

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу  
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060  
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова  
Дата 07.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**»

Специальность: 21.05.04 Горное дело  
Специализация: Взрывное дело  
Квалификация выпускника: Горный инженер (специалист)  
Форма обучения: Очная  
Институт: Инженерный химико-технологический институт  
Факультет: Факультет энергонасыщенных материалов и изделий  
Кафедра-разработчик: Кафедра «Технология твердых химических веществ»  
Курс; семестр 5; 9

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	18	0,5
Лабораторная работа	27	0,75
Контроль самостоятельной работы	27	0,75
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации: Зачет (9 сем)		
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 987 от 12.08.2020) по специальности 21.05.04 Горное дело для специализации «Взрывное дело» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Профессор

А.Р. Мухутдинов

---

### **СОГЛАСОВАНО**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология твердых химических веществ», протокол от 19.05.2021 г. № 7.

Заведующий кафедрой *Согласовано* В.Я. Базотов

### **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник центра УМЦ

*Утверждаю*

Л.А. Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» являются:

формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков по применению прикладных программных средств для моделирования сложных процессов в горном деле. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- а) формирование знаний, умений и практических навыков для обоснованного выбора программной и аппаратной части персонального компьютера для разработки моделей;
- б) раскрытие сущности процессов, происходящих при создании компьютерных моделей, а также их анализе;
- в) обучение технологии получения компьютерной модели;
- г) обучение методам применения прикладного программного обеспечения для разработки компьютерных моделей.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Моделирование и проектирование взрывных технологий» относится к формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Взрывное дело» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» обучающийся по специальности 21.05.04 «Горное дело» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Инженерная и компьютерная графика
3. Информационные технологии
4. Информационные технологии в горном производстве
5. Физика
6. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании

Дисциплина «Моделирование и проектирование взрывных технологий» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело
2. Взрывные работы в строительстве и специальные взрывные работы
3. Основы научных исследований
4. Проектирование и организация взрывных работ
5. Производственная (преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа)

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

**ПК-1 Способен обосновывать технологию, рассчитывать основные технологические параметры и составлять проектно-сметную документацию для эффективного и безопасного производства буровых и взрывных работ на горных предприятиях, специальных взрывных работ на объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке**

ПК-1.1. Знает технику и технологию безопасного ведения буровзрывных работ на горных предприятиях, специальных взрывных работ на объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке; основные технологические параметры, технологии производства взрывных работ на земной поверхности и в подземных условиях, при специальных взрывах в промышленности

ПК-1.2. Умеет обоснованно выбирать технологию производства взрывных работ на горных и промышленных объектах, обеспечивающую требуемое качество, высокие технико-экономические показатели и безопасность взрывных работ; рассчитывать основные технологические параметры взрывной отбойки, при проходке подземных выработок, при производстве специальных взрывных работ; выбирать способы и средства механизации взрывных работ, обеспечивающих их максимальную эффективность и безопасность; рассчитывать безопасные расстояния и обеспечивать безопасность персонала при производстве взрывных работ

ПК-1.3. Владеет методиками расчета основных параметров буровзрывных работ; навыками составления проектно-

сметной документации для эффективного и безопасного производства буровых и взрывных работ

**ПК-3 Способен проводить технико-экономическую оценку проектных решений при производстве буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами, реализовывать в практической деятельности предложения по совершенствованию техники и технологии производства буровзрывных работ, по внедрению новейших средств механизации, процессов и технологий, использовать информационные технологии для выбора и проектирования рациональных технологических, эксплуатационных и безопасных параметров ведения буровзрывных работ**

ПК-3.1. Знает современные научно-технические достижения, передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологии производства буровзрывных работ и работ со взрывчатыми материалами; общие принципы и виды проектирования взрывных работ и средств механизации, методы оптимизации проектных решений

ПК-3.2. Умеет проводить технико-экономическую оценку проектных решений при выборе эффективной и безопасной технологии производства буровых и взрывных работ и работ с взрывчатыми материалами; умеет разрабатывать и реализовывать технические предложения по совершенствованию техники и технологии производства буровзрывных работ, по внедрению новейших средств механизации, процессов и технологий, обеспечивающие повышение эффективности и безопасности использования энергии взрыва в конкретных горно-геологических и производственных условиях

ПК-3.3. Владеет навыками оценки основных технико-экономических показателей проектируемых буровых и взрывных работ, работ со взрывчатыми материалами; навыками использования информационных технологий для выбора, обоснования и проектирования оптимальных технологических, эксплуатационных, экономических и безопасных параметров ведения буровзрывных работ

## **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

### **Знать:**

основные технологические параметры; проектно-сметную документацию; эффективное и безопасное производство буровых и взрывных работ на горных предприятиях; специальные взрывные работы на объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке.

технико-экономическую оценку проектных решений при производстве буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами; технику и технологии производства буровзрывных работ; новейшие средства механизации, процессов и технологий; информационные технологии для выбора и проектирования рациональных технологических, эксплуатационных и безопасных параметров ведения буровзрывных работ.

### **Уметь:**

обосновывать технологию, рассчитывать основные технологические параметры и составлять проектно-сметную документацию для эффективного и безопасного производства буровых и взрывных работ на горных предприятиях, рассчитывать параметры специальных взрывных работ на объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке. проводить технико-экономическую оценку проектных решений при производстве буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами; реализовывать в практической

деятельности предложения по совершенствованию техники и технологии производства буровзрывных работ; реализовывать по внедрению новейших средств механизации, процессов и технологий; использовать информационные технологии для выбора и проектирования рациональных технологических, эксплуатационных и безопасных параметров ведения буровзрывных работ.

**Владеть:**

техничко-экономической оценкой проектных решений при производстве буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами; предложениями по совершенствованию техники и технологии производства буровзрывных работ; предложениями по внедрению новейших средств механизации, процессов и технологий; информационными технологиями для выбора и проектирования рациональных технологических, эксплуатационных и безопасных параметров ведения буровзрывных работ.

технологией и расчетами основных технологических параметров; проектно-сметной документацией для эффективного и безопасного производства буровых и взрывных работ на горных предприятиях, специальными взрывными работами на объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке.

**4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы моделирования и проектирования взрывных технологий	9	4		8	6	8	Лабораторная работа; Собеседование
2.	Математические модели и их классификация	9	4		8	6	8	
3.	Технология компьютерного математического моделирования и проектирования взрывных технологий	9	6		7	8	12	
4.	Методы и средства моделирования и проектирования взрывных технологий в горном деле	9	4		4	7	8	
	<b>Итого по семестру</b>	<b>9</b>	<b>18</b>		<b>27</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>Зачет</b>

## 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основы моделирования и проектирования взрывных технологий	4	Введение в моделирование	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Математические модели и их классификация	4	Математические модели и их классификация	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Технология компьютерного математического моделирования и проектирования взрывных технологий	6	Методические основы создания компьютерной модели	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.	Методы и средства моделирования и проектирования взрывных технологий в горном деле	4	Инструментальные средства разработки и поддержки компьютерной модели	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>		

## 6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

## 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Основы моделирования и проектирования взрывных технологий	2	Разработка аналитической модели	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.		2	Разработка численной модели	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.		2	Разработка уравнения регрессии линейной модели.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.		2	Разработка уравнения регрессии экспоненциальной модели	ПК-1.1 ПК-1.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
				ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
5.	Математические модели и их классификация	2	Введение в основы моделирования ANSYS AUTODYN	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
6.		2	Знакомство с компонентами и работой с ними в ANSYS AUTODYN	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
7.		2	Создание компьютерной модели детонации взрывчатого вещества для оценки его дробящего действия	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
8.		2	Создание компьютерной модели детонации для оценки работоспособности взрывчатого вещества	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
9.		Технология компьютерного математического моделирования и проектирования взрывных технологий	4	Создание компьютерной модели направленного действия взрыва для определения пробивного действия кумулятивного заряда
10.	3		Создание компьютерной модели направленного действия взрыва для определения скоростных характеристик кумулятивной струи	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
11.	Методы и средства моделирования и проектирования взрывных технологий в горном деле	2	Моделирование и оптимизация эксплуатационных параметров буровзрывных работ	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
12.		2	Проектирование теплогенерирующих устройств на основе смесового твердого топлива для интенсификации нефтедобычи	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>27</b>		

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
-------	---	------	-----------	-----------------------------------

1	2	3	5	6
1.	Современное состояние применения моделей объектов в горном производстве	8	подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка теоретического материала	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Компьютерная реализация математических моделей	8	подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка теоретического материала	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Системный подход к организации моделирования	12	подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка теоретического материала	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.	Инструментальные средства разработки и поддержки компьютерной модели	8	подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка теоретического материала	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
<b>ВСЕГО</b>		<b>36</b>		

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Современное состояние применения моделей объектов в горном производстве	6	опрос, прием лабораторной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Компьютерная реализация математических моделей	6	опрос, прием лабораторной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Системный подход к организации моделирования	8	опрос, прием лабораторной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.	Инструментальные средства разработки и поддержки компьютерной модели	7	опрос, прием лабораторной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
<b>ВСЕГО</b>		<b>27</b>		

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
<b>9-й семестр</b>			
Собеседование	12	48	76
Лабораторная работа	12	12	24
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

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

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

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
Г.Г. Елиманова, Э.А. Каралин, Д.В. Ксенофонов [и др.], Исследование равновесия в системах газ-жидкость: теоретические основы и экспериментальные методики. Моделирование химико-технологических процессов [Учебник] учеб. пособие: Казань : РИЦ "Школа", 2020	15 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г. Л. Коткин, Л. К. Попов, В. С. Черкасский, Компьютерное моделирование физических процессов с использованием Matlab [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/455883">https://urait.ru/bcode/455883</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
А. И. Лобанов, И. Б. Петров, Математическое моделирование нелинейных процессов [Прочее] Учебник для вузов: Москва : Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/452200">https://urait.ru/bcode/452200</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
А.Р. Мухутдинов, М.Г. Ефимов, Основы применения ANSYS Autodyn для решения задач моделирования быстропротекающих процессов [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 18.05.01 "Хим. технология энергонасыщ. материалов и изд.": Казань : Изд-во КНИТУ, 2018	66 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
А. Д. Нахман, Ю. В. Родионов, Введение в стохастическое моделирование [Электронный ресурс] Учебное пособие: Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/70761.html">http://www.iprbookshop.ru/70761.html</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
А. А. Папоротная, Геолого-геофизическое моделирование разрабатываемых залежей: курс лекций [Прочее] курс лекций (лекция):	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563293">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563293</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

Ставрополь : СКФУ, 2018	
А.С. Акопов, Имитационное моделирование [Учебник] учебник и практикум для акад. бакалавриата : для студ. вузов, обуч. по экон. напр.: М. : Юрайт, 2018	4 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
В.М. Градов, Г.В. Овечкин, Компьютерное моделирование [Прочее] Учебник: Москва : ООО "КУРС", 2020	<a href="http://new.znanium.com/go.php?id=1062639">http://new.znanium.com/go.php?id=1062639</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
В. . Боровиков, И. . Ванягин, Моделирование действия взрыва при разрушении горных пород [Прочее] : М. : Недра, 1990	1 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
К. А. Басов, ANSYS [Электронный ресурс] Справочник пользователя: Саратов : Профобразование, 2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87978.html">http://www.iprbookshop.ru/87978.html</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
К. А. Басов, Графический интерфейс комплекса ANSYS [Электронный ресурс] : Саратов : Профобразование, 2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87991.html">http://www.iprbookshop.ru/87991.html</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ  
Согласовано

### 11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;  
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;  
Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard  
Архиватор 7 Zip  
Блокнот Notepad  
Яндекс Браузер

Категория ПО Наименование Лицензионный договор, соглашение  
Научное ПО ANSYS Academic Research Mechanical and CFD  
3D моделирование / CAD Blender  
ПО для коллективной работы Microsoft Teams  
Научное ПО: Aspen HYSYS (ANSYS Academic Research Mechanical and CFD; ANSYS LS-DYNA;  
ANSYS LS-DYNA HPC-8)  
САПР: САПР CAD Assyst System

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:  
И1-208 и И2-325 в каждом классе 12 персональных компьютеров (ПК); И1-209 и И2-325 в каждом  
классе есть проектор с большим экраном; И1-208 оснащен большим телевизором

техническими средствами обучения:  
все 24 ПК (в классах И1-208 и И2-325) с лицензионными программами [ОС Windows, ППО:  
Microsoft Office (Word, Excel, Access, PowerPoint), ANSYS и др.]

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:  
И1-208, И2-325 (всего 24 ПК).

с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную  
информационную среду КНИТУ.

### **13. Образовательные технологии**

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по  
дисциплине «Моделирование и проектирование взрывных технологий» составляет 18 ч.

В процессе освоения дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных  
технологий» используются следующие образовательные технологии:

- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция –  
дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными  
ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- обсуждение и разрешение проблем («мозговой штурм», ПОПС- формула, «дерево решений»,  
«анализ казусов», «переговоры и медиация», «лестницы и змейки»).