

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:



Председатель КСН
А.Г. Мозырев
«30» августа 2021 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Численное моделирование физических полей
направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
направленность: Химическая технология органических веществ
форма обучения: очная, заочная


Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30 августа 2021 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, направленность «Химическая технология органических веществ» к результатам освоения дисциплины «Численное моделирование физических полей».

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин. Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой  С.А. Татьянаенко

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий выпускающей кафедрой  С.А. Татьянаенко
«30» августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

О.Н. Щетинская, старший преподаватель кафедры
естественнонаучных и гуманитарных дисциплин 

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: развить компетенции численного моделирования физических полей.

Задачи дисциплины:

- изучить базовые дифференциальные и интегральные уравнения, лежащие в основе описания электрических, магнитных, электромагнитных, тепловых и упругих полей;
- изучить и освоить основы методов конечных элементов и конечных разностей;
- овладеть методами разложения дифференциальных уравнений в вычислительный алгоритм
- освоить программные среды численного моделирования физических полей.

2. Место дисциплины/модуля в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам общеуниверситетского блока элективных дисциплин по тематике "Цифровая инженерия" обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основ теории упругости, термодинамики и электродинамики, интегрального и дифференциального исчисления, принципов работы вычислительных алгоритмов.

умения оперировать физическими законами, решать простые интегральные и дифференциальные уравнения

владение навыками работы с компьютерными программами численного моделирования, методами анализа полученных результатов и их представления.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин физика, теоретическая механика, математика, цифровая культура и служит основой для освоения дисциплин проектная деятельность, технологии имитационного моделирования, понятие системного подхода, теория ограничений, быстрое реагирующее производство

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) ¹	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а так же поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи.	Знать (З1): механизмы и методики поиска, сбора и обработки информации, известных технических решений, необходимых для численного моделирования физических полей
		Уметь (У1): анализировать представленные источники информации, выполнять отбор нужной информации.
		Владеть (В1): методикой поиска, сбора и обработки научно-технической информации, необходимой для численного моделирования физических полей
	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать (З2): механизмы и методики систематизации, анализа и синтеза информации, в соответствии с требованиями и условиями

		численного моделирования
		Уметь (У2): систематизировать и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для численного моделирования физических полей
		Владеть (В2): методикой систематизации, анализа научно-технической информации в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования.
	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач.	Знать (З3): методики использования системного подхода при численном моделировании физических полей
		Уметь (У3): рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, использовать основные принципы системного подхода при численном моделировании
		Владеть (В3): методикой системного подхода при выборе численного метода
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Знать: З2 принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий
		Уметь: У2 формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей
		Владеть: В2 навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов
	УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Знать (З5): оптимальные методы решения численного моделирования исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.
		Уметь (У5): представить задачу моделирования в виде конкретных заданий.
		Владеть (В5): способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбрать единственно верное решение из множества вариантов.
	УК-2.3. Анализирует действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие область профессиональной деятельности	Знать: З6 алгоритмы решения стандартных проектных процедур и задач
		Уметь: У6 пользоваться нормативно-справочной информацией и информационными ресурсами
		Владеть: В6 навыками проектирования и выполнения проектных процедур

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	2/4	16	-	32	60	зачет
заочная	2/4	6	-	10	92	зачет

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение	1	-	-	2	3	УК-1.2	Реферат
2	2	Элементы теории поля	2	-	2	5	9	УК-1.2	Типовой расчет, тест
3	3	Уравнения теории упругости	2	-	2	5	9	УК-1.2	Тест
4	4	Уравнения Максвелла в интегральном и дифференциальном виде	2	-	2	5	9	УК-1.2	Тест
5	5	Теплоперенос	2	-	2	5	9	УК-1.2	Тест
6	6	Численные методы	4	-	6	15	25	УК-1.2 УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
7	7	Моделирование физических полей в программе Elcut	2	-	18	14	34	УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
8	8	Альтернативные программные пакеты	1	-	-	5	6	УК-2.1	Реферат
		Зачет	-	-	-	4	4	-	-
		Итого:	16	-	32	60	108	-	-

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение	-	-	-	5	5	УК-1.2	Реферат
2	2	Элементы теории поля	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольная работа, тест
3	3	Уравнения теории упругости	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольная работа, тест
4	4	Уравнения Максвелла в	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольн

		интегральном и дифференциальном виде							ая работа, тест
5	5	Теплоперенос	0,5	-	-	10	10,5	УК-1.2	Контрольная работа, тест
6	6	Численные методы	2	-	2	15	19	УК-1.2 УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
7	7	Моделирование физических полей в программе Elcut	2	-	8	23	33	УК-2.1	Отчет по лабораторной работе
8	8	Альтернативные программные пакеты	-	-	-	5	5	УК-2.1	Реферат
		Зачет	-	-	-	4	4		
		Итого:	6	-	10	92	108		

очно-заочная форма обучения (ОЗФО) - не предусмотрена.

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. *«Введение»*. Роль и место моделирования физических процессов в проектировании изделий и процессов в производстве.

Раздел 2. *«Элементы теории поля»*. Понятие поля как математического объекта. Скалярное поле. Векторное поле. Тензорное поле. Поверхностные интегралы. Операторы Гамильтона и Лапласа. Градиент, ротор, дивергенция. Циркуляция векторного поля, формула Стокса. Поток векторного поля, формула Остроградского-Гаусса. Частные случаи вырождения трехмерной модели в плоскую или осесимметричную.

Раздел 3. *«Уравнения теории упругости»*. Тензоры деформаций и напряжений. Закон Гука. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, параметры Ламе.

Раздел 4. *«Уравнения Максвелла в интегральном и дифференциальном виде»*. Физические величины, описывающие электромагнитное поле. Теоремы о циркуляции и Остроградского-Гаусса для электрического и магнитного полей. Материальные уравнения. Электростатическое взаимодействие, магнитостатическое взаимодействие, закон Ома, электромагнитная индукция и ток смещения в структуре уравнений Максвелла.

Раздел 5. *«Теплоперенос»*. Температурное поле. Уравнение теплового баланса. Градиент температуры, тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплоемкость, температуропроводность.

Раздел 6. *«Численные методы»*. Основные сведения о методах конечных элементов, разностей и объемов. Сетки и сеточные функции. Граничные и начальные условия. Методы аппроксимации операторов. Полиномиальная аппроксимация и интерполяция. Сходимость и устойчивость алгоритма. Граничные и начальные условия. Верификация результатов численного моделирования.

Раздел 7. *«Моделирование физических полей в программе Elcut»*. Интерфейс программы Elcut. Обзор основных типов задач. Описание задачи. Структура базы данных задачи. Создание задачи. Описание геометрии задачи. Создание геометрической модели. Привязка меток к геометрическим объектам. Дискретизация области. Обмен данными с другими программами. Ввод параметров задачи. Ввод свойств материалов и граничных условий. Ввод свойств метки. Схемы электрических цепей. Анализ результатов решения. Формирование картины поля на экране. Локальный и интегральный калькулятор. Анализ присоединенной электрической цепи. Мастер вычисления параметров. Вывод результатов расчета поля. Надстройки. LabelMover. Гармонический анализ.

Импорт эскизов SolidWorks. Вычисление частичных емкостей. Программирование надстроек. Решение мультифизических задач и задач оптимизации.

Раздел 8. «Альтернативные программные пакеты моделирования физических задач». Ansys, COMSOL Multiphysics, Solidworks Simulation, OPERA, CST Studio Suite, JMag, Altair Flux, Simcenter MAGNET. Решаемые задачи. Сравнение.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1, 8	2	-	-	Роль и место моделирования физических процессов в проектировании изделий и процессов в производстве Ansys, COMSOL Multiphysics, Solidworks Simulation, OPERA, CST Studio Suite, JMag, Altair Flux, Simcenter MAGNET. Решаемые задачи. Сравнение.
2	2	2	0,5	-	Понятие поля как математического объекта. Скалярное поле. Векторное поле. Тензорное поле. Поверхностные интегралы. Операторы Гамильтона и Лапласа. Градиент, ротор, дивергенция. Циркуляция векторного поля, формула Стокса. Поток векторного поля, формула Остроградского-Гаусса. Частные случаи вырождения трехмерной модели в плоскую или осесимметричную.
3	3	2	0,5	-	Тензоры деформаций и напряжений. Закон Гука. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, параметры Ламе.
4	4	2	0,5	-	Физические величины, описывающие электромагнитное поле. Теоремы о циркуляции и Остроградского-Гаусса для электрического и магнитного полей. Материальные уравнения. Электростатическое взаимодействие, магнитостатическое взаимодействие, закон Ома, электромагнитная индукция и ток смещения в структуре уравнений Максвелла.
5	5	2	0,5	-	Температурное поле. Уравнение теплового баланса. Градиент температуры, тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплоемкость, температуропроводность.
6	6	2	1	-	Основные сведения о методах конечных элементов, разностей и объемов. Сетки и сеточные функции. Граничные и начальные условия. Методы аппроксимации операторов. Полиномиальная аппроксимация и интерполяция.
7	6	2	1	-	Сходимость и устойчивость алгоритма. Граничные и начальные условия. Верификация результатов численного моделирования.
8	7	2	2	-	Интерфейс программы Elcut. Обзор основных типов задач. Описание задачи. Структура базы данных задачи. Создание задачи. Описание геометрии задачи. Создание геометрической модели. Привязка меток к геометрическим объектам. Дискретизация области. Обмен данными с другими программами. Ввод параметров задачи. Ввод свойств материалов и граничных условий. Ввод свойств метки. Схемы электрических цепей. Анализ результатов решения. Формирование картины поля на экране. Локальный и интегральный калькулятор. Анализ присоединенной электрической цепи. Мастер вычисления параметров. Вывод результатов расчета поля. Надстройки. LabelMover. Гармонический анализ. Импорт эскизов SolidWorks. Вычисление частичных емкостей. Программирование надстроек. Решение мультифизических задач и задач оптимизации.
Итого:		16	6	-	

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	2	-	-	Элементы теории поля
2	3	2	-	-	Уравнения теории упругости
3	4	2	-	-	Уравнения Максвелла
4	5	2	-	-	Уравнения теплопереноса
5	6	6	2	-	Составление численных алгоритмов расчета интегральных выражений
6	7	2	1	-	Изучение интерфейса программы Elcut
7	7	2	1	-	Распределение упругих напряжений тела простой формы
8	7	2	1	-	Конденсатор переменной емкости
9	7	2	1	-	Распределение электрического тока в проводнике
10	7	2	1	-	Расчет магнитного поля постоянных, гармонических и нестационарных токов
11	7	2	1	-	Расчет теплового поля тела простой формы
12	7	2	-	-	Нагрев цилиндра и механические напряжения
13	7	4	2	-	Защита отчетов
Итого:		32	10	-	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.а

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	2	5	-	Роль и место численных методов в науке и технике (по областям)	Написание реферата
2	2	3	5	-	Решение задач по теории поля	Выполнение типового расчета
3	2	2	5	-	Тест «Теория поля»	Тестирование
4	3	5	10	-	Уравнения теории упругости	Подготовка к тестированию/ Тестирование
5	4	5	10	-	Уравнения Максвелла	Подготовка к тестированию/ Те
6	5	5	10	-	Уравнения теплопереноса	Подготовка к тестированию/ Те
7	6	5	5	-	Составление численных алгоритмов расчета интегральных выражений	Подготовка к лабораторной работе
8	6	10	10	-		Оформление отчета по лабораторной работе
9	7	6	8	-	Моделирование физических полей в программе Elcut	Подготовка к лабораторным работам
10	7	12	15	-		Оформление отчета по лабораторным работам
11	8	5	5	-	Пакеты численного моделирования физических полей	Написание реферата
12	1-8		4	-	1-8	Подготовка к зачету
Итого:		60	92	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- практическая работа в малых группах (лабораторные работы).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.
Трудоёмкость контрольной работы 4 часа.

7.2. Тематика контрольных работ.

- элементы теории поля;
- физические величины, описывающие электромагнитное поле;
- характеристики численных методов моделирования физических полей.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Реферат «Роль и место численных методов в науке и технике»	5
2	Выполнение типового расчета «Теория поля»	5
3	Тест «Теория поля»	5
4	Тест «Уравнения теории упругости»	5
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	20
2 текущая аттестация		
5	Тест «Уравнения Максвелла»	5
6	Тест «Уравнения теплопроводности»	5
7	Выполнение и защита лабораторной работы «Численные алгоритмы расчета интегральных выражений»	10
8	Реферат «Пакеты программ численного моделирования»	5
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	25
3 текущая аттестация		
9	Выполнение и защита лабораторной работы «Интерфейс Elcut»	5
10	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение упругих напряжений тела простой формы»	5
11	Выполнение и защита лабораторной работы «Конденсатор переменной	10

	емкости»	
12	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение электрического тока в проводнике»	5
13	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет магнитного поля постоянных, гармонических и нестационарных токов»	10
14	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет теплового поля тела простой формы»	5
15	Выполнение и защита лабораторной работы «Нагрев цилиндра и механические напряжения»	15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	55
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Реферат	10
2	Контрольная работа	15
3	Выполнение и защита лабораторной работы «Численные алгоритмы расчета интегральных выражений»	15
4	Выполнение и защита лабораторной работы «Интерфейс Elcut»	10
5	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение упругих напряжений тела простой формы»	10
6	Выполнение и защита лабораторной работы «Конденсатор переменной емкости»	10
7	Выполнение и защита лабораторной работы «Распределение электрического тока в проводнике»	10
8	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет магнитного поля постоянных, гармонических и нестационарных токов»	10
9	Выполнение и защита лабораторной работы «Расчет теплового поля тела простой формы»	10
		100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ – <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Электронно-библиотечной система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина) – <http://elib.gubkin.ru/>
4. Электронная библиотека УГНТУ (Уфимский государственный нефтяной технический университет) – <http://bibl.rusoil.net>
5. Электронная библиотека УГТУ (Ухтинский государственный технический университет) – <http://lib.ugtu.net/books>
6. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – <http://www.elibrary.ru>
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com>

8. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»– www.studentlibrary.ru
9. Электронно-библиотечная система «Book.ru» – <https://www.book.ru/>
10. Электронная библиотека ЮРАЙТ – <https://urait.ru/>
11. Система поддержки дистанционного обучения – <https://educon2.tyuiu.ru/>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т. ч. отечественного производства:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office Professional Plus;
- ANSYS;
- Mathcad 14.0.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, ноутбук в комплекте, документ-камера. Комплект учебно-наглядных пособий. Локальная и корпоративная сеть
2	-	Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект мультимедийного и персонального оборудования: компьютер в комплекте, моноблоки в комплекте, проектор, экран настенный, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
3	-	Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ноутбуки в комплекте

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия на протяжении изучения курса являются одной из основных форм аудиторной работы. Основная задача лабораторных занятий заключается в том, чтобы расширить и углубить знания обучающихся, полученные ими на лекциях и в результате самостоятельной работы с учебниками и учебными пособиями, научной и научно-популярной литературой. На лабораторных занятиях обучающиеся знакомятся со справочной литературой и приобретают навыки работы с ними, занятия дают возможность осуществлять контроль за самостоятельной работой обучающихся, глубиной и прочностью их знаний.

Лабораторные занятия организуются с использованием различных методов обучения, включая интерактивные (работа в малых группах, коллективное решение творческих задач, просмотр и обсуждение учебных видеофильмов). В процессе подготовки к лабораторным занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя.

На лабораторных занятиях подробно рассматривается основной теоретический материал дисциплины. К каждому лабораторному занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и проработать материал по теме.

Подготовку к каждому лабораторному занятию следует начинать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося выступать и участвовать в обсуждении вопросов изучаемой темы, к выполнению тестирования. В процессе подготовки к лабораторным занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому освоению изучаемого материала.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимися по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка презентационного материала по теме курсового проекта, выполнение контрольных задач, тестирование и др. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина).

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации обучающихся в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающегося без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы,

основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются аудиторские занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающегося являются: уровень освоения обучающимся учебного материала; умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Численное моделирование физических полей

Код, направление подготовки: 18.03.01Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а также поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи.	Знать (З1): механизмы и методики поиска, сбора и обработки информации, известных технических решений, необходимых для численного моделирования физических полей	Не знает механизмы и методики поиска, сбора и обработки информации, известных технических решений, необходимых для численного моделирования физических полей	Частично знает механизмы и методики поиска, сбора и обработки информации, известных технических решений, необходимых для численного моделирования физических полей	Знает механизмы и методики поиска, сбора и обработки информации, известных технических решений, необходимых для численного моделирования физических полей	Знает в совершенстве механизмы и методики поиска, сбора и обработки информации, известных технических решений, необходимых для численного моделирования физических полей
		Уметь (У1): анализировать представленные источники информации, выполнять отбор нужной информации.	Не умеет анализировать представленные источники информации, выполнять отбор нужной информации	Частично умеет анализировать представленные источники информации, выполнять отбор нужной информации		

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть (В1): методикой поиска, сбора и обработки научно-технической информации, необходимой для численного моделирования физических полей	Не владеет методикой поиска, сбора и обработки научно-технической информации, необходимой для численного моделирования физических полей	Частично владеет методикой поиска, сбора и обработки научно-технической информации, необходимой для численного моделирования физических полей	Владеет методикой поиска, сбора и обработки научно-технической информации, необходимой для численного моделирования физических полей	В совершенстве владеет методикой поиска, сбора и обработки научно-технической информации, необходимой для численного моделирования физических полей
	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать (З2): механизмы и методики систематизации, анализа и синтеза информации, в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования	Не знает механизмы и методики систематизации, анализа и синтеза информации, в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования	Частично знает механизмы и методики систематизации, анализа и синтеза информации, в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования	Знает механизмы и методики систематизации, анализа и синтеза информации, в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования	Знает в совершенстве механизмы и методики систематизации, анализа и синтеза информации, в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования
		Уметь (У2): систематизировать и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для численного моделирования физических полей	Не умеет систематизировать и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для численного моделирования физических полей	Частично умеет систематизировать и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для численного моделирования физических полей	Умеет систематизировать и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для численного моделирования физических полей	Умеет в полной мере систематизировать и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для численного моделирования физических полей

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть (В2): методикой систематизации, анализа научно-технической информации в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования.	Не владеет методикой систематизации, анализа научно-технической информации в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования.	Частично владеет методикой систематизации, анализа научно-технической информации в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования.	Владеет методикой систематизации, анализа научно-технической информации в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования.	В совершенстве владеет методикой систематизации, анализа научно-технической информации в соответствии с требованиями и условиями численного моделирования.
	УК-1.3. Использует методики системного подхода решения поставленных задач. при	Знать (З3): методики использования системного подхода при численном моделировании физических полей	Не знает методики использования системного подхода при численном моделировании физических полей	Знает частично методики использования системного подхода при численном моделировании физических полей	Знает методики использования системного подхода при численном моделировании физических полей	Знает в совершенстве методики использования системного подхода при численном моделировании физических полей
		Уметь (У3): рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, использовать основные принципы системного подхода при численном моделировании	Не умеет рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, использовать основные принципы системного подхода при численном моделировании	Умеет частично рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, использовать основные принципы системного подхода при численном моделировании	Умеет рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, использовать основные принципы системного подхода при численном моделировании	Умеет в полной мере рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, использовать основные принципы системного подхода при численном моделировании

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть (В3): методикой системного подхода при выборе численного метода	Не владеет методикой системного подхода при выборе численного метода	Владеет частично методикой системного подхода при выборе численного метода	Владеет методикой системного подхода при выборе численного метода	В совершенстве владеет методикой системного подхода при выборе численного метода
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Знать: З2 принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий	Не знает принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий	Частично знает принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий	Знает принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий	Знает в совершенстве принципы формирования модели задачи и корректного задания начальных и граничных условий
		Уметь: У2 формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей	Не умеет формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей	Частично умеет формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей	Умеет формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей	Умеет в полной мере формировать модель в программной среде численного моделирования, в том числе систему взаимосвязанных моделей
		Владеть: В2 навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов	Не владеет навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов	Частично владеет навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов	Владеет навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов	В совершенстве владеет навыками построения численной модели физического поля, представления и анализа результатов, способами верификации результатов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Знать (З5): оптимальные методы решения численного моделирования исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.	Не знает оптимальные методы решения численного моделирования исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.	Знает частично оптимальные методы решения численного моделирования исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.	Знает оптимальные методы решения численного моделирования исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.	Знает в совершенстве оптимальные методы решения численного моделирования исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.
		Уметь (У5): представить задачу моделирования в виде конкретных заданий.	Не умеет представить задачу моделирования в виде конкретных заданий.	Умеет частично представить задачу моделирования в виде конкретных заданий.	Умеет представить задачу моделирования в виде конкретных заданий.	Умеет в полной мере представить задачу моделирования в виде конкретных заданий.
		Владеть (В5): способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбрать единственно верное решение из множества вариантов.	Не владеет способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбрать единственно верное решение из множества вариантов.	Владеет частично способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбрать единственно верное решение из множества вариантов.	Владеет способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбрать единственно верное решение из множества вариантов.	В совершенстве владеет способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбрать единственно верное решение из множества вариантов.

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	УК-2.3. Анализирует действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие область профессиональной деятельности	Знать: 36 алгоритмы решения стандартных проектных процедур и задач	не знает теоретический материал, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, не способен ответить на дополнительные вопросы по алгоритмы решения стандартных проектных процедур и задач	знает теоретический материал, но допускает ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки на дополнительные вопросы по алгоритмы решения стандартных проектных процедур и задач	знает теоретический материал, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская ошибки на дополнительные вопросы про алгоритмы решения стандартных проектных процедур и задач	знает теоретический материал, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы по алгоритмы решения стандартных проектных процедур и задач
		Уметь: У6 пользоваться нормативно-справочной информацией и информационными ресурсами	не умеет пользоваться нормативно-справочной информацией и информационными ресурсами, не знает теоретический материал	умеет пользоваться нормативно-справочной информацией и информационными ресурсами, но допускает ошибки ссылаясь на теоретические аспекты	умеет пользоваться нормативно-справочной информацией и информационными ресурсами, отвечая на дополнительные вопросы, при аргументации своих собственных суждений	умеет пользоваться нормативно-справочной информацией и информационными ресурсами, основываясь на теоретических аспектах

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: В6 навыками проектирования и выполнения проектных процедур	не владеет навыками проектирования и выполнения проектных процедур	владеет навыками проектирования и выполнения проектных процедур, но допускает ошибки при аргументации собственных суждений ссылаясь на теоретический материал	владеет навыками проектирования и выполнения проектных процедур, допуская ошибки на дополнительные практические задачи при их реализации	владеет навыками проектирования и выполнения проектных процедур, отвечая на дополнительные вопросы аргументированно и самостоятельно

КАРТА
обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Численное моделирование физических полей
 Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
 Направленность: Химическая технология органических веществ

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную	Обеспеченность обучающихся литературой,	Наличие электронного варианта ЭБС (+/-)
1	Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1888-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168828 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+
2	Краюткина Е.В. Численные методы в научных расчетах : учебное пособие (лабораторный практикум) / Краюткина Е.В.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2019. — 156 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/99474.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭР	30	100	+
3	Мокрова, Н. В. Численные методы в инженерных расчетах : учебное пособие / Н. В. Мокрова, Л. Е. Суркова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 91 с. — ISBN 978-5-4486-0238-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/71739.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.	ЭР	30	100	+
4	Численные методы : учебник и практикум для вузов / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/468650	ЭР	30	100	+

Заведующий кафедрой  С.А. Татьянаенко

«30» августа 2021 г.

Начальник ОИО  Л.Б. Половникова

«30» августа 2021 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Численное моделирование физических полей
на 2022-2023 учебный год**

Дополнения и изменения не вносятся (дисциплина в 2022-2023 уч. году не изучается).

Дополнения и изменения вносят:
Старший преподаватель



А.А. Ольштейн

Ассистент



Н.В. Ваулина

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой



С. А. Татьянаенко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой



С. А. Татьянаенко

«29» августа 2022 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Численное моделирование физических полей
на 2023-2024 учебный год**

Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (дисциплина в 2023-2024 учебном году не изучается).

Дополнения и изменения вносят:

Старший преподаватель



А.А. Ольштейн

Ассистент



Н.В. Ваулина

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой _____



С. А. Татьянаенко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____



С. А. Татьянаенко

«31» августа 2023 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Численное моделирование физических полей
на 2024-2025 учебный год**

Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (дисциплина в 2024-2025 учебном году не изучается).

Дополнения и изменения вносят:

Старший преподаватель



А.А. Ольштейн

Ассистент



Н.В. Ваулина

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой _____



С. А. Татьянаенко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____



С. А. Татьянаенко

«04» апреля 2024 г.