

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Научного совета  
DSc.30.08.2018.FM/T.02.09  
при Самаркандском  
государственном университете  
Р.И.Халмурадов



\_\_\_\_\_ 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Высшей  
Аттестационной Комиссии  
при КМ РУз  
А.Т.Юсупов



« » \_\_\_\_\_ 2018 г.

ПРОГРАММА

квалификационного экзамена по специальности  
01.02.03-«Механика грунтов и горных пород»

Утвержден протоколом № 260 от «29» сентября 2018 г.  
Президиума Высшей Аттестационной Комиссии  
при Кабинете Министров Республики Узбекистан

Самарканд - 2018

## **Введение**

В основу настоящей программы положены следующие: Понятие механики грунтов и горных пород как теоретической и прикладной дисциплины. Общие концепции и теоретические основы, используемые законы и уравнения (сохранения, движения, равновесия). Дополнительные уравнения, конкретизирующие свойства и особенности деформирования реальных грунтов и горных пород - упругость, пластичность, ползучесть, дилатансию и характер разрушения. Общая схема построения математических моделей механики грунтов и горных пород; замкнутая система уравнений, начальные и граничные условия. Роль эксперимента при построении математических моделей, их проверке и уточнении. Основные задачи строительства, горного дела, нефтедобычи и тектоники (раздел геологии), определяющие практическую направленность механики грунтов и горных пород. Основы математического моделирования и численные методы. Основы теории вероятностей и математической статистики.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан по механико-математическим и техническим наукам при участии СамГУ.

### **1. Свойства грунтов и горных пород, их деформируемость и прочность**

Механические свойства грунтов как многофазных дисперсных систем. Упругость, пластичность, необратимая объемная деформация, дилатансия, ползучесть. Эффекты, обусловленные наличием жидкой фазы (просадки, набухание).

Стадии развития деформаций грунтов при медленных нагружениях, допредельное деформирование и предельное состояние. Необратимые сдвиговые и объемные деформации. Пластическое течение в предельном состоянии. Проявление упругой разгрузки.

Предельное состояние грунта. Модель статики сыпучей среды. Полные модели предельного состояния. Трение при больших величинах нормального давления.

Свойства породного массива и слагающих его горных пород. Определение механических характеристик горных пород в лабораторных и природных условиях. Схемы и методы лабораторных и полевых экспериментальных исследований деформационных и прочностных свойств горных пород. Масштабные эффекты, влияние температуры и давления на свойства пород.

Упруго-пластическое деформирование, предел прочности и запредельное деформирование грунтов и горных пород. Хрупкое разрушение; механические свойства и эффекты дилатансии в неразрушенной и разрушенной горной породе.

### **2. Модельное исследование в механике грунтов и горных пород**

Теория линейно-деформируемой среды и другие деформационные теории пластичности в приложении к механике грунтов. Эффекты влияния истории нагружения на развитие деформаций в грунтах. Теории пластичности в прира-

щениях (упрочнение и течение). Понятие о поверхности нагружения, ассоциированном законе течения и развитии анизотропии грунта при его пластическом деформировании. Опыты, необходимые для экспериментального изучения роли истории нагружения и конкретизации модели, учитывающей ее влияние.

Математические модели породного массива и процессов деформирования горных пород. Описание упругих, вязкоупругих и пластических деформаций при статических (квазистатических) нагрузках. Учет анизотропии и характеристик запредельного деформирования горных пород. Модели тектонически трещиноватого и блочного массива.

Методы физического моделирования напряженно-деформированного состояния породного массива (фотоупругость, эквивалентные материалы и т.д.). Средства и методы оценки напряженно-деформированного состояния породного массива; механические и геофизические методы диагностики и контроля его механического состояния.

### **3. Влияние свойств горных пород на движение в них жидкости и газа**

Движение жидкости в трещиноватых и пористых средах. Фильтрация двухфазной жидкости. Механизм вытеснения нефти из слоистых сред. Влияние силы тяжести на подземное движение нефти и газа. Основные представления о механическом взаимодействии горных пород и насыщающих их жидкостей. Деформация горных пород в результате механического взаимодействия горных пород и насыщающих их жидкостей.

### **4. Динамические процессы и разрушение породного массива**

Волновые процессы в породном массиве, возникающие при импульсных воздействиях. Распространение волн напряжений в грунтах и горных породах и их взаимодействие с подземными и наземными сооружениями. Откольные явления.

Качественная картина разрушения породного массива при ударном и взрывном нагружении. Хрупкое разрушение и множественное трещинообразование при импульсном нагружении. Динамика трещин и дробление горных пород взрывом.

Динамические модели деформирования и разрушения горных пород при взрыве и ударе. Динамические критерии разрушения. Зонные модели разрушения горных пород взрывом. Учет структурных особенностей массива при оценке разрушающего действия взрыва в горных породах. Влияние силы тяжести (масштабные эффекты) на процесс перемещения горной массы с помощью энергии взрыва.

### **5. Основные задачи механики грунтов и горных пород**

Задача расчета грунтовых оснований; состояние вопроса. Схема расчета осадки сооружений на грунтовых и песчаных основаниях, основанные на исследовании напряженно-деформированных состояний. Расчет устойчивости отвалов и проблема оползней, деформационные критерии устойчивости. Расчет давлений сыпучих материалов на конструкции и сооружения (шахтные стволы,

горные крепи, подбункерные конструкции). Напряженно-деформированное состояние сыпучих материалов в сходящихся каналах и бункерах при выпуске. Задачи механики сыпучих тел применительно к подземной разработке коренных рудных месторождений.

Оценка исходного напряженно-деформированного состояния породного массива и определение свойств структурно слагающих его горных пород. Разработка методов получения информации о массиве горных пород и изменениях, происходящих в нем. Расчет статических полей напряжений и деформаций в сплошных и нарушенных массивах. Определение напряженно-деформированного состояния массива путем математического моделирования. Задачи предельного равновесия. Оценка и прогноз устойчивости горных склонов и бортов карьеров.

Задачи фильтрации нефти и газа в пластах и математического моделирования тектонических процессов формирования нефтеносных структур.

Задачи расчета подземных сооружений на прочность и устойчивость под воздействием силы тяжести и тектонических сил; простейшие расчеты напряженно-деформированного состояния в окрестности подземной выработки с учетом необратимых деформаций и разрушения. Прочность и устойчивость подземных полостей, образованных взрывом или выщелачиванием. Задачи о действии взрыва и удара на грунты и горные породы. Волновые процессы, взаимодействие волн напряжений с наземными и подземными сооружениями.

## **6. Основы математического моделирования**

Понятия о моделях и моделированиях. Роль моделирования в процессе познания и практической деятельности человека. Определение и назначение математического моделирования. Понятие о математических моделях. Классификация математических моделей. Основные требования, предъявляемым математическим моделям. Прямые и обратные задачи математического моделирования. Этапы построения математической модели. Соответствие математической модели и её реального объекта. Вычислительный эксперимент и его этапы. Универсальность математических моделей.

Методы и подходы построения математических моделей. Вариационный принцип. Метод аналогии в математическом моделировании. Иерархический подход к получению моделей.

Некоторые модели простейших нелинейных объектов. О нелинейности и происхождении нелинейности математических моделей. Три режима в нелинейной модели популяции. Влияние сильной нелинейности на процесс колебаний. Некоторые модели соперничества. Взаимоотношения в системе «хищник-жертва». Гонка вооружений между двумя странами. Боевые действия двух армий.

## **7. Численные методы решения задач механики грунтов и горных пород**

*Аналитические и численные методы решения задач.* Метод конечных разностей. Типичные разностные схемы для параболических, эллиптических и гиперболических уравнений. Метод конечных разностей для дифференциальных

уравнений. Методы конечных элементов, граничных элементов, граничных интегральных уравнений. Численная реализация метода характеристик в задачах динамики грунтов и задачах предельного равновесия сыпучих сред. Использование решений модельных задач механики грунтов и горных пород. Инженерные методы решения.

*Роль вычислительного эксперимента в механике грунтов и горных пород.* Программное обеспечение расчетов статических и динамических процессов деформирования горных пород. Понятие о пакетах программ общего назначения и специализированных комплексах программ.

*Автоматизация обработки результатов лабораторных и натурных экспериментов с помощью ЭВМ.* Автоматизированные измерительно-вычислительные комплексы для оперативной диагностики состояния горного массива. Автоматизированные информационные системы, ориентированные на накопление, обработку и использование информации по механическим свойствам горных пород и исходному напряженно-деформированному состоянию массива на конкретных горных объектах.

## **8. Основы теории вероятностей и математической статистики**

*Случайные события и их вероятности.* Пространство элементарных исходов. Связь между множествами и случайными событиями. Операции над событиями. Статистическая вероятность. Аксиомы теории вероятностей и простейшие следствия из них. Классическое вероятностное пространство. Элементы комбинаторики. Вычисление вероятности случайного события по классической схеме. Условная вероятность. Свойства условной вероятности. Теоремы сложения. Теоремы умножения. Формула полной вероятности. Формулы Байеса. Независимые события. Испытания Бернулли. Формула Бернулли. Наиболее вероятное число успехов.

*Дискретные случайные величины и их распределения.* Дискретная одномерная случайная величина. Ряд распределения. Функция распределения д.с.в. Числовые характеристики дискретных случайных величин. Дискретные распределения: равномерное, биномиальное, Пуассона, геометрическое. Теорема Пуассона.

*Случайный вектор.* Понятие случайного вектора и его функции распределения. Матрица распределения дискретного случайного вектора. Частные и условные законы распределения компонент дискретного случайного вектора. Корреляционный момент и его свойства. Коэффициент корреляции и его свойства. Корреляционная матрица случайного вектора.

*Непрерывные случайные величины и их распределения.* Непрерывные одномерные случайные величины. Функция плотности и её свойства. Мода и медиана непрерывной случайной величины. Числовые характеристики непрерывных случайных величин. Непрерывные распределения: равномерное на отрезке, показательное, нормальное, Коши. Теоремы Муавра – Лапласа.

*Предельные теоремы теории вероятностей.* Неравенство Чебышева. Типы сходимости случайных величин. Закон больших чисел и его проявления.

Теоремы Чебышева, Маркова, Бернулли, Хинчина. Понятие о центральной предельной теореме и ее роль в науке и обществе.

*Выборочный метод математической статистики.* Генеральная и выборочная совокупности. Вариационный и статистические ряды. Порядковые статистики и их применения. Выборочная функция распределения. Выборочные числовые характеристики. Группированный статистический ряд, гистограмма. Секторные диаграммы.

*Точечное и интервальное оценивание числовых характеристик и параметров распределения генеральной совокупности.* Понятие точечной статистической оценки. Требования к оценкам. Нахождение точечных оценок методом моментов и методом максимального правдоподобия. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии генеральной совокупности. Точечные оценки параметров основных распределений. Основные распределения математической статистики: распределение Пирсона, Стьюдента, Фишера. Интервальное оценивание числовых характеристик и параметров распределения. Основные понятия. Построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии нормального закона.

*Проверка статистических гипотез.* Проверка статистических гипотез. Критерий значимости. Построение критических областей. Ошибки 1-го и 2-го рода. Проверка гипотезы о законе распределения. Критерий «хи-квадрат». Проверка параметрических гипотез.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная литература*

1. Мирзиёев Ш.М. Мы вместе построим свободное, демократическое и процветающее государство Узбекистан. – Ташкент: «Ўзбекистон», 2017.– 56 с.
2. Мирзиёев Ш.М. Обеспечение верховенства закона и интересов человека – гарантия развития страны и благополучия народа. – Ташкент: «Ўзбекистон», 2017. – 48 с.
3. Мирзиёев Ш.М. Мы построим наше великое будущее с отважным и интеллигентным народом. – Ташкент: «Ўзбекистон», 2017. – 485 с.
4. Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан». [www.lex.uz](http://www.lex.uz).
5. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. - М., Недра, 1980.
6. Бочаров П. П., Печинкин А. В. Теория вероятностей. Математическая статистика. - 2-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 296 с.
7. Введение в математическое моделирование. Под ред. П.В.Трусова. – М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – 336 с.
8. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М., Высшая школа, 1976.
9. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. –М.: Наука. 1970.

10. Ершов Л.В., Либерман Л.К., Нейман И.Б. Механика горных пород. М., Недра, 1987.
11. Зарецкий Ю.К. Лекции по современной механике грунтов. Ростов-на – Дону, РГУ, 1989, 608 с.
12. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику: Учебник. М.: Издательство ЛКИ, 2010. - 600 с.
13. Исраилов М.И. Ҳисоблаш методлари, I-II –Т.: Ўзбекистон, 2005, 2008
14. Калиткин Н.Н. Численные методы. –М.: Наука. Гл. ред. физ. –мат. лит., 1978. –512 с.
15. Кибзун и др. Теория вероятностей и математическая статистика. базовый курс с примерами и задачами. М.: Физматлит, 2002. - 224 с.
16. Курленя М.В., Попов С.Н. Теоретические основы определения напряжений в горных породах. – Новосибирск, Наука, 1983.
17. Ляхов Г.М. Основы динамики взрывных волн в грунтах и горных породах. - М., Недра, 1974.
18. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М., Стройиздат, 1982.
19. Месчян С.Р. Реологические процессы в глинистых грунтах. Ереван, Айостан 1992. - 391 с.
20. Механика грунтов, оснований и фундаментов /Ухов С.Б., Тер-Мартirosьян З.Г. и др./ М., Высшая школа, 2002, 566с.
21. Расулов Х.З., Одилов И.О. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.– Тошкент: «Ўқитувчи», 1986.
22. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. - М., Недра, 1986.
23. Самарский А.А. Теория разностных схем. –М.: Наука. Гл. ред. физ. –мат. лит., 1989. – 616 с.
24. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. –М.: Наука. Гл. ред. физ. –мат. лит., 1989. –432 с.
25. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. –М.: Наука. Физматлит. 1997. –320 с.
26. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Пластичность горных пород. - М., Недра, 1979.
27. Хасанов А.З., Хасанов З.А. Инженерлик геологияси ва грунтлар механикаси. - Самарканд: Зарафшон, 2016.
28. Хасанов А.З., Хасанов З.А. Основания и фундаменты на лессовых просадочных грунтах. – Ташкент: ИПТД «Узбекистан», 2006.
29. Хасанов А.З., Хасанов З.А. Экспериментально-теоретические исследования прочности и устойчивости грунтов. – Самарканд: Зерафшан, 2015.
30. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс). - М., Высшая школа, 1973.

#### *Дополнительная литература*

1. Абдушукуров А.А. Эҳтимоллар назарияси ва математик статистика. Университет, 2010 й. - 169 б.

2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ, 1998.
3. Баврин И.И. Теория вероятностей и математическая статистика - М.: Высш. шк., 2005. - 160 с.
4. Бахвалов Л.А. Моделирование систем. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 290 с.
5. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М., Недра, 1982.
6. Гениев Г.А., Эстрин М.И. Динамика пластической и сыпучей сред. М., Стройиздат, 1972. - 216 с.
7. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика - М., Высшая школа, 2003. - 479 с.
8. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г. Глубинная геодинамика. Новосибирск, НИЦОИГГМ СО РАН, 1994.
9. Ержанов Ж.С. Теория ползучести горных пород и ее приложения. - Алма-Ата, Наука, 1964.
10. Зорин А.Н., Халимедик Ю.М., Колесников В.Г. Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых. М., Недра, 2001. - 414 с.
11. Механика скальных пород и современное строительство (под ред. Шемякина Е.И.). М., Недра, 1992.
12. Никифоровский В.С., Шемякин Е.И. Динамическое разрушение твердых тел. Новосибирск, Наука, 1979.
13. Советов Б. Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. -М: Высшая школа, 2007. – 344 с.
14. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды. М., Физматиз, 1954.

#### *Интернет сайты*

- |  |  |
|--|--|
| 1. <a href="http://www.edu.uz">http://www.edu.uz</a>             | 7. <a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a> |
| 2. <a href="http://www.ziyonet.uz">http://www.ziyonet.uz</a>     | 8. <a href="http://www.twirpx.com">http://www.twirpx.com</a>     |
| 3. <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>             | 9. <a href="http://www.msu.ru">http://www.msu.ru</a>             |
| 4. <a href="http://www.intuit.ru">http://www.intuit.ru</a>       | 10. <a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>            |
| 5. <a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a> | 11. <a href="http://www.nlr.ru">http://www.nlr.ru</a>            |
| 6. <a href="http://www.eqworld.ru">http://www.eqworld.ru</a>     |  |