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

Утверждаю:
Декан физико-математического факультета
Н.Б. Федорова
‹31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Практикум по математическому моделированию в технической физике

Уровень основной профессиональной образовательной программы академическая магистратура

Направление подготовки 16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки Инновационные технологии в науке и на производстве

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный срок освоения 2 года

Факультет физико-математический

Кафедра общей и теоретический физики и МПФ

Рязань, 2020

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины **Практикум по математическому моделированию в технической физике** является формирование у обучающихся компетенций в процессе формирования способностей ориентироваться в потоке информации в условиях непрерывного развития науки и техники, научиться применять компьютерное моделирование для объяснения физических явлений и технологических процессов.

.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА.

2.1. Учебная дисциплина **Б1.В.ОД.6 «Практикум по математическому моделированию в технической физике»** относится к вариативной части Блока 1 (обязательные дисциплины).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Философские проблемы технической физики*
- *Математическое моделирование физических процессов*

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

- *Магистерская диссертация*
- *Научно-исследовательская работа*

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

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

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-2	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого объекта. Методы проверки модели на адекватность Принципы, приемы оптимизации и алгоритмы разработки и модификации математических моделей	Применять методы моделирования к изучению технологических процессов формирования конструкционных материалов Самостоятельно находить адаптировать существующие математические модели к условиям задачи с помощью физически обоснованных приближений. Выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования	Приемами численных методов при решении задач параметрической идентификации математических моделей технологических процессов Навыками программирования для реализации математических моделей объектов технологических систем Навыками проведения количественного и качественно анализа построенной модели Приемами оптимальной модификации модели
4.	ОПК-2	Способностью демонстрировать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Основные законы физики. Знать теорию и методы планирования эксперимента.	Описать технологические процессы с помощью формул Выполнять анализ технологических процессов.	Приемами и методами решения стандартных технологических задач Постановки и обработки результатов активного и пассивного эксперимента

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: **Практикум по математическому моделированию в технической физике**					
Цель дисциплины	Целью освоения учебной дисциплины **Практикум по математическому моделированию в технической физике** является формирование у обучающихся компетенций в процессе формирования способностей ориентироваться в потоке информации в условиях непрерывного развития науки и техники, научиться применять компьютерное моделирование для объяснения физических явлений и технологических процессов.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОК-2	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	**Знать** возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого объекта. Методы проверки модели на адекватность Принципы, приемы оптимизации и алгоритмы разработки и модификации математических моделей **Уметь** применять методы моделирования к изучению технологических процессов формирования конструкционных материалов Самостоятельно находить адаптировать существующие математические модели к условиям задачи с помощью физически обоснованных приближений.	Путем проведения лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Тематический обзор Отчет по практическим занятиям Разработка нестандартных задач Отчет по разработкам нестандартных задач зачет	Пороговый Способен использовать моделирование как один из методов решения экспериментальных и теоретических задач Повышенный Способен самостоятельно применять математическое моделирование при решении профессиональных задач, интерпретировать полученные при моделировании результаты.

		Выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования Владеть Приемами численных методов при решении задач параметрической идентификации математических моделей технологических процессов Навыками программирования для реализации математических моделей объектов технологических систем Навыками проведения количественного и качественно анализа построенной модели Приемами оптимальной модификации модели			
Общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-2	Способностью демонстрировать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	**Знать** основные законы физики. Знать теорию и методы планирования эксперимента. **Уметь** описать технологические процессы с помощью формул Выполнять анализ технологических процессов **Владеть** приемами и методами решения стандартных	Путем проведения лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ..	Тематический обзор Отчет по практическим занятиям Разработка нестандартных задач Отчет по разработкам нестандартных задач зачет	Пороговый Способен описать технологический процесс, применяя известные методы и алгоритмы Повышенный Способен описать технологический процесс, используя адекватные приближения с учетом целей математического моделирования

		технологических задач Постановки и обработки результатов активного и пассивного эксперимента			

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		Всего часов	Семестр № 1 часов
1		*2*	*3*
1.Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		**34**	**34**
В том числе:			
Лекции (Л)		-	-
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)		34	34
2.Самостоятельная работа студента (всего)		**74**	**74**
В том числе			
СРС в семестре:			
Курсовая работа	КП		
	КР		
Другие виды СРС:		**74**	**74**
Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями и др.)		10	10
Подготовка к практическим занятиям		20	20
Разработка нестандартных задач		16	16
Подготовка к зачету		4	4
Выполнение расчетов		24	24
СРС в период сессии			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	+	+
	экзамен (Э)	-	-
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	**108**	**108**
	зач. ед.	**3**	**3**

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	*2*	*3*	*4*
1	1	**Введение в математическое моделирование физических процессов.**	Понятие и виды моделирования. Определение и назначение моделирования. Структура и параметры объектов моделирования. Этапы построения математической модели. Постановка задач моделирования. Классификация математических моделей
	2	**Математические модели линейных физических процессов**	Основные приемы и методы разработки математических моделей. Основные математические формулы, описывающие физические процессы в механике, термодинамике. Определение параметров элементов моделей с использованием численных методов.
	3	**Примеры математических моделей физических процессов.**	Построение и исследование моделей на основе фундаментальных законов природы Исследование траектории движения объектов при заданных начальных условиях. Исследование колебательного движения механической системы на примере решения задачи для гармонического осциллятора. Модель движения лодки. Движение точки под действием центральных сил. Моделирование магнитостатического поля. Моделирование электростатического поля. Моделирование электрического поля в проводящей среде. Моделирование движения заряженной частицы в электромагнитном поле. Моделирование теплового распределения в определенной области при наличии и в отсутствие источников тепла Исследование вероятности нахождения частицы в квантовой яме различной формы.
	4	**Структурное моделирование**	Методы структурного моделирования. Физические процессы, требующие описания с позиций структурного моделирования. Моделирование траектории движения системы “Солнце-Земля-Луна. Структурная модель упругого тела. Описание движения системы тел. Способы построения структурных моделей. Имитационный подход в структурном моделировании физических систем
	5	**Математические модели аппроксимационного типа. Нелинейные модели.**	Основные приемы и методы разработки математических моделей технических систем. Проверка статистических гипотез. Проверка качества модели в пассивном элементе Примеры математических моделей технических процессов. Определение параметров элементов моделей с использованием численных методов. Способы построения теоретических моделей на макроуровне. Графическое представление математических моделей. Матричная форма представления математической модели. Информационная и дисперсионная матрицы. Узловой метод формирования математической модели. Уравнения Лагранжа второго рода. Метод функционально законченных элементов. Структурно-матричный метод формирования математических моделей.

	6	**Моделирование и анализ статических состояний**	Задачи анализа статических состояний технических систем. Постановка задач анализа статических состояний. Численные методы решения систем алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Методы релаксации. Метод Ньютона. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Решение систем линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами. Анализ статических состояний линейных технических систем. Анализ статических состояний нелинейных технических систем.
	7	**Моделирование и анализ вероятностных систем**	Числовые вероятностные характеристики. Моделирование случайных величин. Основные свойства случайных процессов. Моделирование реализаций случайных процессов. Оценки вероятностных характеристик реализаций случайных процессов. Определение статистических оценок вероятностных характеристик случайных процессов и случайных величин.

2.2. РАЗДЕЛЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестрам)*
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
1	**1**	**Введение в математическое моделирование физических процессов.**		**4**		**14**	**18**	Разработка нестандартных задач Тематический обзор (1 неделя) Отчет по практическим занятиям (2 неделя)
	2	**Математические модели линейных физических процессов**		**4**		**12**	**16**	Отчет по разработке нестандартных задач (3 неделя) Отчет по практическим занятиям (4 неделя)
	3	**Примеры математических моделей физических процессов.**		**4**		**14**	**18**	Разработка нестандартных задач (5 неделя) Отчет по практическим занятиям (6 неделя)
	4	**Структурное моделирование**		**4**		**14**	**18**	Отчет по разработке нестандартных задач (7 неделя) Отчет по практическим занятиям (8 неделя,)
	5	**Математические модели аппроксима-ционного типа. Нелинейные модели.**		**6**		**7**	**13**	Разработка нестандартных задач (9-10неделя) Отчет по практическим занятиям (11 неделя).
	6	**Моделирование и анализ статических состояний**		**6**		**7**	**13**	Отчет по разработке нестандартных задач (12-14 неделя).
	7	**Моделирование и анализ вероятностных систем**		**6**		**6**	**12**	Отчет по практическим занятиям (15-17 неделя)
		Разделы дисциплин № 1-7						**Зачет**
		ИТОГО за семестр		34		54	108	

		ИТОГО		54		54	108	

2.3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
6	**1.**	**Введение в математическое моделирование физических процессов**	1.Моделирование движения тела брошенного под углом к горизонту	4
	2.	**Математические модели линейных физических процессов**	2. Исследование колебательного движения механических систем	4
	3,	**Примеры математических моделей физических процессов**	3.Анализ состояния статической системы 4.Исследование характера движения тела по поверхности сферы	4
	4.	**Структурные модели.**	3. Моделирование траектории движения системы “Солнце-Земля-Луна”	4
	5.	**Моделирование и анализ статических состояний**	.5.Моделирование задач оптимизации (задачи линейного программирования) **6.**Применение линейного регрессионного анализа в обработке статистических данных	6
	6.	**Моделирование и анализ переходных процессов**	7.Анализ переходных процессов технических систем 8.Системы уравнений межотраслевого баланса 9.Оптимизационная модель межотраслевого баланса	6
	7.	**Моделирование и анализ вероятностных систем**	10. Моделирование случайных процессов. 11. Моделирование случайных величин с заданными законами распределения. 12. Моделирование марковских	6

			случайных процессов с дискретным состоянием и непрерывным временем	
		ИТОГО в семестре		**34**
		ИТОГО		**34**

2.4. КУРСОВЫЕ РАБОТЫ *не предусмотрены*.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	**1.**	**Введение в математическое моделирование физических процессов**	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Разработка нестандартных задач 3. Подготовка к практическим занятиям 4. Выполнение расчетов 5. Подготовка к зачету	**3** **4** **2** **4** **1**
	2.	**Математические модели линейных физических процессов**	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Разработка нестандартных задач 3. Подготовка к практическим занятиям 4. Выполнение расчетов 5. Подготовка к зачету	**1** **4** **2** **4** **1**
	3.	**Примеры математических моделей физических процессов.**	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Разработка нестандартных задач 3. Подготовка к практическим занятиям 4. Выполнение расчетов 5. Подготовка к зачета	**2** **4** **3** **4** **1**
	4.	**Структурное моделирование**	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Разработка нестандартных задач 3. Подготовка к практическим занятиям 4. Выполнение расчетов 5.Подготовка к зачету	**3** 4 3 4 **1**
	5.	**Математические модели аппроксимационного типа. Нелинейные модели.**	1. Подготовка к практическим занятиям 2. Выполнение расчетов	3 4
	6.	**Моделирование и анализ статических состояний**	1. Подготовка к практическим занятиям 2. Выполнение расчетов	**3** 4

	7.	**Моделирование и анализ вероятностных систем**	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями) 2. Подготовка к практическим занятиям	**2** 4
3		Зачет		
ИТОГО в семестре				**74**
ИТОГО				**74**

3.2. График работы студента

Семестр № 1

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																		
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Тематический обзор	ТО			+																
Отчет по практическим занятиям	ОПЗ			+		+		+		+			+		+		+	+	+	
Разработка нестандартных задач	РНЗ		+				+		+					+						
Отчет по разработкам нестандартных задач	ОРНЗ				+							+				+				

3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Некоторые общие рекомендации по изучению литературы.

1) Всю учебную литературу желательно изучать «под конспект». Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, даже пусть самым кратким – бесполезная работа. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранной специальности.

2) Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения. Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет большой познавательной и практической ценности.

3) При написании конспекта используется тетрадь, поля в которой обязательны. Страницы нумеруются, каждый новый вопрос начинается с нового листа, для каждого экзаменационного вопроса отводится 1-2 страницы конспекта. На полях размещается вся вспомогательная информация – ссылки, вопросы, условные обозначения и т.д.

4) В идеале должен получиться полный конспект по программе дисциплины, с выделенными определениями, узловыми пунктами, примерами, неясными моментами, проставленными на полях вопросами.

5) При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении лекций и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

6) При чтении учебной и научной литературы всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

7) При написании учебного конспекта обязательно указывать все прорабатываемые источники, автор, название, дата и место издания, с указанием использованных страниц.

3.3.4. Практические занятия

Выполнение студентами практических работ направлено на достижение следующих целей:

обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, профессионального модуля. Освоенные на практических и лабораторных занятиях умения в совокупности с усвоенными знаниями и полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;

совершенствование умений применять полученные знания на практике,

реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации

Алгоритм выполнения студентами учебных заданий лабораторной работы во многом определяется целью данной формы практического занятия, формулируемой преподавателем.

Практическое занятие должно иметь четко сформулированную цель своего проведения.

Учебные задания, разрабатываемые преподавателем в соответствии с задачами лабораторной работы, всегда должны содержать исходные данные для самостоятельного выполнения студентами профессионально ориентированных прикладных учебных действий.

Процесс подготовки, выполнения и отчета по практическому занятию предполагает следующие этапы:

1. Подготовка к практическому занятию. Оформление макета отчета.
   Макет отчета должен содержать:
   тему практического занятия;
   цель занятия;
   ключевые расчетные формулы и схемы;
   таблицы для представления полученных результатов;
   формулы для расчета погрешностей.
2. Выполнение практического занятия. В ходе выполнения студенты решают поставленные учебные задачи, получают необходимые результаты и оформляют отчет.
3. Завершение отчета по практическому занятию. На этом этапе студенты завершают расчеты по практическому занятию, рассчитывают погрешности, если это предусмотрено заданиями, и формулируют вывод по результатам работы. Представление отчета предполагает анализ преподавателем отчета и ответ студентов на контрольные вопросы.

3.3.2. Примеры нестандартных задач

	1. Разработка нестандартных задач по разделу №1	1. Найти аналитическое решение уравнения в частных производных второго порядка с начальными условиями, описывающего прямолинейное неравномерное движение объекта
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
	2. Разработка нестандартных задач по разделу №2	1. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде с учетом сопротивления среды, описывающего неравномерное движение объекта
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
		3. Что включает содержательная постановка задачи
	3. Разработка нестандартных задач	1. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде порядка с начальными условиями,

	по разделу №3	описывающего колебательное движение объекта исследования
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
		3.Что включает содержательная постановка задачи
	4. Разработка нестандартных задач по разделу №4	1. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде порядка с начальными условиями, описывающего движение объекта по окружности
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
		3.Найти решение того же уравнения численными методами

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

(*см. Фонд оценочных средств*)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***
1.	Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Электронный ресурс] / С. В. Поршнев. — СПб. : Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/650 (дата обращения: 23.06.2020).	1-4	1	ЭБС	
2.	Фирганг, Е. В. Руководство к решению задач по курсу общей физики [Электронный ресурс] / Е. В. Фирганг. — СПб. : Лань, 2009. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/405 (дата обращения: 23.06.2020)	1-4	1	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***
1.	Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. - 3-е изд., стереотип. - М. : Флинта, 2016. - 271 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344 (дата обращения: 23.06.2020).	1-4	1	ЭБС	-
2.	Кондратьев, А. С. Физика. Задачи на компьютере [Электронный ресурс] / А. С. Кондратьев, А. В. Ляпцев. - М. : Физматлит, 2008. - 398 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68865 (дата обращения: 23.06.2020).	1-4	1	ЭБС	-
3.	Моделирование систем: подходы и методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова, В. Н. Козлов {и др.] ; М-во образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский гос. политехнический университет. - СПб. : Изд-во Политехнического университета, 2013. - 568 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362986 (дата обращения: 23.06.2020).	1-4	1	ЭБС	-

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

1. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 08.07.2020).
2. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: https://www.biblio-online.ru (дата обращения: 08.07.2020).
3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: https://e.lanbook.com (дата обращения: 08.07.2020)
4. BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://www.book.ru (дата обращения: 20.06.2020).
5. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. - Рязань, [Б.г.]. - Доступ, после регистрации из сети РЕУ имени С. А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. - Режим доступа: http://e-1earn2.rsu.edu.ru/moodle2 (дата обращения: 25.07.2020).
6. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ

к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://znanium.com (дата обращения: 08.07.2020).

7. Труды преподавателей [Электронный ресурс]: коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3 (дата обращения: 08.07.2020).

8. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс] : официальный сайт / Рос. гос. б-ка. - Москва : Рос. гос. б-ка, 2003 -. Доступ к полным текстам из комплексного читального зала НБ РГУ имени С. А. Есенина. - Режим доступа: http://diss.rsl.ru (дата обращения: 08.07.2020).

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

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. - Режим доступа: https://elibrary.ru/defaultx.asp, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
2. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. - Режим доступа: https://cyberleninka.ru, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
3. EqWorld. The World of Mathematical Equations [Электронный ресурс] : Международный научно-образовательный сайт. - Режим доступа: http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
4. Prezentacya.ru [Электронный ресурс] : образовательный портал. - Режим доступа: http://prezentacva.ru. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
5. Библиотека методических материалов для учителя [Электронный ресурс] : образовательный портал // Инфоурок. - Режим доступа: https://infourok.ru/biblioteka свободный (дата обращения: 15.07.2020).
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] : федеральный портал. - Режим доступа: http://window.edu.ru, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
7. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] : система федеральных образовательных порталов. - Режим доступа: http://wwvv.ict.edu.ru. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
8. Инфоурок [Электронный ресурс] : образовательный портал. - Режим доступа: https://infourok.ru. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
9. Качество и образование [Электронный ресурс] : сайт. - Режим доступа: http://www.tqm.spb.ru. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
10. Российский общеобразовательный портал [Электронный ресурс] : [образовательный портал]. - Режим доступа: http://www.school.edu.ru. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
11. Российская педагогическая энциклопедия [Электронный ресурс] : электронная энцикл. // Гумер — гуманитарные науки. - Режим доступа: https://www.gumer.info/bibltotekBuks/Pedagog/russpenc/index.php.

свободный (дата обращения: 15.07.2020).
12. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - Режим доступа: http://fcior.edu.ru, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
13. Физика, химия, математика студентам и школьникам [Электронный ресурс] : образовательный проект А. Н. Варгина. - Режим доступа: http://www.ph4s.ш, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
14. Цифровая техника в радиосвязи [Электронный ресурс] : сайт. - Режим доступа: http://digteh.ru. свободный (дата обращения: 15.07.2020).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, для проведения демонстраций и опытов, полный комплект физических установок и приборов. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office: Word, Excel, PowerPoint и др.

6.3.Требования к специализированному оборудованию: *не предусмотрено.*

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ *(Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)*

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Консультирование обучающихся посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса *компьютерный класс с установленным прикладным пакетом программ*.

Стандартный набор ПО (в компьютерных классах):

Название ПО	№ лицензии
Операционная система WindowsPro	Договор №65/2019 от 02.10.2019
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020г.
Офисное приложение Libre Office	Свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	Свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone ImageViewer	Свободно распространяемое ПО

PDF ридер Foxit Reader	Свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	Свободно распространяемое ПО
Запись дисков Image Burn	Свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	Свободно распространяемое ПО

11. Иные сведения

Примеры оценочных средств

Вид контроля	Форма контроля	Примеры оценочных средств
1	2	3
ВК	Собеседование	. Какие основные уравнения описывающие физические процессы
		2. Какие подходы существуют при решении задач описания физического явления
		3. Какие ошибки могут возникнуть при численном решении задачи? Перечислите и объясните основные источники этих ошибок.
Тат	1. Разработка нестандартных задач по разделу №1	1. Найти аналитическое решение уравнения в частных производных второго порядка с начальными условиями, описывающего прямолинейное неравномерное движение объекта
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
	2. Разработка нестандартных задач по разделу №2	1. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде с учетом сопротивления среды, описывающего неравномерное движение объекта
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
		3. Что включает содержательная постановка задачи
	3. Разработка нестандартных задач по разделу №3	1. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде порядка с начальными условиями, описывающего колебательное движение объекта исследования
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
		3.Что включает содержательная постановка задачи
	4. Разработка нестандартных задач по разделу №4	1. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде порядка с начальными условиями, описывающего движение объекта по окружности
		2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутта)
		3.Найти решение того же уравнения численными методами
	4. Разработка нестандартных задач по разделу №5	1. Составьте программу моделирования методом Монте-Карло одномерной модели Изинга, находящейся в тепловом равновесии с термостатом. Визуально изучите микроскопическое состояние системы после каждого шага Монте-Карло, оцените время, которое требуется системе для достижения равновесия.
		2. Оцените возможности полученной модели для решения различного рода задач, в том числе двумерных. Укажите, какая

		модификация модели потребуется
		3. Сформулируйте задания, которые можно будет выполнить на полученной Вами модели с небольшими ее модификациями или без них
ПрАт	5. зачет	1. Типы параметров и переменных моделирования
		2.Перечислите этапы построения математической модели
		3. Выполните содержательную, концептуальную и математическую постановку для математической модели, описывающей движение заряженной частицы в магнитном поле..

Приложение 1

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или её части	Наименование оценочного средства
1.	**Введение в математическое моделирование физических процессов**.	ОК-2 ОПК-2 ПВК-2	Зачет
2.	**Математические модели линейных физических процессов**		
3.	**Примеры математических моделей физических процессов.**		
4.	**Структурное моделирование**		
5.	**Математические модели аппроксимационного типа. Нелинейные модели.**		
6.	**Моделирование и анализ статических состояний**		
7.	**Моделирование и анализ вероятностных систем**		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	**Содержание компетенции**	**Элементы компетенции**	**Индекс элемента**
ОК-2	способностью к абстрактному мышлению, анализу , синтезу	**знать**	
		З1 возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого объекта	**ОК2 З1**
		З2 Методы проверки модели на адекватность	**ОК2 З2**
		З3 Принципы, приемы оптимизации и алгоритмы разработки и модификации математических моделей	**ОК2 З3**
		уметь	
		У1 применять методы моделирования к изучению	**ОК2 У1**

		технологических процессов формирования конструкционных материалов	
		У2 Самостоятельно находить адаптировать существующие математические модели к условиям задачи с помощью физически обоснованных приближений.	**ОК2 У2**
		У3 Выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования	**ОК2 У3**
		владеть	
		В1 приемами численных методов при решении задач параметрической идентификации математических моделей технологических процессов	**ОК2 В1**
		В2 Навыками программирования для реализации математических моделей объектов технологических систем	**ОК2 В2**
		В3 Навыками проведения количественного и качественно анализа построенной модели	**ОК2 В3**
		В4 Приемами оптимальной модификации модели	**ОК2 В4**
ОПК-2	Способностью демонстрировать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	**знать**	
		З1 основные законы физики.	**ОПК2 З1**
		З2 Знать теорию и методы планирования эксперимента	**ОПК2 З2**
		уметь	
		У1 описать технологические процессы с помощью формул	**ОПК2У1**
		У2 Выполнять анализ технологических процессов	**ОПК2У2**
		владеть	
		В1 приемами и методами решения стандартных технологических задач	**ОПК2 В1**
		В2 Постановки и обработки результатов активного и пассивного эксперимента	**ОПК2 В2**

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (1 семестр ЗАЧЕТ)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Охарактеризуйте и изложите назначение математического моделирования физических процессов. Приведите примеры упрощения моделей	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**

	физически процессов.	
2	Изложите этапы построения математической модели. Продемонстрируйте результаты моделирования систем на основе фундаментальных законов природы.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
3	Изложите цели математического моделирования. Продемонстрируйте результаты моделирования одной из задач динамики.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
4	Охарактеризуйте объект моделирования. Выполните концептуальную постановку задачи. Продемонстрируйте результаты моделирования задачи из раздела кинематики..	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
5	Охарактеризуйте этапы моделирования и продемонстрируйте исследование траектории движения объектов при заданных начальных условиях.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
6	Охарактеризуйте этапы моделирования и продемонстрируйте исследование колебательного движения механической системы на примере решения задачи для гармонического осциллятора**.**	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
7	Охарактеризуйте этапы моделирования и продемонстрируйте исследование модели движения лодки**.**	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
8	Охарактеризуйте этапы моделирования и продемонстрируйте исследование движение точки под действием центральных сил**.**	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
9	Охарактеризуйте этапы моделирования и продемонстрируйте исследование моделирования магнитостатического поля	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
10	Охарактеризуйте этапы моделирования. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат моделирования электростатического поля.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
11	Охарактеризуйте этапы моделирования. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат моделирования электрического поля в проводящей среде.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
12	Охарактеризуйте этапы моделирования. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат моделирования движения заряженной частицы в электро-магнитном поле	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
13	Охарактеризуйте этапы моделирования. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат моделирования теплового распределения в определенной области при наличии и в отсутствие источников тепла.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
14	Охарактеризуйте этапы моделирования. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат исследования	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.**

	вероятности нахождения частицы в квантовой яме различной формы.	**ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
15	Охарактеризуйте этапы моделирования. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат моделирования траектории движения системы “Солнце-Земля-Луна”	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
16	Приведите примеры физические процессов, требующих описания с позиций структурного моделирования. Сформулируйте концептуальную постановку задачи данного типа.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
17	Опишите методы структурного моделирования. Продемонстрируйте модель «белого ящика» используемого в задаче “Солнце-Земля-Луна”	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
18	Охарактеризуйте этапы моделирования. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат моделирования траектории движения системы двух звезд вокруг неподвижного массивного тела.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
19	Опишите структурную модель упругого тела. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
20	Опишите движение системы тел. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
21	Перечислите способы построения структурных моделей. Сформулируйте задачу и охарактеризуйте этапы моделирования.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
22	В чем заключается имитационный подход в структурном моделировании физических систем.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
23	Охарактеризуйте этапы моделирования и продемонстрируйте исследование Моделирование в условиях неопределенностей с позиции нечетких множеств.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
24	Охарактеризуйте этапы моделирования и продемонстрируйте исследование. Моделирование физических процессов в условиях стохастической неопределенности	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**
25	Выполните содержательную, концептуальную и математическую постановку задачи для математической модели, описывающей движение шарика в сферической ямке.	**ОК-2 З1, З2, З3, У1,У2, У3 В1, В2, В3, В4.** **ОПК-2 З1, З2, У1, У2, В1, В2**

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
(Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий оцениваются по шкале на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено» и на экзамене - по пятибалльной шкале.

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

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

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Утверждаю:
Декан физико-математического факультета
Н.Б. Федорова
«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Практикум по математическому моделированию в технической физике

Направление подготовки
16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль)
Инновационные технологии в науке и на производстве

Квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Рязань, 2020

1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Практикум по математическому моделированию в технической физике» является формирование у обучающихся компетенций в процессе формирования способностей ориентироваться в потоке информации в условиях непрерывного развития науки и техники, научиться применять компьютерное моделирование для объяснения физических явлений и технологических процессов.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.6 «Практикум по математическому моделированию в технической физике» относится к вариативной части Блока 1 (обязательные дисциплины).
Дисциплина изучается на 1 курсе (1 семестр).

3 Трудоемкость дисциплины:

3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Номер /индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-2	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого объекта. Методы проверки модели на адекватность Принципы, приемы оптимизации и алгоритмы разработки и модификации математических моделей	Применять методы моделирования к изучению технологических процессов формирования конструкционных материалов Самостоятельно находить адаптировать существующие математические модели к условиям задачи с помощью физически обоснованных приближений. Выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в	Приемами численных методов при решении задач параметрической идентификации математических моделей технологических процессов Навыками программирования для реализации математических моделей объектов технологических систем Навыками проведения количественного и качественно анализа

				соответствии с задачами исследования	построенной модели Приемами оптимальной модификации модели
4.	ОПК-2	Способностью демонстрировать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Основные законы физики. Знать теорию и методы планирования эксперимента.	Описать технологические процессы с помощью формул Выполнять анализ технологических процессов.	Приемами и методами решения стандартных технологических задач Постановки и обработки результатов активного и пассивного эксперимента

5 Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения
Зачет (1 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.