

Приложение 2 к РПД Устойчивость бортов, карьеров и отвалов
Специальность 21.05.04 Горное дело
Специализация №3 Открытые горные работы
Форма обучения – заочная
Год набора - 2014

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.04 Горное дело
3.	Специализация	№3 Открытые горные работы
4.	Дисциплина (модуль)	Устойчивость бортов, карьеров и отвалов
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2014

2. Перечень компетенций

- владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений (ОПК-9);

- владение навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1);

- готовность демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-5);

- использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов (ПК-6);

- готовность демонстрировать навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов (ПК-21).

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:	
1. Основные свойства горных пород с точки зрения их устойчивости в откосах	ОПК-9, ПК-5	классификацию горных пород по их устойчивости в откосах; факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов;	определять параметры бортов, уступов и отвалов, при которых обеспечивается безопасность горных работ с оптимальными экономическими показателями;	горной терминологией;	Устный опрос на понимание терминов
2. Устойчивость откосов в сыпучих, слабосвязных средах	ОПК-9, ПК-5	виды потери устойчивости откосами; факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов;	определять параметры бортов, уступов и отвалов, при которых обеспечивается безопасность горных работ с оптимальными экономическими показателями;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов;	
3. Основные принципы расчета устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах	ОПК-9, ПК-1, ПК-6, ПК-21	факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов; порядок расчета параметров и оценки устойчивости бортов карьеров отвалов;	оценивать устойчивость откосов в сыпучих слабосвязных породах; прогнозировать поведение техногенного массива и разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасности горных работ;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов;	Групповая дискуссия, Решение задач
4. Расчет устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах	ОПК-9, ПК-5	факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов; порядок расчета параметров и оценки устойчивости бортов карьеров отвалов;	определять параметры бортов, уступов и отвалов, при которых обеспечивается безопасность горных работ с оптимальными	методикой расчета устойчивости откоса в массиве слабосвязных горных пород	Групповая дискуссия, Решение задач

			экономическим показателями; прогнозировать поведение техногенного массива и разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасности горных работ;		
5. Расчет устойчивости откосов с учетом нагрузки от технологического оборудования	ОПК-9, ПК-5	критерии образования техногенной поверхности ослабления в глубине массива пород; методы контроля состояния массива горных пород и прибортовой поверхности при открытой геотехнологии; порядок расчета параметров и оценки устойчивости бортов карьеров отвалов;	определять параметры бортов, уступов и отвалов, при которых обеспечивается безопасность горных работ с оптимальными экономическими показателями; прогнозировать поведение техногенного массива и разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасности горных работ;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов;	Групповая дискуссия Решение задач
6. Устойчивость откосов в массивах прочных скальных пород	ОПК-9, ПК-5	типы напряженно-деформированного состояния массива; способы измерения напряжений в породном массиве	разрабатывать инженерно-геологическую и геомеханическую модели месторождения;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов;	
7. Расчет устойчивости откосов в массивах прочных скальных пород.	ОПК-9, ПК-5	факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов; порядок расчета параметров и оценки устойчивости бортов карьеров отвалов;	разрабатывать инженерно-геологическую и геомеханическую модели месторождения; рассчитывать параметры борта карьера;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов; методикой расчета устойчивости откоса в массиве скальных горных пород	

8. Расчет устойчивости бортов карьеров подработанных подземными горными работами	ОПК-9, ПК-5	факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов; порядок расчета параметров и оценки устойчивости бортов карьеров отвалов;	определять параметры бортов, уступов и отвалов, при которых обеспечивается безопасность горных работ с оптимальными экономическими показателями;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов; методикой расчета противооползневых сооружений;	Решение задач
9. Специальные мероприятия по обеспечению устойчивости откосов. Методы и средства контроля устойчивости бортов карьеров	ОПК-9, ПК-1, ПК-6, ПК-21	факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов; методы контроля состояния массива горных пород и прибортовой поверхности при открытой геотехнологии;	выбирать средства и методы натурных наблюдений за состоянием техногенного массива горных пород, прогнозировать поведение техногенного массива и разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасности горных работ; выбирать методы и средства, необходимые для контроля и обеспечения устойчивости бортов карьеров и отвалов;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов; методикой расчета противооползневых сооружений; навыками обработки наблюдений состояния техногенного массива при открытой геотехнологии.	Устный опрос на понимание терминов
10. Системы геомеханического мониторинга устойчивости бортов и уступов карьеров	ОПК-9, ПК-1, ПК-6, ПК-21	методы контроля состояния массива горных пород и прибортовой поверхности при открытой геотехнологии; принципы организации системы контроля состояния массива горных пород	выбирать методы и средства, необходимые для контроля и обеспечения устойчивости бортов карьеров и отвалов;	методами контроля за устойчивостью бортов карьеров и отвалов; методикой расчета противооползневых сооружений; навыками обработки наблюдений состояния техногенного массива при открытой геотехнологии.	Контрольная работа

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1 Устный опрос на понимание терминов

Процент правильных ответов	До 50	51-60	61-80	81-90	91-100
Количество баллов за ответы	1	2	3	4	5

4.2 Решение задач

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

1 балла выставляется, если студент выполнил не менее 70% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов выставляется, если студент выполнил не менее 50% рекомендованных задач.

4.3 Контрольная работа

Баллы	Содержание работы
32	- содержание работы соответствует выданному заданию; - контрольное задание выполнено уверенно, логично, последовательно и грамотно; - все расчеты сделаны без ошибок; - выполненная графика соответствует стандартным требованиям; - выводы и обобщения аргументированы; - ссылки на литературу соответствуют библиографическим требованиям.
20	- основные требования к работе выполнены, но при этом допущены некоторые недочёты; - имеются неточности в стиле изложения материала; - имеются упущения в оформлении графики.
8	- работа выполнена на 50%; - имеются существенные отступления от требований к оформлению графических материалов и текста; - допущены ошибки в расчетах; - отсутствует логическая последовательность в выводах; - отсутствуют ссылки на литературные источники.
0	- обнаруживается полное непонимание сути выполняемой работы; - имеется большое количество грубейших ошибок; - отсутствуют практические навыки и теоретические знания предмета.

4.4 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;	2
• обучающийся принимает участие в дискуссии, обозначает свою позицию, но при этом его аргументация неполная, без ссылки на соответствующие источники	1
• обучающийся не принимает участия в групповой дискуссии	0

4.5 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 тестовое задание на понимание терминов

Ниже приводятся определения важнейших терминов по данной теме. Выберите правильное определение для каждого термина из списка:

1. Связность горных пород.
2. Предельное равновесие массива пород.
3. Наиболее напряженная поверхность.
4. Предельная поверхность.
5. Потенциально неустойчивый блок.
6. Коэффициент запаса устойчивости откоса.
7. Устойчивость отдельного уступа.
8. Нарушенная зона.
9. Устойчивое состояние борта карьера.
10. Эффективные неоднородности.

a – неоднородности в породном массиве, линейные размеры которых сопоставимы с линейными размерами горнотехнической конструкции борта карьера или отдельного уступа;

b – способность всех элементов борта сохранять свою конструкцию, позволяющую осуществлять необходимые технологические операции по постановке борта на конечный контур и обеспечивать необходимый уровень безопасности;

в – зона, в пределах которой степень нарушенности массива больше, чем в нетронутом массиве;

г – способность уступа сохранять свою форму и размеры, обеспечивающие выполнение технологических операций и необходимый уровень безопасности;

д – соотношение сдвигающих и удерживающих сил по наиболее напряженной поверхности в откосе;

e – часть массива горных пород, заключенная между бортом карьера (откосом уступа или отвала) и наиболее напряженной поверхностью;

ж – поверхность в массиве пород, по которой сдвигающие силы равны удерживающим;

з – поверхность в массиве горных пород, по которой отношение удерживающих сил к сдвигающим минимально по сравнению со всеми другими поверхностями в массиве;

и – состояние, при котором сумма всех сил удерживающих потенциально неустойчивый блок равна сумме всех сил его сдвигающих;

k – сопротивляемость горных пород стремлению разъединить слагающие их минеральные частицы при помощи механических нагрузок.

Ключ: 1-к, 2-и, 3-з, 4-ж, 5-е, 6-д, 7-г, 8-в, 9-б, 10-а.

5.2 Типовые задачи с решением

Определить коэффициент запаса устойчивости уступа высотой 24 м, отстроенный под углом $\alpha = 90^\circ$ в массиве скальных пород ($\gamma = 3 \text{ т/м}^3$). Уступ подсекает плоская трещина с углом падения $\beta = 45^\circ$, имеющая контактные характеристики $C' = 15 \text{ т/м}^2$ и $\phi' = 24^\circ$. Рассмотреть плоский случай (ширина структурного блока $b = 1 \text{ м}$).

Последовательность решения задачи:

1. Построить схему уступа и подсекающей его поверхности ослабления с соблюдением масштаба.
2. Показать на схеме силы, действующие на потенциально неустойчивый блок (призму возможного обрушения).
3. Произвести расчет коэффициента запаса устойчивости по формулам:

$$n = \frac{F_{\text{тр}} + F_{\text{сопр}}}{P_c},$$

где P_c - сдвигающая составляющая веса потенциально неустойчивого блока.

$F_{\text{тр}}$ - сила трения.

$F_{\text{сопр}}$ - сила сопротивления скольжению по поверхности L (отрезок AC (рис. 1)).

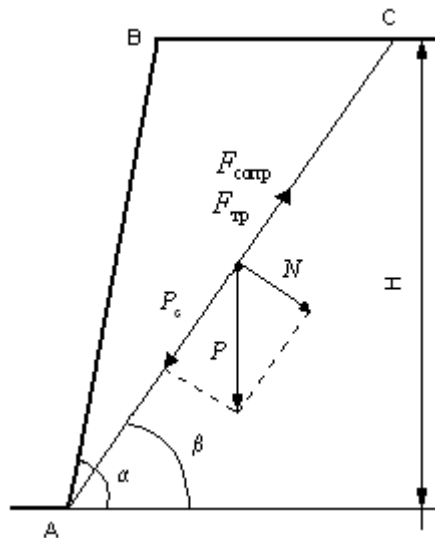


Рис. 1 Силы, действующие на потенциально неустойчивый блок

Решение:

$$1. CD = AC * \sin 45$$

$$AC = \frac{CD}{\sin 45} = \frac{24}{0,707} = 34 \text{ м}$$

$$2. AE = AB * \sin 90$$

$$AB = \frac{AE}{\sin 90} = \frac{24}{1} = 24 \text{ м}$$

$$3. BF = AB * \sin 45 = 24 * 0,707 = 17 \text{ м}$$

$$4. S_{ABC} = \frac{1}{2} * BF * AC = \frac{17 * 34}{2} = 289 \text{ м}^2$$

$$5. P_c = H \cdot \cos(90^0 - \beta) = S_{ABC} \cdot \gamma \cdot b \cdot \cos(90^0 - 45^0) = 289 \text{ м}^2 * 3 \text{ м} / \text{м}^3 * 1 \text{ м} * 0,707 = 611 \text{ т}$$

$$6. F_{тр} = N \cdot \text{tg} \varphi = p \cdot \sin(90^0 - 45) \cdot \text{tg} 24 = 289 * 3 * 1 * 0,707 * 0,445 = 272$$

$$7. F_{сцеп} = AC * \sigma * C = 34 * 1 * 15 = 510$$

$$8. n = \frac{F_{мп} + F_{сцеп}}{P_c} = \frac{272 + 510}{611} = 1,27$$

Ответ: коэффициент запаса устойчивости $n=1,27 > 1$, значит уступ устойчив.

5.3 Пример выполнения контрольной работы

Задание контрольной работы предусматривает расчет устойчивости борта карьера.

Общее условие потери устойчивости бортом аналогично условию потери устойчивости отдельным уступом и заключается в превышении сдвигающими силами удерживающих сил:

$$P_c > F_{тр}^{под} + F_{сцепл}^{под} + F_{сцепл}^{бок} + F_{тр}^{бок},$$

где P_c – сдвигающая составляющая веса породного блока, т; $F_{тр}^{под}$ – сила трения по подсекающей поверхности скольжения, т; $F_{сцепл}^{под}$ – сила сцепления по подсекающей поверхности скольжения, т; $F_{сцепл}^{бок}$ – сила сцепления по боковым граням структурного блока, т; $F_{тр}^{бок}$ – сила трения по боковым граням структурного блока, т.

Соответственно, коэффициент запаса устойчивости определяется:

$$n = (F_{тр}^{под} + F_{сцепл}^{под} + F_{сцепл}^{бок} + F_{тр}^{бок}) / P_c$$

Для представленной на рисунке 2 расчетной схемы:

$$P_c = S_{abc} \times b \times \gamma \times \cos(90^\circ - \beta)$$

$$F_{тр}^{под} = N \times \text{tg} \varphi' = S_{abc} \times b \times \gamma \times \sin(90^\circ - \beta) \times \text{tg} \varphi'$$

$$F_{сцепл}^{под} = b \times L \times C'$$

$$F_{сцепл}^{бок} = 2 \times C' \times S_{abc}$$

$$F_{тр}^{бок} = 2 \times P_{бок} \times S_{abc} \times \text{tg} \varphi'$$

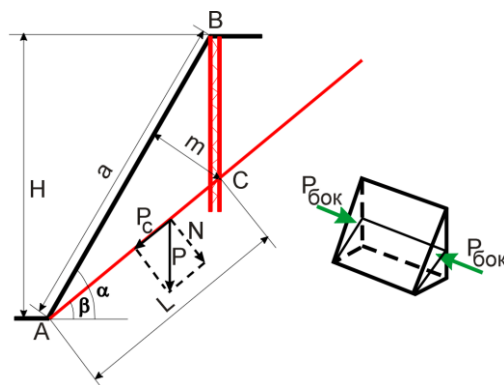


Рис. 2 – Схема расчета устойчивости борта карьера
1 – структурные нарушения I порядка; 2 – структурные нарушения II порядка

Рассмотрим конкретный пример

Представленная на рисунке схема соответствует:

- высоте борта 1000 м;
- углу наклона борта 60°;
- вертикальному падению структурного нарушения I ранга;
- углу падения подсекающей трещины II ранга $\beta=40^\circ$.

При последующих рассуждениях неизменными останутся параметры:

- $S_{abc}=0,5 \times a \times m = 0,5 \times 1160 \text{ м} \times 260 \text{ м} = 150800 \text{ м}^2$
- $L=770 \text{ м}$;
- $\gamma=3 \text{ т/м}^3$;
- $\varphi'=24^\circ$ (такое значение φ' является минимальным из известных для Ковдорского месторождения и может быть уточнено при дальнейшем изучении физико-механических свойств поверхностей ослабления массива пород).

Ширину рассматриваемого блока «b» примем в качестве свободного параметра и придадим ему численные значения на заключительном этапе расчета коэффициента запаса устойчивости.

Рассмотрим несколько принципиальных вариантов расчета, иллюстрирующих предлагаемую концепцию устойчивости бортов карьеров.

I вариант. $C'=0$; $P_{бок}=0$.

Комментарий: данный вариант соответствует случаю несвязного массива скальных пород, фактически, раздробленной горной массы.

$$P_c = S_{abc} \times b \times \gamma \times \cos(90^\circ - \beta) = 150800 \text{ м}^2 \times 3 \text{ т/м}^3 \times 0,64 \times b \approx 289500 \times b;$$

$$F_{тр}^{под} = N \times \text{tg} \varphi' = S_{abc} \times b \times \gamma \times \sin(90^\circ - \beta) \times \text{tg} \varphi' = 150800 \text{ м}^2 \times 3 \text{ т/м}^3 \times 0,77 \times 0,45 \times b \approx 156800 \times b;$$

$$F_{сцепл}^{под} = b \times L \times C' = 0;$$

$$F_{сцепл}^{бок} = 2 \times C' \times S_{abc} = 0;$$

$$F_{тр}^{бок} = 2 \times P_{бок} \times S_{abc} \times \text{tg} \varphi' = 0;$$

$$n = (F_{тр}^{под} + F_{сцепл}^{под} + F_{сцепл}^{бок} + F_{тр}^{бок}) / P_c$$

$$= (156800 \times b + 0 + 0 + 0) / 289500 \times b = 156800 / 289500 = 0,54 < 1 \quad \text{при} \quad \text{любой} \quad \text{ширине} \\ \text{рассматриваемого блока «b»}.$$

Вывод: Борт карьера заведомо неустойчив.

II вариант. $C'=15 \text{ т/м}^2$; $P_{бок}=0$.

Комментарий: по сравнению с I вариантом вводим связность структурных блоков.

$$P_c \approx 289500 \times b;$$

$$F_{тр}^{под} \approx 156800 \times b;$$

$$F_{сцепл}^{под} = b \times L \times C' = 770 \text{ м} \times 15 \text{ т/м}^2 \times b = 11550 \times b;$$

$$F_{сцепл}^{бок} = 2 \times C' \times S_{abc} = 2 \times 15 \text{ т/м}^2 \times 150800 \text{ м}^2 = 4524000 \text{ т};$$

$$F_{тр}^{бок} = 2 \times P_{бок} \times S_{abc} \times \text{tg} \varphi' = 0;$$

$$n = (F_{тр}^{под} + F_{сцепл}^{под} + F_{сцепл}^{бок} + F_{тр}^{бок}) / P_c = (156800 \times b + 11550 \times b + 4524000 + 0) / 289500 \times b.$$

После выполнения необходимых преобразований и сокращений приходим к выражению:
 $n = 0,58 + 15,63/b$.

Принимая $n \geq 1,3$ для борта на конечном контуре, получим, что $n \geq 1,3$ при $b \leq 21,7 \text{ м}$.

Анализ полученных результатов. При наличии связности структурных блоков друг с другом устойчивость массива скальных пород повышается по сравнению с отсутствием связности (I вариант). Но коэффициент запаса устойчивости выше или равен нормативному значению при ширине рассматриваемого блока меньшей размера и расчетного и инженерно-геологического блоков.

Вывод: Борт карьера недостаточно устойчив.

III вариант. $C'=0$; $P_{бок}=2000$ т/м².

Комментарий: Данный вариант соответствует случаю несвязного массива скальных пород, сжатого горизонтальными напряжениями.

$$P_c \approx 289500 \times b;$$

$$F_{тр}^{под} \approx 156800 \times b;$$

$$F_{сцепл}^{под} = 0;$$

$$F_{сцепл}^{бок} = 0;$$

$$F_{тр}^{бок} = 2 \times P_{бок} \times S_{abc} \times \operatorname{tg} \varphi' = 2000 \text{ т/м}^2 \times 150800 \text{ м}^2 \times 0,45 = 271440000 \text{ т};$$

$$n = (F_{тр}^{под} + F_{сцепл}^{под} + F_{сцепл}^{бок} + F_{тр}^{бок}) / P_c = (156800 \times b + 0 + 0 + 271440000) / 289500 \times b.$$

После выполнения необходимых преобразований и сокращений приходим к выражению:
 $n = 0,54 + 937,6/b.$

Принимая $n \geq 1,3$ для борта на конечном контуре, получим, что $n \geq 1,3$ при $b \leq 1233,7$ м.

Анализ полученных результатов. Коэффициент запаса устойчивости выше или равен нормативному значению при ширине рассматриваемого блока большей размера и инженерно-геологического и расчетного блоков.

Вывод: Борт карьера устойчив.

IV вариант. $C'=15$ т/м²; $P_{бок}=2000$ т/м².

Комментарий: Данный вариант соответствует связному состоянию массива скальных пород, сжатого горизонтальными напряжениями.

$$P_c \approx 289500 \times b;$$

$$F_{тр}^{под} \approx 156800 \times b;$$

$$F_{сцепл}^{под} = b \times L \times C' = 770 \text{ м} \times 15 \text{ т/м}^2 \times b = 11550 \times b;$$

$$F_{сцепл}^{бок} = 2 \times C' \times S_{abc} = 2 \times 15 \text{ т/м}^2 \times 150800 \text{ м}^2 = 4524000 \text{ т};$$

$$F_{тр}^{бок} = 2 \times P_{бок} \times S_{abc} \times \operatorname{tg} \varphi' = 2000 \text{ т/м}^2 \times 150800 \text{ м}^2 \times 0,45 = 271440000 \text{ т};$$

$$n = (F_{тр}^{под} + F_{сцепл}^{под} + F_{сцепл}^{бок} + F_{тр}^{бок}) / P_c =$$

$$= (156800 \times b + 11550 \times b + 4524000 + 271440000) / 289500 \times b.$$

После выполнения необходимых преобразований и сокращений приходим к выражению:
 $n = 0,58 + 953,2/b.$

Принимая $n \geq 1,3$ для борта на конечном контуре, получим, что $n \geq 1,3$ при $b \leq 1323,9$ м.

Анализ полученных результатов. Коэффициент запаса устойчивости выше или равен нормативному значению при ширине рассматриваемого блока большей размера и инженерно-геологического и расчетного блоков.

Вывод: Борт карьера устойчив.

5.4 Примерные вопросы для групповой дискуссии

1. От каких факторов зависит изменение объема вскрыши при изменении угла наклона борта карьера?

2. На какие группы делятся горные породы по их устойчивости в откосах по классификации Г.Л. Фисенко?
3. Какие виды потери устойчивости бортов карьеров и уступов Вы знаете?
4. На чем основывается классическая концепция оценки устойчивости бортов карьеров в массивах слабосвязных пород?
5. Как изменится устойчивость уступов, если мощность нарушенной зоны увеличится?
6. Какими основными показателями характеризуется прочность на сдвиг по контакту?
7. Какие способы укрепления карьерных уступов Вы знаете? Какие основные виды дренажа карьерных полей Вы знаете?
8. Чем определяется возможность отсыпки отвала на горном склоне и степень его (отвала) устойчивости?
9. Возможно ли существование вертикального откоса в горной породе, сцепление которой больше нуля?
10. Как называется показатель, определяемый отношением удерживающих и сдвигающих сил по поверхности скольжения в массиве откоса?

5.5 Вопросы к зачету

1. Основные свойства горных пород с точки зрения их устойчивости в откосах. Классификация горных пород по их устойчивости в откосах.
2. Основные факторы, влияющие на устойчивость бортов и уступов карьеров.
3. Виды потери устойчивости карьерными откосами.
4. Основные природные факторы, влияющие на устойчивость карьерных откосов.
5. Основные техногенные факторы, влияющие на устойчивость карьерных откосов.
6. Основные регулируемые параметры отвала с точки зрения его устойчивости.
7. Предельное состояние горных пород. Потенциальная поверхность скольжения.
8. Коэффициент запаса устойчивости борта карьера и отдельного уступа.
9. Устойчивость бортов и уступов карьеров в сыпучих, слабосвязных средах. Угол естественного откоса.
10. Связность горных пород. Внутреннее трение.
11. Основные геомеханические особенности массива скальных пород.
12. Основные расчетные характеристики массива скальных пород.
13. Основные факторы, влияющие на параметры нарушенной зоны.
14. Влияние гидрогеологических условий на устойчивость бортов и уступов карьеров в сыпучих средах. Оползни и оплывины.
15. Общие сведения об осушении карьерных полей.
16. Устойчивость отвалов, хвостохранилищ и других насыпных сооружений.
17. Устойчивость бортов и уступов карьеров в массивах прочных скальных пород.
18. Инженерно-геологические и геомеханические модели массивов пород в окрестности карьерных выемок.
19. Напряженно-деформированное состояние массива скальных пород в окрестности карьерных выемок и методы его определения.
20. Влияние напряженно-деформированного состояния породного массива на устойчивость бортов карьеров и отдельных уступов.
21. Методы и средства укрепления карьерных откосов.
22. Системы контроля устойчивости бортов карьеров и отдельных уступов.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
21.05.04 Горное дело
Специализация №3 Открытые горные работы**

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		Б1.В.ОД.4			
Дисциплина		Устойчивость бортов, карьеров и отвалов			
Курс	5	семестр	9, 10		
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства				
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Андреева Наталья Николаевна, старший преподаватель кафедры			
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ		72/2	Кол-во семестров	2	Форма контроля
					Зачет 4/4
ЛК _{общ./тек. сем.}	10/10	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	6/6	ЛБ _{общ./тек. сем.}	-/-
				СРС _{общ./тек. сем.}	52/52

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений (ОПК-9);
- владение навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1);
- готовность демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-5);
- использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов (ПК-6);
- готовность демонстрировать навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов (ПК-21).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ОПК-9, ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-21	Устный опрос на понимание терминов	2	10	В течение сессии
ОПК-9, ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-21	Решение задач	5	10	В течение сессии
ОПК-9, ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-21	Групповая дискуссия	4	8	В течение сессии
ОПК-9, ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-21	Контрольная работа	1	32	За 2 недели до сессии
Всего:			60	
Зачет		Вопрос 1	20	По расписанию
		Вопрос 2	20	
Всего:			40	
Итого:			100	
Дополнительный блок				
ОПК-9, ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-21	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию
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.