью определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Не владеет способностью определять возможные направления развития работ	Частично владеет способностью определять возможные направления развития работ	Достаточно владеет способностью определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Отлично способностью определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов
ПК-7.1 Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Знать методологию подготовки планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Не знает методологию подготовки планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Имеет представление об основных методах подготовки планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Хорошо знает методологию подготовки планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Отлично знает методологию подготовки планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР
	Уметь проводить подготовку детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Не умеет проводить подготовку детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Частично умеет проводить подготовку детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Умеет достаточно хорошо проводить подготовку детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Отлично справляется с подготовкой детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР
	Владеть навыками подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Не владеет способностью подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Частично владеет способностью подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Достаточно владеет способностью подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Отлично способностью подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР
ПК-7.2 Готовит документацию по подготовке, проведению и	Знать основы оформления документации по подготовке, проведению и результатам прикладных	Не знает методологию оформления документации по подготовке, проведению	Имеет представление об основных методах оформления документации по	Хорошо знает методологию оформления документации по подготовке, проведению	Отлично знает методологию оформления документации по подготовке, проведению и результатам прикладных

результатам прикладных НИР и НИОКР	НИР и НИОКР	и результатам прикладных НИР и НИОКР	подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	и результатам прикладных НИР и НИОКР	НИР и НИОКР
	Уметь готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Не умеет проводить подготовку документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Частично умеет проводить подготовку документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Умеет достаточно хорошо проводить подготовку документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Отлично справляется с подготовкой документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР
	Владеть навыками подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Не владеет способностью подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Частично владеет способностью подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Достаточно владеет способностью подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР	Отлично способностью подготовки документации по проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР
ПК-7.3 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Знать технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Не знает технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Имеет представление об основных технических средствах и методах испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Хорошо знает технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Отлично знает технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР
	Уметь применять технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Не умеет применять технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Частично умеет применять технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Умеет достаточно хорошо применять технические средства и методы испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Отлично справляется с применением технических средств и методов испытаний для решения задач в рамках прикладных НИР и НИОКР
	Владеть навыками решения поставленных задач в	Не владеет способностью решения	Частично владеет способностью	Достаточно владеет способностью решения	Отлично справляется использованием технических

	рамках прикладных НИР и НИОКР используя технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся)	поставленных задач с использованием технических средств и методов испытаний	решения поставленных задач с использованием технических средств и методов испытаний	поставленных задач используя технические средства и методы испытаний	средств и методов испытаний для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР
ПК-7.4 Проводит испытания инновационной продукции	Знать методы и способы проведения испытания инновационной продукции	Не знает методы и способы проведения испытания инновационной продукции	Имеет представление об основных методах проведения испытания инновационной продукции	Хорошо знает методы и способы проведения испытания инновационной продукции	Отлично знает методы и способы проведения испытания инновационной продукции
	Уметь проводить испытания инновационной продукции	Не умеет проводить испытания инновационной продукции	Частично умеет проводить испытания инновационной продукции	Умеет достаточно хорошо проводить испытания инновационной продукции	Отлично справляется с проведением испытаний инновационной продукции
	Владеть навыками проведения испытания инновационной продукции	Не владеет способностью проведения испытания инновационной продукции	Частично владеет способностью подготовки детальных планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР	Достаточно владеет способностью проведения испытания инновационной продукции	Отлично владеет способностью проведения испытания инновационной продукции