

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Крюков Вадим Николаевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 25.06.2026 16:25:57

Уникальный программный ключ:

1b0adb7fd710f6a0725d90c58682bd0c52f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заполярье государственный университет им. Н. М. Федоровского»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Маркшейдерский контроль за сдвижением горных пород

Уровень образования: специалитет

Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

Разработчик ФОС:

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № от г.

И.о.заведующего кафедрой _____ к.т.н., доцент Т.П. Дарбинян

Фонд оценочных средств по дисциплине Маркшейдерский контроль за сдвижением горных пород для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности / направлению подготовки 21.05.04 Горное дело на основе Рабочей программы дисциплины Маркшейдерский контроль за сдвижением горных пород, утвержденной решением ученого совета от г., Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1. Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
<p>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>УК-4.1 Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии</p>
	<p>УК-4.2 Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках</p>
	<p>УК-4.3 Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных</p>
<p>ПК-1 Способен к маркшейдерско-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэрокосмическими методами, в том числе, владением методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции маркшейдерских, нивелирных, гравиметрических сетей, а также координатных построений сетей специального назначения</p>	<p>ПК-1.1 Использует технологии обеспечения изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэрокосмическими методами</p>

<p>ПК-1 Способен к маркшейдерско-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэроскопическими методами, в том числе, владением методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции маркшейдерских, нивелирных, гравиметрических сетей, а также координатных построений сетей специального назначения</p>	<p>ПК-1.2 Владеет методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции маркшейдерских, нивелирных сетей</p>
	<p>ПК-1.3 Использует методы гравиметрических измерений для построения гравиметрических сетей, а также сетей специального назначения</p>
<p>ПК-2 Готов выполнять специализированные маркшейдерско-геодезические работы при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов, проводить специальные геодезические измерения при эксплуатации поверхности и недр Земли (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи)</p>	<p>ПК-2.1 Владеет методами выполнения специализированных маркшейдерско-геодезических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов</p>

ПК-2 Готов выполнять специализированные маркшейдерско-геодезические работы при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов, проводить специальные геодезические измерения при эксплуатации поверхности и недр Земли (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи)	ПК-2.2 Выполняет специальные маркшейдерско-геодезические измерения при эксплуатации поверхности и недр Земли
	ПК-2.3 Выполняет специальные маркшейдерско-геодезические измерения для объектов континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

№п/п	Контролируемые разделы(темы) дисциплины	Кодрезультатаобучения по дисциплине/ модулю	Оценочные средства текущей		Оценочные средства промежуточно	
			Наименование	Форма	Наименование	Форма

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

2.1. Задания для текущего контроля успеваемости

УРОВЕНЬ 1: БАЗОВЫЙ (ЗНАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ)

1. Задание закрытого типа на установление соответствия

Условие: Установите соответствие между основными зонами в толще горных пород, образующимися над подземной очистной выработкой, и их физическим состоянием.

• **Зоны сдвижения:**

1. Зона обрушения
2. Зона трещиноватости (упорядоченного сдвижения)
3. Зона прогиба слоев (плавного сдвижения)

• **Физическое состояние массивов:**

- А) Слои пород изгибаются без нарушения сплошности и разрывов, плавно оседая вслед за продвижением забоя.
- Б) Породы полностью теряют первоначальную структуру, раскалываются на отдельные блоки и хаотично заполняют выработанное пространство.

○ В) Породы расслаиваются, в них образуются многочисленные техногенные трещины расслоения, но блоки сохраняют относительную связь.

Ответ: 1 — Б, 2 — В, 3 — А.

2. Задание закрытого типа на установление последовательности

Условие: Расположите в правильной технологической последовательности этапы организации маркшейдерской наблюдательной станции на земной поверхности для контроля сдвижения.

• Этапы:

1. Проектирование профильных линий (расчет направления, длины линий и шага между реперами).
2. Закладка (бетонирование) грунтовых или скальных реперов на местности.
3. Выполнение начальных (исходных) серий наблюдений для определения стартовых координат и высот реперов.
4. Проведение регулярных повторных инструментальных замеров по мере подхода фронта горных работ.
5. Камеральная обработка данных, вычисление величин деформаций и составление отчетов.

Ответ: 1 — 2 — 3 — 4 — 5.

3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

Условие: Какая точка мульды сдвижения на земной поверхности характеризуется максимальным значением вертикального оседания η_{max} при условии, что отработка запасов достигла полной (критической) площади выемки?

- А) На границе мульды сдвижения (у границы зоны влияния).
- Б) В точке над монтажной (разрезной) печью.
- В) В центре мульды сдвижения (над серединой выработанного пространства).
- Г) Непосредственно над контуром целика.

Ответ: В) В центре мульды сдвижения (над серединой выработанного пространства).

• **Обоснование выбора:** При полной подработке максимальный прогиб и оседание слоев всегда формируются в геометрическом центре плоского дна мульды, где влияние краевых частей (целиков), удерживающих толщу пород, минимально. На границах мульды (А, Г) оседание стремится к нулю, а над монтажной печью (Б) формируется лишь переходная зона деформаций.

4. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

Условие: Какие исходные параметры горно-геологических условий маркшейдер обязан учитывать при расчете ожидаемых деформаций земной поверхности и построении предохранительных целиков?

- А) Глубина ведения горных работ от поверхности.
- Б) Угол падения и мощность отрабатываемого пласта (рудного тела).
- В) Химический состав и марка добываемого угля.
- Г) Физико-механические свойства пород налегающей толщи (прочность, трещиноватость).

Ответ: А, Б, Г.

• **Развернутое обоснование:** Глубина (А) напрямую влияет на размеры мульды сдвижения. Угол падения и мощность (Б) определяют симметричность мульды и потенциальный объем сдвигающихся масс. Свойства пород (Г) задают углы сдвижения (скальные породы сдвигаются под более крутыми углами, рыхлые — под настильными). Химическая марка угля (В) определяет его сортность, но никак не влияет на механику сдвижения горных пород.

5. Задание открытого типа с развернутым ответом

Условие: Что такое «мульда сдвижения» и в какой момент маркшейдер фиксирует фазу ее полной (установившейся) консолидации?

Ответ: Мульда сдвижения — это участок земной поверхности, подвергшийся оседанию и деформациям в результате подземной разработки полезных ископаемых. Фазу полной консолидации (прекращения процесса сдвижения) маркшейдер фиксирует тогда, когда по данным повторных инструментальных измерений на наблюдательной станции величины оседаний реперов в течение длительного времени (обычно от 6 месяцев до года, в зависимости от нормативных инструкций бассейна) не превышают погрешности измерений (1–2 мм).

УРОВЕНЬ 2: ПРИКЛАДНОЙ (АНАЛИЗ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ)

6. Задание закрытого типа на установление соответствия

Условие: Сопоставьте контролируемые параметры деформаций мульды сдвижения с их маркшейдерским расчетным смыслом.

- **Параметры:**

1. Наклон i
2. Кривизна K
3. Относительное горизонтальное растяжение/сжатие ε

- **Расчетный смысл:**

- А) Отношение изменения расстояния между двумя соседними реперами к первоначальному расстоянию между ними.
- Б) Первая производная от функции вертикального оседания (отношение разности оседаний двух точек к расстоянию между ними).
- В) Изменение наклона на единицу длины интервала, определяющее степень изгиба земной поверхности.

Ответ: 1 — Б, 2 — В, 3 — А.

7. Задание закрытого типа на установление последовательности

Условие: Укажите правильный порядок выполнения камеральных работ маркшейдера при обработке результатов нивелирования реперов наблюдательной станции.

- **Порядок действий:**

1. Вычисление фактических отметок высот H всех грунтовых реперов по результатам текущей серии нивелирования.
2. Определение абсолютных величин оседаний η каждого репера относительно исходной серии измерений.
3. Расчет относительных деформаций (наклонов и кривизны) между смежными реперами профильной линии.
4. Построение графиков (профилей) оседаний, наклонов и горизонтальных сдвигов.
5. Сравнение фактических деформаций с допустимыми значениями для охраняемых наземных объектов.

Ответ: 1 — 2 — 3 — 4 — 5.

8. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

Условие: Какой метод геодезических измерений является основным и нормативно установленным для определения вертикальных оседаний реперов наблюдательных станций с требуемой точностью?

- А) Тригонометрическое нивелирование электронным тахеометром.
- Б) Геометрическое нивелирование высокого класса точности (I, II или III класс короткой визирной осью).

- В) Барометрическое нивелирование по давлению воздуха.
- Г) Аэрофотосъемка с бытовых беспилотных летательных аппаратов.

Ответ: Б) Геометрическое нивелирование высокого класса точности.

- **Обоснование выбора:** Сдвигение пород требует фиксации миллиметровых изменений высот грунтовых реперов. **Геометрическое нивелирование (Б)** с использованием инварных реек и прецизионных нивелиров обеспечивает среднеквадратическую погрешность определения высот менее 1 мм на станцию. Тригонометрический метод (А) имеет более высокую погрешность из-за влияния рефракции, а методы В и Г не обладают необходимой точностью для мониторинга опасных деформаций.

9. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

Условие: Выберите приборы и системы, которые маркшейдерская служба может закладывать непосредственно *внутри подземных горных выработок* для непрерывного контроля устойчивости вмещающего массива и прогноза вывалов.

- А) Скважинные многоточечные экстензометры (датчики послойного сдвижения).
- Б) Струнные или гидравлические датчики давления (мессдозы) в закладочном массиве или под крепью.

- В) Световозвращающие марки для лазерного мониторинга конвергенции стенок.
- Г) Переносные магнитные компасы геолога.

Ответ: А, Б, В.

• **Развернутое обоснование:** Экстензометры (А) фиксируют расслоение кровли на разных глубинах скважины. Мессдозы (Б) измеряют динамику роста горного давления на крепь. Марки конвергенции (В) позволяют тахеометру отслеживать сужение выработки. Компас (Г) служит для грубого ориентирования по азимуту падения и геомеханические деформации внутри массива зафиксировать не способен.

10. Задание открытого типа с развернутым ответом

Условие: Объясните разницу между граничными углами и углами сдвижения при маркшейдерских расчетах зон влияния подземных работ.

Ответ:

• **Граничные углы** — это углы, определяющие внешнюю (полную) границу мульды сдвижения на поверхности, где оседания составляют первые миллиметры (граница зоны влияния, за которой деформаций нет).

• **Углы сдвижения** — это углы, определяющие границы опасной зоны мульды, внутри которой деформации превышают допустимые значения для строительных конструкций (наклоны более 2×10^{-3} , растяжения более 1×10^{-3}). Именно по углам сдвижения строятся предохранительные целики под здания.

УРОВЕНЬ 3: ЭКСПЕРТНЫЙ (ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ)

11. Задание закрытого типа на установление соответствия

Условие: Сопоставьте типы охраняемых наземных объектов со специфическими деформационными параметрами, к которым они наиболее чувствительны при подработке.

• **Наземные объекты:**

1. Протяженные стальные магистральные трубопроводы
2. Высокие кирпичные дымовые трубы и башни копров
3. Железнодорожные пути общего пользования

• **Критический параметр деформации:**

○ А) Наклоны поверхности i , вызывающие опасный эксцентриситет, крем сооружения и угрозу опрокидывания.

○ Б) Горизонтальные деформации растяжения и сжатия ε , способные разорвать сварные швы или смять трубы.

○ В) Изменение продольного профиля (радиуса кривизны) и уклонов головок рельсов, грозящее сходом поезда.

Ответ: 1 — Б, 2 — А, 3 — В.

12. Задание закрытого типа на установление последовательности

Условие: Определите правильную последовательность инженерных действий маркшейдера при обнаружении критической активизации сдвижения пород вблизи охраняемой автодороги.

• **Действия:**

1. Фиксация резкого скачка скоростей оседаний реперов по данным оперативной съемки наблюдательной станции.

2. Оформление официального маркшейдерского извещения об опасных деформациях и передача его главному инженеру рудника и дорожным службам.

3. Выставление предупреждающих знаков и введение ограничения скорости движения транспорта на подрабатываемом участке дороги.

4. Перевод профильной линии в режим учащенных (ежесуточных) инструментальных наблюдений до стабилизации массива.

5. Организация совместно с дорожно-строительными службами засыпки трещин деформаций и выравнивания полотна дороги.

Ответ: 1 — 2 — 3 — 4 — 5.

13. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

Условие: Маркшейдер производит расчет ширины целика. Известно, что в процессе подработки горизонтального пласта на глубине $H = 300$ м граничный угол в наносах составляет $\varphi = 60^\circ$. Каково горизонтальное расстояние от контура выработки до внешней границы зоны влияния на поверхности в пределах слоя наносов, если мощность наносов $h_{\text{нан}} = 30$ метров? (Для расчета принять прямоугольный треугольник деформаций).

- А) 17,3 м
- Б) 30,0 м
- В) 51,9 м

- Г) 15,0 м

Ответ: А) 17,3 м.

• **Обоснование выбора:** Согласно геометрическому построению мульды сдвижения, искомый катет прямоугольного треугольника (горизонтальный сдвиг границы) рассчитывается через котангенс граничного угла и высоту слоя наносов:

$$L = h_{\text{нан}} \times \cot(\varphi) = 30 \times \cot(60^\circ) = 30 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 30 \times 0,577 = 17,32 \text{ м.}$$

Вариант В 51,9 м получится, если ошибочно умножить на тангенс 60° ($30 \times 1,732$), что нарушит геометрический смысл отсчета углов сдвижения от горизонтали.

14. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

Условие: Маркшейдерская служба внедряет автоматизированный мониторинг больших площадей подработки на территории городского округа над горным отводом шахты. Какие современные дистанционные методы целесообразно интегрировать в единую систему контроля сдвижения?

- А) Космическую радарную интерферометрию (InSAR) на основе анализа серии спутниковых снимков.
- Б) Использование роботизированных тахеометров со створами непрерывного сканирования призм на фасадах зданий.
- В) Применение подземных сейсмоакустических систем прослушивания микроразрушений массива.
- Г) Ручной замер нивелиром Н-3 каждые два года.

Ответ: А, Б, В.

• **Развернутое обоснование: InSAR (А)** позволяет бесконтактно фиксировать оседания земной поверхности на площади в квадратные километры с точностью до нескольких миллиметров. **Роботизированные тахеометры (Б)** незаменимы для круглосуточного слежения за кренами ответственных зданий в режиме реального времени. **Сейсмоакустика (В)** контролирует динамику деформаций глубоко в недрах до того, как они выйдут на поверхность. Ручной замер редкой периодичности (Г) не обеспечивает оперативности автоматизированного контроля.

15. Задание открытого типа с развернутым ответом

Условие: Опишите, в чем заключается опасность «активизации процесса сдвижения горных пород» при повторной подработке и какие маркшейдерские риски с этим связаны.

Ответ: Повторная подработка происходит при отработке нижележащих пластов или сближенных рудных тел. Опасность заключается в том, что налегающая толща пород уже нарушена (раздроблена, имеет раскрытые трещины и пустоты от первой выемки). При повторном проходе горного фронта сдвижение пород активизируется мгновенно, без временного лага. Процесс протекает неплавно, а скачкообразно, углы сдвижения становятся более крутыми и непредсказуемыми. Маркшейдерские риски связаны с тем, что старые расчетные модели и предохранительные целики могут «не сработать», вызывая внезапные провалы на поверхности и разрушение инженерных сетей.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПОЛНОГО КОМПЛЕКТА (ЗАДАНИЯ

16–20)

16. [Уровень 1] Соответствие: Типы реперов наблюдательной станции

- **Тип репера:**

1. Опорный (фундаментальный) репер
2. Рабочий грунтовый репер
3. Настенный репер

- **Место установки и назначение:**

- А) Закладывается на цоколях зданий и сооружений для контроля за их оседанием и кренами.
- Б) Устанавливается на профильной линии в зоне предполагаемых деформаций для непосредственной фиксации сдвигов почвы.
- В) Заглубляется вне зоны влияния горных работ (на скальное основание) для сохранения неизменной высотной отметки, от которой ведется ход.

Ответ: 1 — В, 2 — Б, 3 — А.

17. [Уровень 2] Последовательность: Развитие провала над выработкой

Условие: Расположите этапы образования техногенного провала на поверхности при обрушении кровли выработки на малой глубине в хронологическом порядке.

• **Этапы:**

1. Образование первичных трещин расслоения непосредственно над выработанным пространством.
2. Ступенчатое обрушение нижележащих слоев пород и заполнение пустоты обломочным материалом с увеличением объема пород (разрыхлением).
3. Достижение куполом обрушения границы слоя наносов (песков, глин).
4. Внезапный вывал наносов в подземную полость с образованием на земной поверхности воронки (провала) с крутыми бортами.

Ответ: 1 — 2 — 3 — 4.

18. [Уровень 2] Выбор одного с обоснованием: Максимальный наклон

Условие: В какой зоне мульды сдвижения на поверхности фиксируются наибольшие значения наклонов i_{max} и горизонтальных сдвигов, представляющие наибольшую опасность для фундаментов зданий?

- А) В зоне плоского дна мульды (над центром выемки).
- Б) В зоне полумульды над границами выработанного пространства (над контуром забоя).
- В) Далеко за пределами контура горного отвода.
- Г) В точках установки опорных глубинных реперов.

Ответ: Б) В зоне полумульды над границами выработанного пространства (над контуром забоя).

• **Обоснование:** Графики деформаций показывают, что в центре мульды оседание хоть и максимально, но кривая выполаживается (наклон равен нулю). Наиболее резкий перегиб профиля и максимальный градиент высот (максимальный наклон) формируются именно над границей выемки, в зоне перехода от неподвижного массива к зоне оседания. Именно там здания испытывают сильный перекосяк.

19. [Уровень 2] Выбор нескольких с обоснованием: Меры снижения деформаций

Условие: Какие горнотехнические (подземные) мероприятия, контролируемые маркшейдером, позволяют значительно снизить деформации и оседания земной поверхности при невозможности оставления целиков?

- А) Переход от систем разработки с обрушением кровли к системам с полной твердеющей закладкой выработанного пространства.
- Б) Частичная отработка пласта полосами (камерно-столбовая система с жесткими межкамерными целиками).
- В) Увеличение скорости подвигания очистного забоя для обеспечения плавного прогиба слоев.
- Г) Отключение водоотлива и полное затопление шахтного поля в процессе ведения очистных работ.

Ответ: А, Б, В.

• **Обоснование:** **Закладка пустот (А)** жесткими смесями сводит оседание к минимуму (коэффициент заполнения близок к 1). **Оставление полос-целиков (Б)** перераспределяет нагрузку и удерживает кровлю от массового сдвига. **Высокая скорость забоя (В)** снижает динамические пики деформаций на поверхности, распределяя оседание во времени без образования резких уступов. Затопление (Г) во время работ недопустимо по правилам безопасности из-за риска затопления забоев.

20. [Уровень 3] Открытый вопрос: Маркшейдерское обеспечение подработки водоемов

Условие: В чем заключается главная задача маркшейдерского контроля при подработке природных водоемов (рек, озер) или крупных водоносных горизонтов?

Ответ: Главная задача маркшейдера заключается в предотвращении образования сквозных водопроводящих трещин от выработанного пространства до дна водоема, что может вызвать внезапный прорыв тысяч кубометров воды в шахту и гибель людей.

Маркшейдер рассчитывает безопасную высоту **зоны водопроводящих трещин (ЗВТ)** на основе физико-механических свойств пород. Съёмками контролируется, чтобы между верхней границей ЗВТ и донной поверхностью водоема оставался мощный защитный слой водоупорных пород (целик), исключающий гидравлическую связь подземного рудника с поверхностным водоемом.

2.2 Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

1. Темы курсовых работ (проектов)

Включают расчетно-графическое моделирование процесса сдвижения, обработку натурных инструментальных наблюдений и проектирование мер защиты сооружений.

- **Проектирование профильных линий наблюдательной станции** за сдвижением земной поверхности в условиях отработки пологого угольного пласта.
- **Расчет и предрасчет ожидаемых сдвижений и деформаций** земной поверхности при подземной разработке рудного месторождения.
- **Математическая обработка результатов инструментальных маркшейдерских наблюдений** на профильной линии и определение фактических углов сдвижения.
- **Построение предохранительных целиков и определение границ опасных зон** для защиты поверхностного комплекса шахты (или гражданского объекта).
- **Маркшейдерский расчет устойчивости бортов и уступов карьера** при ведении открытых горных работ вблизи охраняемых водоемов.
- **Пространственно-геометрическое моделирование процесса провалообразования** над ликвидлируемыми или старыми подземными выработками.

2. Темы рефератов

Направлены на изучение нормативно-правовых актов Ростехнадзора, классических и современных приборных методов мониторинга деформаций.

- **Нормативные требования действующих Правил охраны сооружений** и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок.
- **Методика высокоточного геометрического нивелирования** и полигонометрии при ведении наблюдений на станциях сдвижения.
- **Применение глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС)** для автоматизированного мониторинга деформаций массива горных пород.
- **Особенности процесса сдвижения горных пород при отработке крутых пластов** и специфика образования воронкообразных провалов.
- **Влияние гидрогеологических факторов (осушение, обводнение)** на активизацию процессов сдвижения и оседание земной поверхности.
- **Методы и приборы глубинного (внутридисcretного) мониторинга деформаций массива:** экстензометры, инклинометры и датчики давления.

3. Темы научно-исследовательских эссе

Ориентированы на критический анализ связи маркшейдерского контроля с цифровизацией, экологическими рисками и безопасностью недропользования.

- **Спутниковая радарная интерферометрия (InSAR)** против наземных маркшейдерских измерений: заменит ли космос классические наблюдательные станции?
- **Роль главного маркшейдера в оценке геотехнических рисков** и предотвращении аварийных ситуаций, связанных с деформацией гражданской инфраструктуры.
- **Цифровой двойник мульды сдвижения:** интеграция расчетных математических моделей с данными лазерного сканирования и БПЛА.
- **Проблема подработки водных объектов:** баланс между экономической эффективностью добычи и рисками экологической катастрофы (прорыва воды в шахту).
- **Активизация сдвижения пород в постэксплуатационный период:** почему контроль деформаций необходим даже после полной ликвидации шахты.

• Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80% тестовых заданий;

• Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60% тестовых заданий;

• Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45%.