


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ

  
Проректор по УР  
А.В. Бурмистров  
«13» 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.4.2 "Моделирование и проектирование взрывных технологий"

Специальность 21.05.04 Горное дело

Специализация "Взрывное дело"

Квалификация (степень) выпускника ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР (СПЕЦИАЛИСТ)

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХТИ, ФЭМИ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТГХВ

Курс, семестр 5 курс, 9 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	63	1,75
Курсовая работа		
Форма аттестации - зачет		
Всего	108	3,0

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1298 от 17.10.2016 года по специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Взрывное дело» для набора обучающихся 2014, 2015, 2016, 2017 и 2018 года.

Типовая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.4.1 «Моделирование и проектирование взрывных технологий» отсутствует.

Разработчик программы:

профессор каф. ТТХВ

(должность)



(подпись)

А.Р.Мухутдинов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТТХВ, протокол № 1 от 03 сентября 2018 г.

Зав. кафедрой ТТХВ



(подпись)

В.Я.Базотов

(Ф.И.О.)

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ, к которому относится кафедра-разработчик РП от 12 сентября 2018 г. № 8.

Председатель комиссии, профессор



(подпись)

В.Я. Базотов

Начальник УМЦ



(подпись)

Л.А. Китаева

## ***1. Цели освоения дисциплины***

Целью освоения дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» является 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 ООП ВО***

Дисциплина «Моделирование и проектирование взрывных технологий» относится к вариативной части базового цикла ООП и формирует у обучающихся по специальности подготовки 21.05.04 «Горное дело» специализации «Взрывное дело» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

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

- а) Б1.Б.7 Математика
- б) Б1.Б.8 Информатика
- в) Б1.Б.9 Физика
- г) Б1.В.ОД.4 Информационные технологии в горном производстве
- д) Б1.Б.15 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика
- е) Б1.Б.30.2 Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании

Знания, полученные при изучении дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий», могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик, а также при подготовке отчетов по ним и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки специалистов 21.05.04 «Горное дело».

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

1. ПК-19. Готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов;

2. ПК-22. Готовностью работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования месторождений твердых полезных ископаемых, технологий эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации подземных объектов, оценке экономической эффективности горных и горно-строительных работ, производственных, технологических, организационных и финансовых рисков в рыночных условиях;

3. ПСК-7.1 Способностью 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;

4. ПСК-7.3. Готовностью 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.

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

1) Знать:

а) понятия: материальное и идеальное моделирование, простая и сложная модель, входные и выходные данные, воспроизводимость и адекватность;

б) технологию компьютерного математического моделирования;

2) Уметь:

а) определить цель моделирования;

б) осуществлять группировку входных параметров по степени важности влияния их изменений на выходные (ранжирование);

в) строить модели;

г) осуществлять выбор математического метода ее реализации и программного средства;

д) осуществлять компьютерную реализацию моделирования;

е) тестировать разработанную модель (проверка на адекватность).

3) Владеть:

а) прикладным программным обеспечением для моделирования;

б) методами составления программ на современных языках программирования;

в) методами и средствами моделирования сложных процессов в горном деле.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Распределение нагрузки для очной формы обучения:

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
					Лекции	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СРС		
1	<b>Р.1</b> Основы моделирования	25	9	1, 2	4		8	13	Лекция-визуализация	<i>Реферат</i>
2	<b>Р.2</b> Математические модели и их классификация	28	9	3, 4	4		8	16	Лекция-визуализация	<i>Сдача лабораторных работ, (собеседование)</i>
3	<b>Р.3</b> Технология компьютерного математического моделирования	31	9	5-7	6		7	18	Лекция-визуализация	<i>Сдача лабораторных работ, (собеседование)</i>
4	<b>Р.4</b> Методы и средства моделирования сложных процессов в горном деле	24	9	8, 9	4		4	16	Лекция-визуализация	<i>Сдача лабораторных работ, (собеседование), зачет</i>
Итого		108			18		27	63		
Форма аттестации										<i>Зачет</i>

5. *Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.*

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	<b>Р.1</b> Основы моделирования	4	<b>Т.1</b> Введение в моделирование	Цели и задачи курса. Связь с другими дисциплинами. Современное состояние применения моделей объектов в горном производстве. Общая классификация видов моделирования и их характеристика. Предметное и абстрактное моделирование. Физическое и аналоговое моделирование. Интуитивное и знаковое (математическое, графическое, имитационное и др.) моделирование. Основные понятия и определения.	ПК-19, ПК-22, ПСК-7.1, ПСК-7.3
2	<b>Р.2</b> Математические модели и их классификация	4	<b>Т.2</b> Математические модели и их классификация	Функциональный подход к классификации. Deskриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели и общая их характеристика. Компьютерная реализация математических моделей. Примеры использования моделирования сложных процессов в горном деле.	ПК-19, ПК-22, ПСК-7.1, ПСК-7.3
3	<b>Р.3</b> Технологии компьютерного математического моделирования	6	<b>Т.3</b> Методические основы создания компьютерной модели	Алгоритм и структура процесса компьютерного математического моделирования. Системный подход к организации моделирования. Этапы технологии моделирования. Цели математического моделирования. Входные и выходные параметры, ранжирование факторов. Методы математического описания. Аналитические и численные модели. Методы исследования модели. Технологии компьютерной реализации математической модели. Численный эксперимент.	ПК-19, ПК-22, ПСК-7.1, ПСК-7.3
4	<b>Р.4</b> Методы и средства моделирования сложных процессов в горном деле	4	<b>Т.4</b> Инструментальные средства разработки и поддержки компьютерной модели	Прикладное программное обеспечение, используемое для моделирования объектов в горном производстве. Состав, общий обзор, назначение и тенденции развития. Методология использования инструментальных средств. Выбор и обоснование применения программных средств. Перспективы развития и приоритетные направления применения моделей объектов в горном производстве.	ПК-19, ПК-22, ПСК-7.1, ПСК-7.3

## 6. Содержание практических занятий.

Не предусмотрено учебным планом.

## 7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося основных тем дисциплины, а также приобретение обучающимися навыков, связанных с применением прикладного программного обеспечения для моделирования в горном производстве.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Р.1 Основы моделирования	8	<b>Л.1</b> Разработка аналитической модели. <b>Л.2</b> Разработка численной модели. <b>Л.3</b> Разработка уравнения регрессии линейной модели. <b>Л.4</b> Разработка уравнения регрессии экспоненциальной модели.	Изучение технологии разработки аналитической (Л.1), численной (Л.2), линейной (Л.3) и экспоненциальной (Л.4) модели с использованием универсального прикладного программного обеспечения Excel.	ПК-18, ПК-22, ПСК-7-3
2	Р.2 Математические модели и их классификация	8	<b>Л.5</b> Введение в основы моделирования ANSYS AUTODYN. <b>Л.6</b> Знакомство с компонентами и работой с ними в ANSYS AUTODYN <b>Л.7</b> Создание компьютерной модели детонации взрывчатого вещества для оценки дробящего действия взрывчатого вещества. <b>Л.8</b> Создание компьютерной модели детонации для оценки работоспособности взрывчатого вещества.	Изучение графического интерфейса специального прикладного программного обеспечения ANSYS AUTODYN. Изучение рабочих его элементов и работы с ними. Изучение технологии создания компьютерной модели детонации взрывчатого вещества с использованием ANSYS AUTODYN.	ПК-18, ПК-22, ПСК-7.3

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
3	<b>Р.3</b> Технология компьютерного математического моделирования	7	<b>Л.9</b> Создание компьютерной модели направленного действия взрыва для определения пробивного действия кумулятивного заряда. <b>Л.10</b> Создание компьютерной модели направленного действия взрыва для определения скоростных характеристик кумулятивной струи.	Изучение технологии создания компьютерной модели направленного действия детонации взрывчатого вещества с использованием ANSYS AUTODYN	ПК-18, ПК-22, ПСК-7.3
4	<b>Р.4</b> Методы и средства моделирования сложных процессов в горном деле	4	<b>Л.11</b> Моделирование и оптимизация эксплуатационных параметров буровзрывных работ. <b>Л.12</b> Моделирование и проектирование теплогенерирующих устройств на основе смесового твердого топлива для интенсификации нефтедобычи.	Изучение графического интерфейса специального прикладного программного обеспечения SolidSoil DeviceDeveloper. Изучение рабочих их элементов и работы с ними. Изучение процесса моделирования и оптимизации эксплуатационных параметров буровзрывных работ в SolidSoil, а также моделирования и проектирования технологии и теплогенерирующих устройств на основе смесового твердого топлива для интенсификации нефтедобычи в DeviceDeveloper.	ПК-18, ПК-22, ПСК-7.3

**8. Самостоятельная работа специалиста**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1	<b>Р.1</b> Современное состояние применения моделей объектов в горном производстве.	13	Подготовка к лабораторной работе (проработка теоретического материала и рекомендованной литературы) и к зачету, оформление отчета. Написание и защита реферата.	ПК-18, ПК-22, ПСК-7.3
2	<b>Р.2</b> Компьютерная реализация математических моделей.	16	Подготовка к лабораторной работе (проработка теоретического материала и рекомендованной литературы) и к зачету, оформление отчета	ПК-18, ПК-22, ПСК-7.3



## Окончание таблицы

1	2	3	4	5
3	<b>Р.3</b> Системный подход к организации моделирования.	18	Подготовка к лабораторной работе (проработка теоретического материала и рекомендованной литературы) и к зачету, оформление отчета	ПК-18, ПК-22, ПСК-7.3
4	<b>Р.4</b> Инструментальные средства разработки и поддержки компьютерной модели	16	Подготовка к лабораторной работе (проработка теоретического материала и рекомендованной литературы) и к зачету, оформление отчета	ПК-18, ПК-22, ПСК-7.3

### 9. *Использование рейтинговой системы оценки знаний*

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» используется балльно-рейтинговая система.

Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положения о балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов в КНИТУ (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 г.)», специально разработанной для данной дисциплины, с учетом значимости и трудоемкости выполняемой учебной работы.

После окончания семестра, на основании семестровой составляющей (которая распределяется по семестру равномерно), студент набравший от 60 до 100 баллов получает зачет. Студент набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет.

Рейтинг студента за зачет: максимально – 100 баллов и минимально – 60.

Обязательным условием для получения зачета является выполнение студентом предусмотренных настоящей рабочей программой всех видов контроля: выполнение и защита лабораторных работ; сдача тестов; выполнение и защита реферата.

Текущий рейтинг студентов по дисциплине складывается из оценки следующих видов контроля:

Вид контроля	Балл – (max)	Балл – (min)
1. Поощрительные баллы	5	0
2. Сдача отчета по лабораторной работе	80	50
3. Выполнение и защита реферата	15	10
<b>Зачет (всего)</b>	<b>100</b>	<b>60</b>

Пересчет рейтинга в традиционную и международную оценки системы оценки знаний производится в соответствии с установленной шкалой, приведенной в таблице.

Оценка	Итоговая сумма баллов	Оценка (ECTS)
Отлично (5)	87- 100	Отлично (A)
Хорошо (4)	83-86	Очень хорошо (B)
	78-82	Хорошо (C)
	74-77	Удовлетворительно (D)
68-73		
Удовлетворительно (3)	60-67	Посредственно (E)
	Ниже 60	Неудовлетворительно (F) Не зачтено

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### Основная литература

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

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Мухутдинов, А.Р. Основы применения ANSYS Autodyn для решения задач моделирования быстротекущих процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Р. Мухутдинов, М.Г. Ефимов ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2016 .— 244 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ + 15 экз. на кафедре ТТХВ Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Mukhutdinov-Osnovy_primeneniya_ANSYS_Autodyn.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Mukhutdinov-Osnovy_primeneniya_ANSYS_Autodyn.pdf</a> Доступ с ip-адресов КНИТУ
2. Беккер В.Ф. Технические средства автоматизации. Интерфейсные устройства и микропроцессорные средства [CD]: учеб. пособие .— 2 .— Москва : Издательский Центр РИОР, 2015.— 140 с.	ЭБС «Znanium.com»: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=468690">http://znanium.com/bookread2.php?book=468690</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ
3. Леушин, И.О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : Учебник .— Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013 .— 208 с.	ЭБС «Znanium.com»: <a href="http://znanium.com/go.php?id=401597">http://znanium.com/go.php?id=401597</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ

## Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

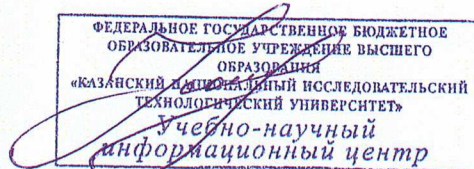
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Кобелев Н. Б. Половников В. А. Девятков В. В. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. д-ра экон. наук Н.Б. Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.	ЭБС «Znanium.com»: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=361397">http://znanium.com/bookread2.php?book=361397</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ
2. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике [Учебники] : учебник для студ. высш. техн. учеб. завед. — 3-е изд. — М. : Изд-во МГТУ, 2010. — 495 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Подколзин, А.С. Компьютерное моделирование логических процессов. Архитектура и язык решателя задач. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 1022 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ

## Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование и проектирование взрывных технологий» используются электронные источники информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft>
3. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа : <http://www.rucont.ru/>
6. ЭБС Библиокомплектатор – Режим доступа : <http://www.bibliocomplectator.ru/>
7. ЭБС «Лань» – Режим доступа : <http://e.lanbook.com>
8. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
9. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
10. ЭБС «Консультант студента» – Режим доступа: <http://studentlibrary.ru>
11. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>
12. ЭБС «Book.ru» – Режим доступа: <http://book.ru>
13. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>

**СОГЛАСОВАНО:**  
Зав. сектором ОКУФ



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

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

## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины***

### **1. Лекционные занятия:**

- а) комплект электронных презентаций/слайдов,
- б) аудитории (И1-209 и И2-317), оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

### **2. Лабораторные работы**

- а) компьютерный класс И1-208, оснащенный большим экраном для демонстрации презентаций (заданий) и ПЭВМ типа IBM PC в количестве 12 штук с доступом в Интернет для работы в электронной образовательной среде.
- б) компьютерный класс И2-325, оснащенный ПЭВМ типа IBM PC в количестве 10 штук.
- в) на всех ПЭВМ (в классах И1-208 и И2-325) установлены лицензионные программы [ОС Windows, ППО: Microsoft Office (Word, Excel, Access, PowerPoint), ANSYS и др.].

### **3. Прочее**

- а) рабочее место преподавателя (И1-208 и И2-325), оснащенное ПЭВМ типа IBM PC с доступом в Интернет.

## ***13. Образовательные технологии***

При обучении дисциплине «Моделирование и проектирование взрывных технологий» используются следующие инновационные образовательные технологии:

- лекции-визуализации (с использованием иллюстрационного материала в виде компьютерных презентаций) на основе методов анализа реальных ситуаций и про-

блемного изложения учебного материала (предполагающий постановку преподавателем проблемных вопросов и задач с последующим их решением на основании сравнения различных подходов);

- лабораторные работы в традиционной форме и с элементами решения проблемных задач на основе исследовательского подхода (преподавателем проводится постановка задачи, краткий инструктаж, после чего обучающиеся самостоятельно решают поставленную задачу, обобщая лекционный и практический материал) с последующим обсуждением результатов работы в студенческих учебных подгруппах.

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах кафедры ТТХВ с использованием ПЭВМ типа IBM PC и лицензионных программ [ОС Windows, ППО: Microsoft Office Excel, Ansys Autodyn и др.], указанных в п.12 рабочей программы.

Количество часов для занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 18 часов.