

**Приложение 2 к РПД Технология и безопасность взрывных работ
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»
Форма обучения – очная
Год набора - 2020**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Специализация	№1 «Физические процессы горного производства»
4.	Дисциплина (модуль)	Технология и безопасность взрывных работ
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2020

2. Перечень компетенций

- готовностью использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов, владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива (ОПК-6);

- готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами, при добыче полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений, непосредственно управлять технологическими процессами на производственных объектах (ПК-4);

- способностью разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и других нормативных документов промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ (ПК-20).

3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Тема 1. Введение.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Историю создания и перспективы развития взрывного дела в горнорудной промышленности	Разбираться в материале	Навыками безопасного обращения с ВМ, навыками решения практических задач	Задание на понимание терминов
Тема 2. Персонал для взрывных работ.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Порядок предоставления права руководства взрывными работами, порядок подготовки и проверки знаний персонала для взрывных работ	Разбираться в материале		Решение задач Групповая дискуссия
Тема 3. Теория взрывчатых веществ. Промышленные и эмульсионные ВВ.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Физико-химические характеристики ВВ, классификации взрывчатых веществ по составу и способу возбуждения детонации, классификации ВВ по группам совместимости, по классам, подклассам и условиям применения	Обосновано выбирать ВМ, средства и технологию приготовления ВВ на местах их использования		Задание на понимание терминов Решение задач Групповая дискуссия
Тема 4. Средства и способы инициирования зарядов.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Средства и способы инициирования зарядов	Отличать способы и средства инициирования		Задание на понимание терминов Решение задач Групповая дискуссия
Тема 5. Общие правила обращения с ВМ.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Порядок хранения, учета, транспортирования, использования, испытания и уничтожения ВМ	Разбираться в материале		Задание на понимание терминов
Тема 6. Методы ведения взрывных работ.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Методы наружных, шпуровых, скважинных, котловых, малокамерных и камерных зарядов, их характеристика, область применения, технология взрывания, достоинства и недостатки	Рассчитывать заряды ВВ при различных методах взрывания.		Решение задач

Тема 7. Технология взрывного разрушения. Открытые горные разработки.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Технологию взрывного разрушения на открытых горных работах	Рассчитывать параметры взрывной отбойки скважинными зарядами при взрывании на карьерах и на других горных и промышленных объектах на земной поверхности		Решение задач Групповая дискуссия
Тема 8. Технология взрывного разрушения. Подземные горные разработки.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Технологию взрывного разрушения на подземных горных разработках	Рассчитывать параметры буровзрывных работ при проходке подземных выработок		Решение задач Групповая дискуссия
Тема 9. Механизация взрывных работ.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Классификации зарядных устройств. зарядчики для шпуров и скважин, зарядно-доставочные установки, зарядное оборудование для эмульсионных ВВ	Уметь отличать зарядное оборудование		Задание на понимание терминов Решение задач Групповая дискуссия
Тема 10. Общие требования к безопасной технологии и организации работ с ВМ.	ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Правила безопасности при взрывных работах	Разбираться в материале		

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1 Задание на понимание терминов

Процент правильных ответов	До 50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Количество баллов за ответы	1	2	3	5	6	8

4.2 Решение задач

8 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

6 баллов выставляется, если студент выполнил не менее 80% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла выставляется, если студент выполнил не менее 60% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

1 балл выставляется, если студент выполнил не менее 50% рекомендованных задач.

4.3 Групповая дискуссия (устные обсуждения проблемы или ситуации)

Критерии оценивания	Баллы
• обучающийся ориентируется в проблеме обсуждения, грамотно высказывает и обосновывает свои суждения, владеет профессиональной терминологией, осознанно применяет теоретические знания, материал излагает логично, грамотно, без ошибок;	4
• обучающийся принимает участие в дискуссии, обозначает свою позицию, но при этом его аргументация неполная, без ссылки на соответствующие источники	2
• обучающийся не принимает участия в групповой дискуссии	0

4.4 Подготовка опорного конспекта

Критерии оценки опорного конспекта	Максимальное количество баллов
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме;	3
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных мыслей с помощью цветов, подчеркиваний.	5

5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.1 Типовое задание на понимание терминов

1. Процессы химического превращения

Ответ: В зависимости от типа взрывчатого вещества (ВВ), условий возбуждения (инициирования) процессы химического превращения могут протекать в различных формах с различными скоростями, отличающимися на порядок и более. К основным формам

химического превращения относятся термическое разложение и горение (дозвуковые процессы), детонация (сверхзвуковой процесс).

2. Термическое разложение ВВ

Ответ: Термическое разложение ВВ является гомогенным процессом, протекающим во всем объеме заряда при данной температуре. Скорость термического распада ВВ измеряется числом молей, реагирующих в единицу времени в единице объема - моль/(с·см³). Таким образом, скорость термораспада соответствует данной температуре и одинакова во всех точках объема ВВ. Основные продукты разложения – оксиды горючих элементов (СО, СО₂, Н₂О др.), азот, альдегиды, кислоты и т.п.

3. Горение ВВ

Ответ: Горение ВВ является самораспространяющимся гетерогенным направленным процессом с выраженной зоной химической реакции, разделяющей исходное вещество и продукты горения. Как и в случае термического разложения, продуктами горения являются СО, СО₂, Н₂О, N₂. Горение протекает за счет химических реакций между окислителем и горючими компонентами, содержащимися в составе ВВ, и определяется механизмом передачи энергии из зоны химической реакции в примыкающий к ней слой исходного вещества.

4. Стационарное горение

Ответ: Стационарное горение представляет собой процесс химического превращения, распространяющийся с малыми скоростями (миллиметры в секунду) и охватывающий последовательно слои вещества. Распространение горения происходит путем теплопередачи. В случае если отвод продуктов горения затруднен, увеличивается поверхность горения или была начальная скорость горения высокой, то медленное горение может перейти в детонацию, либо во взрывное горение. При известных условиях детонация или взрывное горение могут перейти в медленное (стационарное).

5. Детонация

Ответ: Детонация - это процесс химического превращения ВВ, сопровождающийся выделением теплоты и распространяющийся с постоянной скоростью, превышающей скорость звука в данном веществе. В отличие от горения детонация представляет собой комплекс мощной ударной волны и следующей за ее фронтом зоны химического превращения вещества.

5.2 Типовые задачи с решением

Задача №1. Определить кислородный баланс ВВ Нитроглицерин С₃Н₅(ОНО₂)₃.

1. По химической формуле ВВ определяем число атомов кислорода - d , углерода - a и водорода - b во взрывчатом веществе: $d = 9$, $a = 3$, $b = 5$.

2. В таблице 1 находим молекулярную массу ВВ Нитроглицерин: $\mu = 227$.

3. Атомная масса кислорода $n = 16$.

4. Полученные значения вносим в формулу:

$$K = \frac{d - (a + b : 2)}{\mu} \times 100\%, \quad K = \frac{9 - (3 + 5 : 2)}{227} \times 16 \times 100\% = +3,5\%.$$

Вывод: Кислородный баланс нитроглицерина составляет +3,5. При взрыве ВВ с положительным кислородным балансом, увеличивается образование окислов азота (NO, NO₂).

Задача №2. Определение безопасных расстояний при взрывных работах.

Рассчитать безопасное расстояние по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления, если глубина скважины -16м, длина заряда скважины -10м, величина забойки -4м, диаметр скважины -300мм, расстояние между скважинами в ряду -8м, коэффициент крепости пород по Протоdjьяконову -16, перепад высот -90м.

$$R_{разл} = r_{разл} K_p;$$

$$r_{разл} = 1250 \eta_3 \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{заб}} \frac{d}{a}} K_p = 0,5 \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4H}{r_{разл}}} \right] \quad \text{или} \quad K_p = 1 + tg \beta$$

где: η_3 - коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом;
Коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом η_3 равен отношению длины заряда в скважине l_3 , м, к глубине пробуренной скважины L , м

$$\eta_3 = l_{зар}/L, \text{ м};$$

$\eta_{заб}$ - коэффициент заполнения скважины забойкой;

$$\eta_{заб} = l_{заб}/l_{недоз}, \text{ м}.$$

При полном заполнении забойкой свободной от заряда верхней части скважины

$\eta_{заб} = 1$, при взрывании без забойки - $\eta_{заб} = 0$.

где: f - коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова;

d - диаметр взрываваемой скважины, м;

a - расстояние между скважинами в ряду или между рядами, м.

β - угол наклона косогора к горизонту, градусы.

H - превышение верхней отметки взрываемого участка над участком границы опасной зоны, м.

$$r_{разл} = 1250 \frac{10}{16} \sqrt{\frac{16 \cdot 0,3}{1 + \frac{4}{6}} \frac{1}{8}} = 781,25 \sqrt{0,35} = 464 \text{ м. округляем до } 500 \text{ м.}$$

$$K_p = 0,5 \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4 \times 90}{500}} \right] = 1,16$$

$$R_{разл} = 500 \times 1,16 = 580 \text{ м. округляем до } \underline{600 \text{ м.}}$$

5.4 Примерные вопросы для групповой дискуссии

1. Назовите классификационные признаки промышленных ВВ.
2. В чем заключается подготовка ВВ к их применению?
3. Какие отказы относятся к открытым? К закрытым?
4. Назовите меры безопасности при обнаружении отказов.
5. Какие взрывы называются массовыми?
6. Какие проектные документы должны быть на предприятии, осуществляющем массовые взрывы?
7. Из каких разделов состоит типовой проект?
8. Какими причинами вызваны результаты некачественных взрывов?
9. Назовите меры предупреждения и способы устранения отрицательных результатов взрыва.

5.5 Вопросы к зачету

1. Классификация способов разрушения горных пород
2. Понятия о физической сущности процесса разрушения горных пород.
3. Назначение буровых работ.
4. Классификация способов бурения шпуров и скважин.
5. Классификация взрывов.
6. Общая характеристика ВВ, Деление ВВ по физическому состоянию.
7. Общая характеристика ВВ. деление ВВ по принципу действия.
8. Схема выделения энергии при взрыве индивидуального ВВ.
9. Схемы выделения энергии при взрыве смесевых ВВ.
10. Состав смесевых ВВ.
11. Формы химического превращения ВВ (слеживаемость, горение).

12. Формы химического превращения ВВ (детонация, взрыв).
13. Понятия о детонационной волне и ее отличие от ударной волны.
14. Характеристика прошкообразных непродохранительных ВВ заводского производства.
15. Характеристика гранулированных непродохранительных ВВ заводского производства.
16. Простейшие гранулированные непродохранительные ВВ местного приготовления.
17. Технология приготовления эмульсионных ВВ.
18. Характеристика взрывчатых эмульсионных взвесей.
19. Механизм действия взрыва в воздухе.
20. Механизм действия взрыва в воде.
21. Механизм действия взрыва в грунтах.
22. Механизм действия взрыва в безграничном монолитном скальном массиве.
23. Механизм действия взрыва в монолитном скальном массиве с одной поверхностью обнажения.
24. Механизм действия взрыва в скальном трещиноватом массиве. Зоны регулируемого и нерегулируемого дробления.
25. Классификация зарядов ВВ.

5.5 Вопросы к экзамену

1. Основные элементы воронки выброса.
2. Принципы расчета зарядов дробления и выброса.
3. Влияние трещиноватости на характер дробления горных пород.
4. Регулирование степени дробления пород взрывом изменением удельного расхода ВВ.
5. Регулирование степени дробления пород изменением конструкции заряда.
6. Технология и комплексная механизация при применении гранулированных ВВ заводского производства.
7. Технология и комплексная механизация при применении эмульсионных ВВ.
8. Технология и комплексная механизация при применении гранулита-НМППМ (НМ).
9. Технология производства взрывных работ на выброс траншейными зарядами.
10. Технология производства массовых взрывов скважинными зарядами на карьерах.
11. Технология производства взрывов на сброс.
12. Расчет удельного расхода ВВ.
13. Расчет диаметра скважины.
14. Расчет сопротивления по подошве.
15. Расчет сетки скважин (расстояния между зарядами и рядами).
16. Расчет объемов породы, отбиваемой одиночным скважинным зарядом первого и последующих рядов.
17. Расчет линейных элементов заряда.
18. Расчет масс скважинных зарядов.
19. Основные схемы взрывания и области их применения.
20. Зависимость формы развала от схемы взрывания.
21. Расчет длины развала.
22. Расчет радиуса опасной зоны по разлету кусков породы.
23. Расчет радиуса опасной зоны по действию ударной воздушной волны.
24. Расчет радиуса опасной зоны по действию сейсмической волны.
25. Расчет радиуса опасной зоны по действию газов взрыва.
26. Руководство взрывными работами.
27. Обучение взрывников и присвоение квалификаций. Проверка знаний взрывников.
28. Порядок перевода взрывников на новый вид взрывных работ и допуск взрывников к самостоятельному выполнению взрывных работ после перерыва в работе.
29. Назначение заведующих складами ВМ и механизированными пунктами.
30. Назначение раздатчиков и лаборантов складов ВМ.
31. Перевозка ВМ и доставка их к местам работ.

32. Хранение ВМ на местах производства взрывных работ.
33. Типовые проекты массовых взрывов и проекты производства буровзрывных работ, их область применения, содержание порядок утверждения.
34. Паспорт буровзрывных работ, область применения, содержание, порядок утверждения.
35. Схема взрывных работ, область применения, содержание, порядок утверждения.
36. Охрана опасной зоны.
37. Запретная зона, порядок установления.
38. Подача звуковых сигналов при взрывных работах и их назначение.
39. Допуск людей на рабочем месте после окончания взрывных работ.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»**

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	Б1.Б.26		
Дисциплина	Технология и безопасность взрывных работ		
Курс	5	семестр	9
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства		
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Наговицын Олег Владимирович, профессор кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства		
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ	216/6	Кол-во семестров	2
ЛК _{общ./тек. сем.}	46/14	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	46/30
ЛБ _{общ./тек. сем.}	-/-	СРС _{общ./тек. сем.}	88/28
		Форма контроля	Зачет

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- готовностью использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов, владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива (ОПК-6);

- готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами, при добыче полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений, непосредственно управлять технологическими процессами на производственных объектах (ПК-4);

- способностью разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и других нормативных документов промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ (ПК-20).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Задание на понимание терминов	3	24	В течение семестра
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Решение задач	3	24	В течение семестра
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Групповая дискуссия	3	12	В течение семестра
	Всего:		60	
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Зачет	Вопрос 1	20	По расписанию сессии
		Вопрос 2	20	
	Всего:		40	
	Итого:		100	
Дополнительный блок				
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
	Всего:		5	

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		Б1.Б.26			
Дисциплина		Технология и безопасность взрывных работ			
Курс	5	семестр	А		
Кафедра		горного дела, наук о Земле и природообустройства			
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Наговицын Олег Владимирович, профессор кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства т			
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ		216/6	Кол-во семестров	2	Форма контроля
					Экзамен
ЛК _{общ./тек. сем.}	46/32	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	46/16	ЛБ _{общ./тек. сем.}	-/-
				СРС _{общ./тек. сем.}	88/60

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- готовностью использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов, владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива (ОПК-6);

- готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами, при добыче полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений, непосредственно управлять технологическими процессами на производственных объектах (ПК-4);

- способностью разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и других нормативных документов промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ (ПК-20).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i>Вводный блок</i>				
Не предусмотрен				
<i>Основной блок</i>				
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Задание на понимание терминов	2	16	В течение семестра
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Решение задач	4	32	В течение семестра
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Групповая дискуссия	3	12	В течение семестра
Всего:			60	
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Экзамен	Вопрос 1	20	По расписанию сессии
		Вопрос 2	20	
Всего:			40	
Итого:			100	
<i>Дополнительный блок</i>				
ОПК-5, ПК-4, ПК-20	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
Всего:			5	

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.