

ISSN 1694-6065

ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ, АВТОМАТИКИ И
ГЕОМЕХАНИКИ НАН КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА

ЛОГОтип

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ,
ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОТЕХНОЛОГИИ И
ИНФОРМАТИКИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 56(2), 2024 г

БИШКЕК-2024

Журнал издается
с января
2001 года

Выходит 4 раза в год

Учредители:
Институт
машиноведения,
автоматики и
геомеханики
НАН КР и ОО “Комитет
по теоретической и
прикладной механики
Кыргызстана”

Адрес редакции:
Кыргызская
Республика,
г. Бишкек,
ул. Скрябина 23

тел: +996 312 541 115,
+996 312 541 113,
+996 312 562 785,
+996 555 62 40 68
факс: +996 312 541 117

Журнал
зарегистрирован в
Министерстве
юстиции КР
Свидетельство
№ 2179
от 10.10.2024

ISSN 1694-6065

Подписано в печать
20.06.2024 г.
Тираж 200 экз.
Заказ

Отпечатано в
типографии
КГТУ им. И. Раззакова

Рецензируемое научно-периодическое издание

Редакционная коллегия:

Главный редактор

Кожоголов К.Ч., академик НАН КР, д.т.н.,
профессор, k.kozhogulov@mail.ru

Ответственный секретарь

Орозобекова А.К., к.ф.-м.н., в.н.с.,
oakk@mail.ru

Члены редколлегии

Айтматов И.Т. – акад. НАН КР, д.т.н., проф
(КР);

Ахметов Б.С. – д.т.н., профессор (РК);

Бримкулов У.Н. – чл.-корр. НАН КР, д.т.н.,
профессор (КР);

Тлебаев М.Б. – д.т.н., профессор (РК)

Бийбосунов Б.И. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Воробьев А.Е. – д.т.н., профессор (Россия).

Рычков Б.А. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Жаманбаев М.Ж. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Чормонов М. Б. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Ершина А.К., – д.ф.-м.н., профессор (РК)

Бийбосунов А.И. – д.ф.-м.н. (КР);

Кабаева Г.Д. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Никольская О.В. – д.т.н. (КР);

Рыбин А.К. – д.ф.-м.н. (КР);

Тажибаев К.Т. – д.т.н., профессор (КР);

Курбаналиев А.Ы. – д.ф.-м.н. (КР)

Сулайманова С. М. – д.ф.-м.н., профессор

Абдиев А.Р. – д.т.н.

Материалы напечатаны с оригиналов
авторов. Журнал индексируется в
библиографической базе РИНЦ.

УДК 531

ББК 22.25 © Институт машиноведения,
автоматики и геомеханики НАН КР и
Комитет по теоретической и прикладной
механике Кыргызстана, 2024

УДК 624.131.1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТВАЛОВ НА СКЛОНАХ ПРИ ОСВОЕНИИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Асилова З.А.¹, Никольская О.В.², Усенов К.Ж.³, Джакупбеков Б.Т.⁴

¹Международный университет имени К.Ш.Токтомаматова, Кыргызстан

²Институт машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР,

³Жалал-Абадский государственный университет имени Б.Осмонова,

⁴Институт машиноведения, автоматики и геомеханики и освоения недр
НАН КР

При разработке месторождений полезных ископаемых будь то открытым способом, подземным способом или комбинированным, немаловажную часть составляет складирование вскрышных пород, т.е. отвалообразование, при этом выбор места под отвалами является основной частью, чтобы безопасно складировать пустые породы как при эксплуатации месторождения, так и после ее завершения. В данной статье приведены результаты анализа, какие основные факторы необходимо учитывать при выборе места под отвал, в особенности если месторождение полезных ископаемых расположено в гористой местности.

Ключевые слова: отвал, безопасное место, горный рельеф, склон, геологическая среда, деформация, устойчивость.

ТООЛУУ КЕНДЕРДИ ӨЗДӨШТҮРҮҮДӨ ТОО ЭТЕКТЕРИНДЕ ТӨГҮНДҮЛӨРДҮ ЖЫЙНООНУН КООПСУЗ ПАРАМЕТРЛЕРИН АНЫКТОО

Асилова З.А.¹, Никольская О.В.², Усенов К.Ж.³, Джакупбеков Б.Т.⁴

¹К. Ш. Токтомаматов атындагы эл аралык университет

²КР УИАнын Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту,

³Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети,

⁴КР УИАнын Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту

Пайдалуу казындылардын кендерин иштетүүдө ачык ыкмада болобу, жер астындагы ыкмада болобу же аралаш ыкмада болобу, ачуу тектерди кампалоо маанилүү бөлүгүн түзөт, б.а. төгүндүлөрдүн пайда болушу, мында кен чыккан жерди эксплуатациялоодо да, ал аяктагандан

кийин да бош тектерди коопсуз топтоо үчүн негизги бөлүк болуп саналат. Бул макалада талдоо жыйынтыктары берилген, өзгөчө пайдалуу кен чыккан жер тоолуу аймакта жайгашкан болсо, кайсы негизги факторлорду эске алуу зарыл.

Баштапкы сөздөр: төгүндү, коопсуз жер, тоо рельефи, эңкейиш, геологиялык чөйрө, деформация, туруктуулук.

DETERMINATION OF SAFE PARAMETERS OF LANDFILL STORAGE ON SLOPES DURING THE DEVELOPMENT OF UPLAND DEPOSITS

Asilova Z.A.¹, Nikolskaya O.V.², Usenov K.J.³, Dzhakupbekov B.T.⁴

¹K.Sh. Toktomamatov International University

²Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

³Jalal-Abad State University named after B. Osmonov

⁴Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

When developing mineral deposits, whether by an open method, underground method or combined, an important part is the storage of overburden, i.e. dumping, while choosing a place under the dumps is the main part in order to safely store waste rocks both during the operation of the deposit and after its completion. This article presents the results of an analysis of what main factors should be taken into account when choosing a dump site, especially if the mineral deposit is located in a mountainous area.

Keywords: dump, safe place, mountain relief, slope, geological environment, deformation, stability.

Отвалообразование при освоении нагорных месторождений является одной из сложных проблем при складировании отвалов вскрышных пород на горных склонах. Обязательным условием отвалообразования является обеспечение производственной и экологической безопасности.

Вопросами безопасного складирования отвалов посвящены работы Еремина Г.М., Кутепова Ю.И., Рыбина В.В., Агафонова А.А. и др. В большинстве которых рассматриваются отвалы, размещенные на горизонтальной поверхности.

Деформации в отвале зависят от инженерно-геологических особенностей пород отвалов и их оснований, таких как:

- степень дробления пород;
- естественное разделение пород на фракции и самовыполаживание отвальных откосов;
- изменение прочностных характеристик пород в отвале во времени (сопротивление сдвигу увеличивается в связи с уплотнением или снижается при увлажнении пород насыпи и основания);
- возникновение в водонасыщенных породах отвалов и их оснований порового давления, являющегося существенным фактором развития оползней различных типов.

Важным фактором, определяющим параметры отвалов, является рельеф основания и тип породы, залегающей в подошве отвального массива. Устойчивость отвалов, размещаемых на прочном основании, определяется, прежде всего, сопротивлением сдвигу слагающих их пород. (2)

На устойчивость отвалов наибольшее влияние оказывают и атмосферные осадки, и колебания температуры воздуха. Из технологических факторов, влияющих на устойчивость отвалов важнейшими являются высота и конфигурация отвальных откосов, длина и скорость подвигания отвального фронта, темп отсыпки отвала. (1,3,4). Схемами отсыпки (фронтальной или блоковой) предопределяется характер процессов уплотнения породных масс отвалов и их прочностные свойства. А также на устойчивость отвала оказывают влияние:

- Рельеф поверхности, на которую отсыпаются вскрышные породы
- Атмосферные осадки и высота снежного покрова
- Сезонные колебания температуры
- Физико-механические свойства пород основания отвалов

- Состав и свойства, в том числе влажность, складированных в отвал пород;
- Геометрические параметры отвала.

В качестве примера выбора и обоснования места для размещения отвалов вскрышных пород на склоне рассмотрим месторождение «Чаарат» в Кыргызстане. В процессе вскрышных работ при разработке месторождения «Чаарат» в пределах рудной зоны Тюлькубаш суммарный объем вскрышных пород планируется свыше 20,0 млн. м³.

Рельеф поверхности, на которую отсыплются вскрышные породы. Отвал планируется разместить на склоне в непосредственной близости от карьера в сухом сае в пределах высотных отметок склона 3050-2505м. Поверхность склона имеет наклон 17° в верхней части и 14° в нижней его части. Протяженность сая составляет 450м. Угол наклона поверхности составляет 25-31°. Общий вид склона, на котором планируется разместить отвал, показан на рис.1.

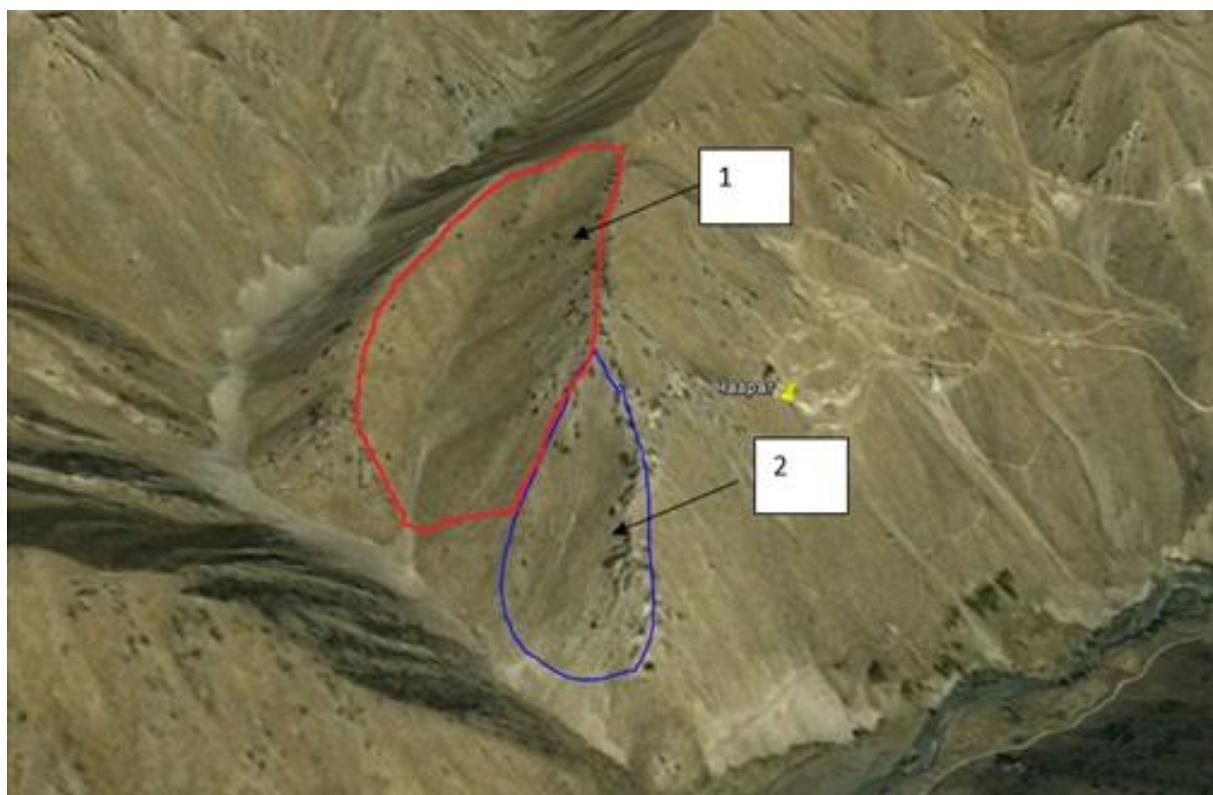


Рис. 1. Местоположение складирования вскрышных пород
1-основной отвал; 2- дополнительный

Количество атмосферных осадков и температура воздуха.

Среднемесячная температура воздуха в районе показана на диаграмме (рис.2)

Абсолютный максимум отрицательных температур зарегистрирован -38°C , Абсолютный максимум положительных температур $+38^{\circ}\text{C}$. Снежный покров формируется в первых числах декабря снег лежит практически до апреля месяца. Вес снежного покрова на 1 м^2 составляет 22,6 МПа. Нулевая изотерма зарегистрирована на глубине 1,60-1,80 м от поверхности.

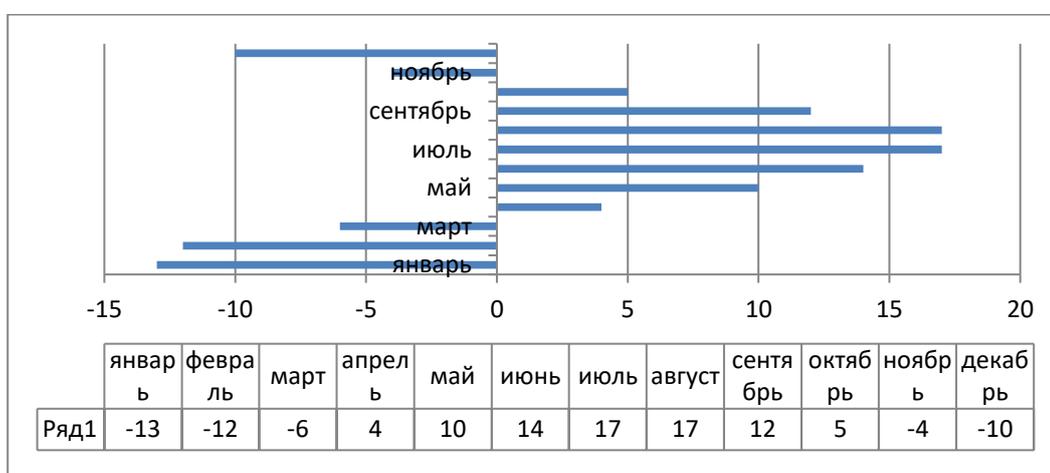


Рис. 2. Среднемесячные значения температуры воздуха в одном из месторождений Кыргызстана

Расчетные геометрические параметры отвала, при которых обеспечивается его устойчивость на склоне. Важным параметром отвала, при котором обеспечивается безопасность отвалообразования, является его высота. Достоверность расчета высоты отвала на склоне определяется такими параметрами как объемный вес пород в отвале угол внутреннего трения этих пород, угол откоса отвала. Так как складирование пород планируется производить не на горизонтальной площадке, а на склоне в расчет введены такие параметры как угол наклона основания. Для определения высоты отвала приняты следующие наиболее неблагоприятные исходные параметры пород отвала (см табл.1).

Таблица 1. Расчетные данные для определения геометрических параметров основного отвала

Расчетные данные	Значения
Объемный вес пород, кг/м ³	2100
Насыпной вес, кг/м ³	1170,00
Плотность, кг/м ³	2140
Сцепление, МПа	0,04
Угол внутреннего трения	38
Коэффициент трения	0,78

Параметры отвала определяли в пределах выбранной территории по 6 расчетным сечениям: горизонтальным А-А, В-В, С-С, D-D, E-E и одному сечению F-F, выбранному непосредственно по дну сая. Исходные геометрические параметры для расчета объема отвала приведены в таблице 2. (5)

Таблица 2. Исходные данные для расчета параметров основного отвала

Исходные параметры	Значения	
объем вскрышных пород, м ³	40000000	
коэффициент разрыхления	1,8	
планируемый вес вскрышных пород, т	775000000	
длина сечения по падению, м	442,5	
	Крутизна склона по простиранию	Длина сечения по простиранию
сечение А-А	24	87,5709
сечение В-В	31	93,33067
сечение С-С	23	76,04523
сечение Д-Д	28	101,9313
сечение Е-Е	28	54,36336

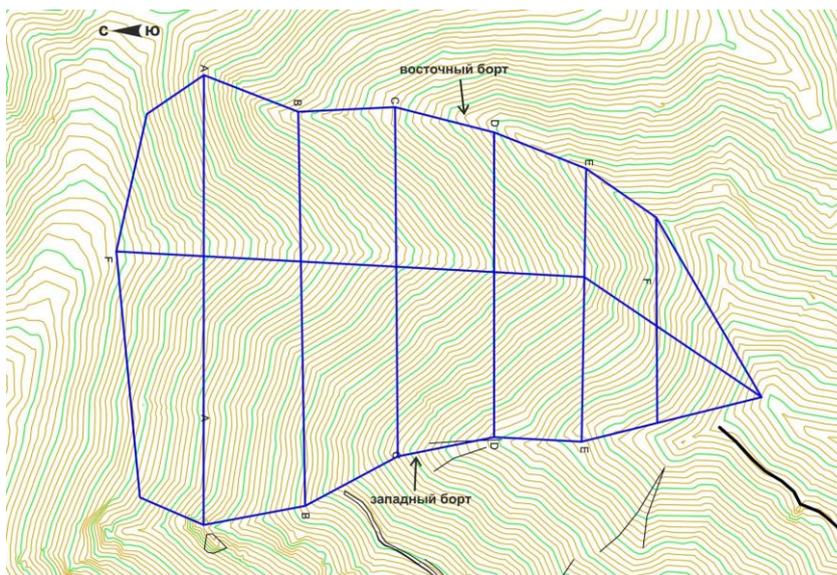


Рис. 3. Поверхность основания основного отвала (топооснова с нанесёнными границами отвала).

Учитывая, что на отведенной площади необходимо разместить не менее 20 млн.м куб вскрышных пород были проведены несложные эксперименты по уплотнению раздробленных пород. В результате было установлено, что объем отвала после уплотнения можно увеличить до 40% и разместить до 5 млн м куб. Общий объем отвала увеличится до 17,4 млн.т. м куб. кроме этого после уплотнения пород увеличивается и их сопротивление сдвигу (рис.3). (6)

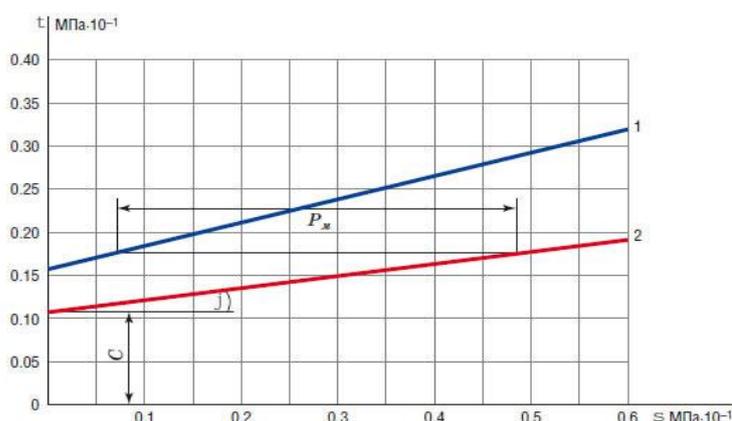


Рис. 4. График сопротивление сдвигу пород отвала при различной степени уплотнения.

1- степень уплотнения 0,4; 2 –без уплотнения

Расчетный коэффициент устойчивости отвала должен быть не меньше 1,5. Такой коэффициент устойчивости отвала необходим для

предотвращения аварий или создания угрозы для обслуживающего отвалы персонала.

В качестве общего критерия опасных деформаций в пределах призмы возможного обрушения предлагается считать скорость деформаций превышающих 50 см/сут.

Выводы:

По результатам изучения процесса отвалообразования пустых пород на склоне получены следующие общие выводы:

- Безопасные параметры отвалов зависят от многих факторов, доминирующим из которых является рельеф местности.

- Для повышения достоверности определения устойчивости отвалов необходимо дополнительное изучение физико-механических свойств отвальной массы и реологических изменений, а также организация системы мониторинга устойчивости отвалов.

- Установлено, что значения общего угла наклона борта карьера завышены в соответствии с расчетными значениями коэффициента устойчивости.

- Выявлены основные факторы, влияющие на устойчивость отвалов на склонах и развитие деформаций

По результатам расчета устойчивости отвала месторождения Чаарат получены следующие выводы и рекомендации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов: Министерство промышленности строительных материалов СССР, 20.12.85 г.]. - Л.: Стройиздат. - 1988. — 78 с.
2. Ломтадзе Д.В. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л. Недра. 1977.479 с.
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология. М: Изд-во МГУ.1982, 248 с.
4. Сергеев Е.М. Проблемы инженерной геологии в связи с охраной и рациональным использованием геологической среды. Вестн. МГУ. Серия 4. Геология. 1987. №5. с.77-86

5. Осмонова Н.Т., Асилова З.А., Усенов К.Ж. Применение средств информационных технологий при изучении напряженно-деформированного состояния подкарьерных массивов горных пород. Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта, Бишкек. – 2011. -No2(32) том 1. – стр. 131-134
6. Осмонова Н.Т., Асилова З.А., Эргешов Т.А., Усенов К.Ж. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния подкарьерных массивов горных пород. Современные проблемы механики сплошных сред, Бишкек-2011. С. 407-413.

УДК 627.8.064.3

НАДЕЖНОСТЬ ПЛОТИН ВОДОХРАНИЛИЩ В УСЛОВИЯХ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ АНИЗОТРОПИИ ГРУНТОВ С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Ким Э.А.

Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР

Исследовано влияние фильтрационной анизотропии грунтов на результаты количественной оценки общей устойчивости гидротехнических сооружений. Так как объект расположен в сейсмически активном районе, были выполнены сейсмические расчеты устойчивости с коэффициентом фильтрационной анизотропии $K_2/K_1=10$.

Ключевые слова: фильтрационная анизотропия, плотина, предельное равновесие, сейсмическое воздействие, поверхность скольжения, коэффициент устойчивости, суглинистый грунт.

СУУ ТОСМОЛОРУНУН, СУУ САКТАГЫЧТАРДЫН ЖЕР КЫРТЫШЫНЫН СУУ ОТКӨРҮМДҮҮЛҮК, АНИЗОТРОПИЯЛЫК ШАРТЫНДА СЕЙСМИКАЛЫК ТААСИРЛЕРДИ ЭСКЕ АЛУУДАГЫ БЕКЕМДИГИ

Ким Э.А.

КР УИА Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту

Топурактардын фильтрациялык анизотропиясынын гидротехникалык курулуштардын жалпы туруктуулугуна сандык баа берүүнүн натыйжаларына тийгизген таасири изилденген. Объект сейсмикалык активдүү аймакта жайгашкандыктан, сейсмикалык туруктуулукту эсептөө фильтрациялык анизотропия коэффициенти $K_2/K_1=10$ менен жүргүзүлгөн.

Баштапкы сөздөр: чыпкалоо анизотропиясы, дамба, чектик тең салмактуулук, сейсмикалык таасир, жылма бет, туруктуулук коэффициенти, саздуу топурак.

RELIABILITY OF RESERVOIR DAMS UNDER CONDITIONS OF FILTRATION ANISOTROPY OF SOILS TAKEN INTO ACCOUNT OF SEISMIC IMPACTS

Kim E.A.

Institute of Mechanical Science, Automation and Geomechanics
of National academy of Sciences K.R.

The influence of filtration anisotropy of soils on the results of a quantitative assessment of the overall stability of hydraulic structures has been studied. Since the object is located in a seismically active area, seismic stability calculations were performed with the filtration anisotropy coefficient $K_2/K_1=10$.

Key words: filtration anisotropy, dam, limit equilibrium, seismic impact, sliding surface, stability coefficient, loamy soil.

Анизотропия в грунтах плотин, выполненных из достаточно однородных глинистых или песчаных грунтов, возникает чаще всего при возведении сооружения за счет технологии уплотнения грунта горизонтальными слоями методом укладки. Такое положение часто возникает при возведении плотин насухо с использованием технологии послойной отсыпки и укатки очень неоднородного по зерновому составу грунта горизонтальными слоями, или послойной укладки с укаткой грунта. За счет расслоения грунта при отсыпке и уплотнении по высоте каждого слоя фильтрационная неоднородность грунта в теле плотины может быть сведена к некоторой фильтрационной анизотропии грунтов, характеризующей в среднем различие в проницаемости грунта в вертикальном и горизонтальном направлениях. В результате коэффициент фильтрационной анизотропии (отношение большего коэффициента фильтрации к меньшему) в пределах одного слоя отсыпки может достигнуть величин 5-7 и даже 10 [1]:

$$k_{\phi}^x \approx (2 \div 3) k_{\phi}^y,$$

где k_{ϕ}^x - коэффициент фильтрации грунта в горизонтальном направлении; k_{ϕ}^y - коэффициент фильтрации этого же грунта в вертикальном направлении.

В таком случае анизотропия приводит к существенному изменению положения кривой депрессии и выклиниванию фильтрационного потока на низовой откос. При этом роль плоского дренажа резко уменьшается и возникает необходимость в изменении конструкции плотины. Такое положение сложилось при постройке Орто-Токойской плотины на р. Чу, на грунтовой дамбе золоотвала ТЭС Новаки (Чехия), когда возникли опасения относительно устойчивости низового откоса плотины [2].

Целью данной работы является анализ влияния фильтрационной анизотропии грунтов на результаты количественной оценки общей устойчивости плотины водохранилища.

Исходной моделью исследований является плотина водохранилища. Высота плотины 10 м, ширина подошвы 70 м, ширина гребня 10 м. Заложение откосов $m=1:3$. Ширина основания 100 м, высота 28 м.

Основание: непросадочный суглинок (плотность – 20 kN/m^3 , сцепление – 7 kN/m^2 , угол внутреннего трения $f - 19^\circ$, коэффициент фильтрации $K_{\phi} - 0,03$ м/сут).

Дамба: элювиальный суглинок (плотность – 19 kN/m^3 , сцепление – 4 kN/m^2 , угол внутреннего трения $f - 18^\circ$, коэффициент фильтрации $K_{\phi} - 0,1$ м/сут).

Для оценки влияния фильтрационной анизотропии свойств грунтов на результаты анализа устойчивости склонов была проведена серия стандартных расчетов с использованием метода Бишопа, входящего в класс методов предельного равновесия. Устойчивость плотины рассчитывалась с коэффициентами фильтрационной анизотропии: $K_2/K_1 = 1,5$ и 10 (рис. 1-4). K_2 – коэффициент фильтрации грунта в

горизонтальном направлении, K_1 – коэффициент фильтрации грунта в вертикальном направлении.

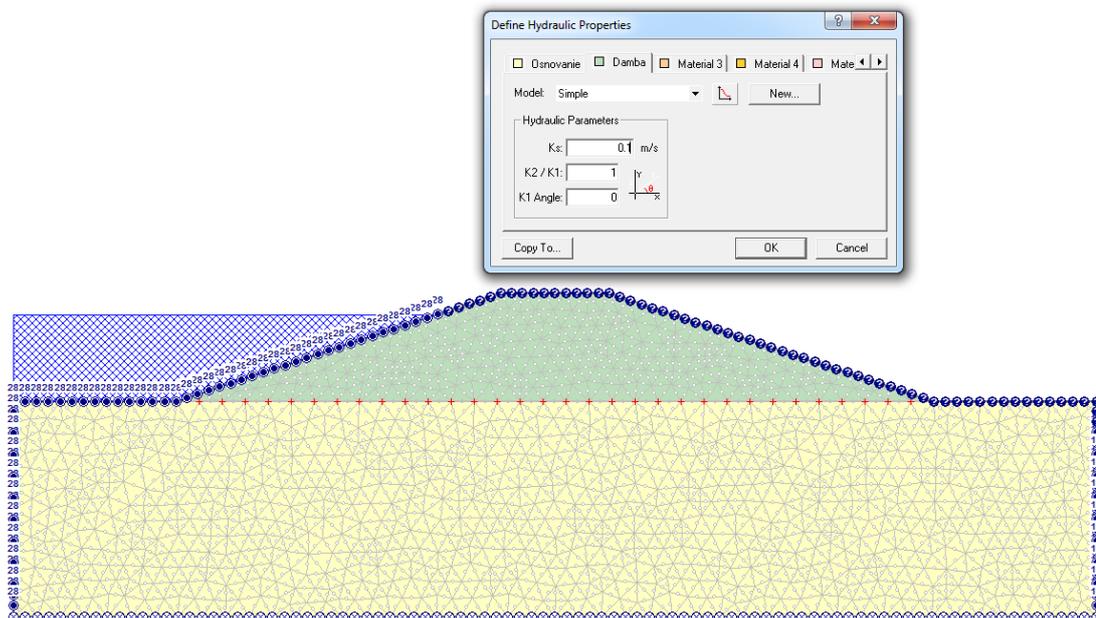


Рис. 1. Фильтрационная модель плотины с $K_2/K_1=1$ (грунт изотропный).

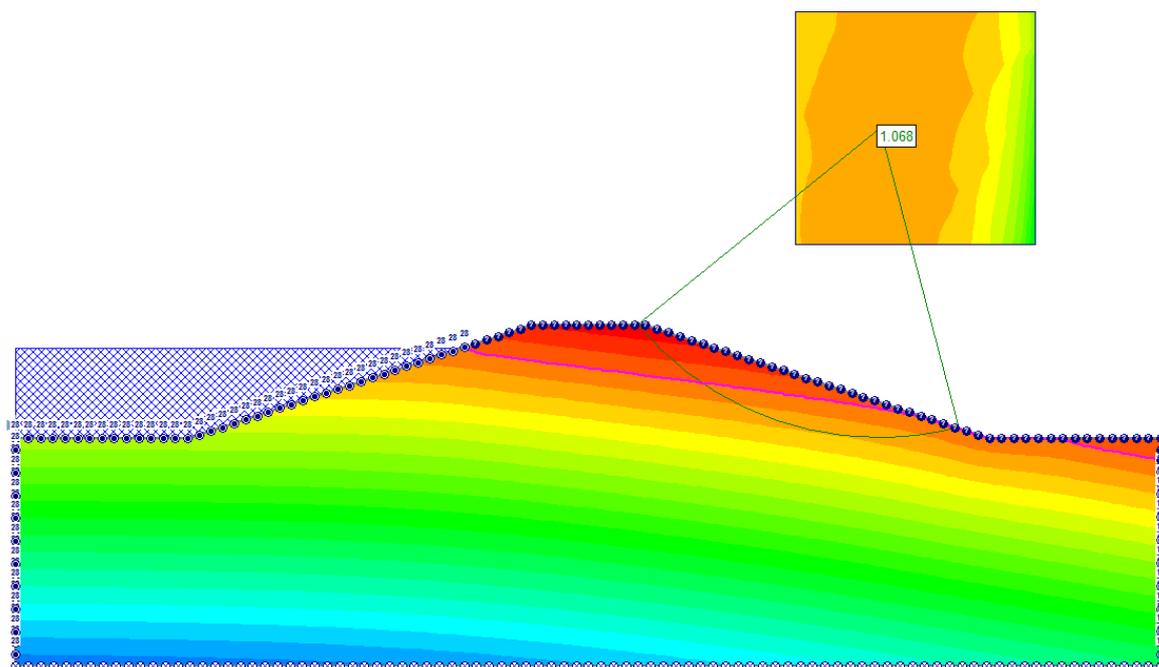


Рис. 2. Результат расчета устойчивости при $K_2/K_1=1$.

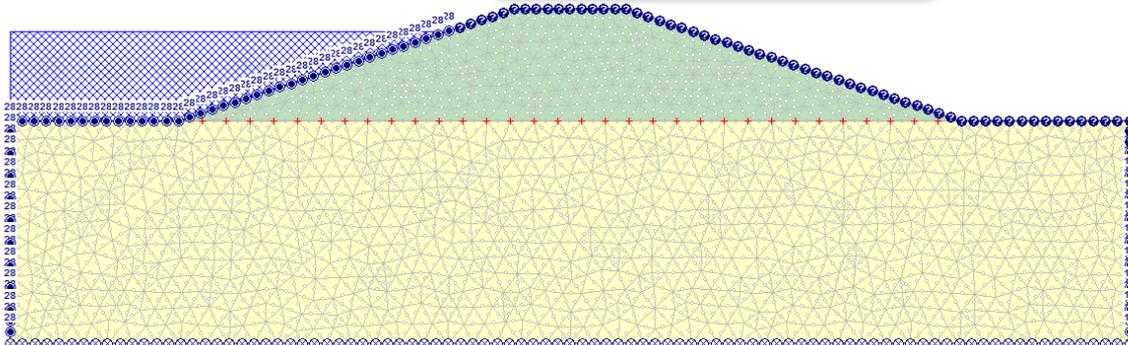
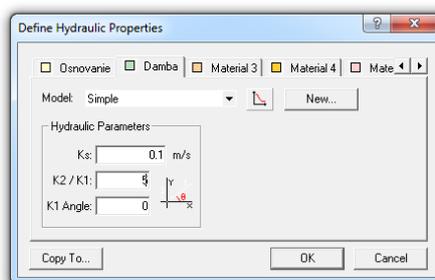


Рис. 3. Модель плотины с фильтрационной анизотропией $K2/K1=5$.

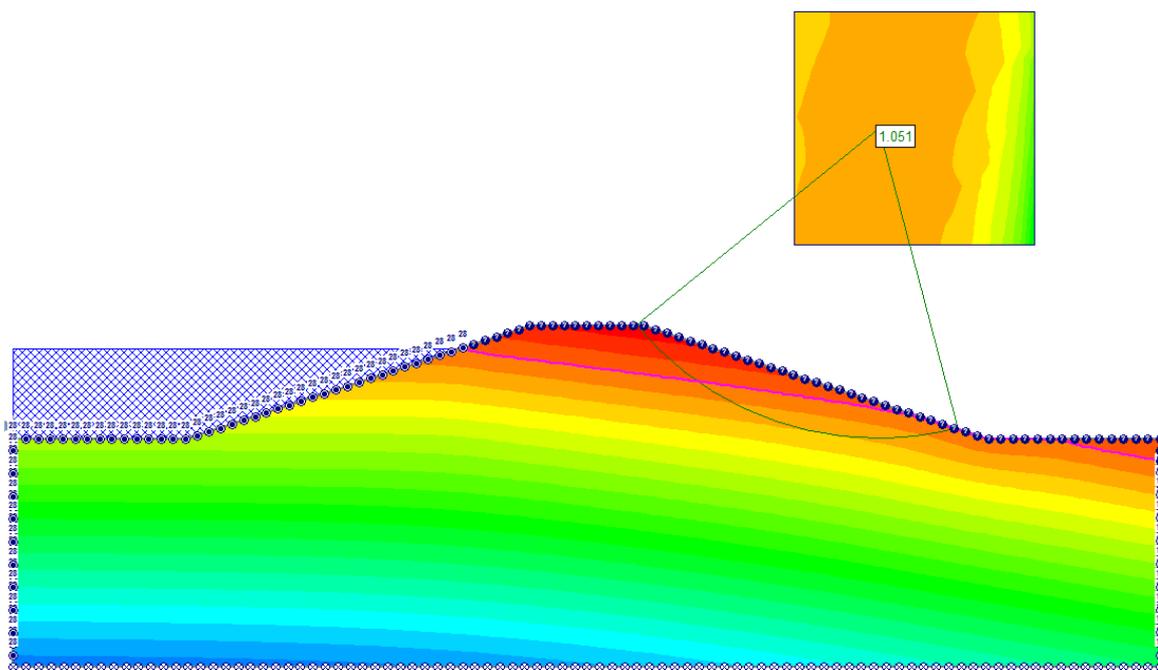


Рис. 4. Результат расчета устойчивости при $K2/K1=5$.

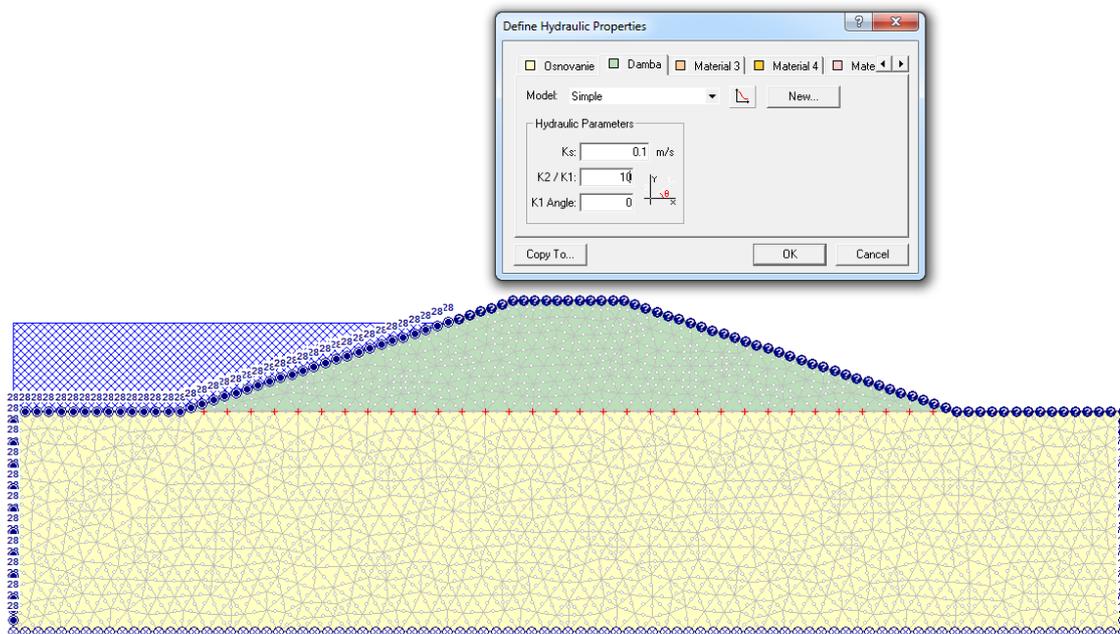


Рис. 5. Модель плотины с фильтрационной анизотропией $K2/K1=10$.

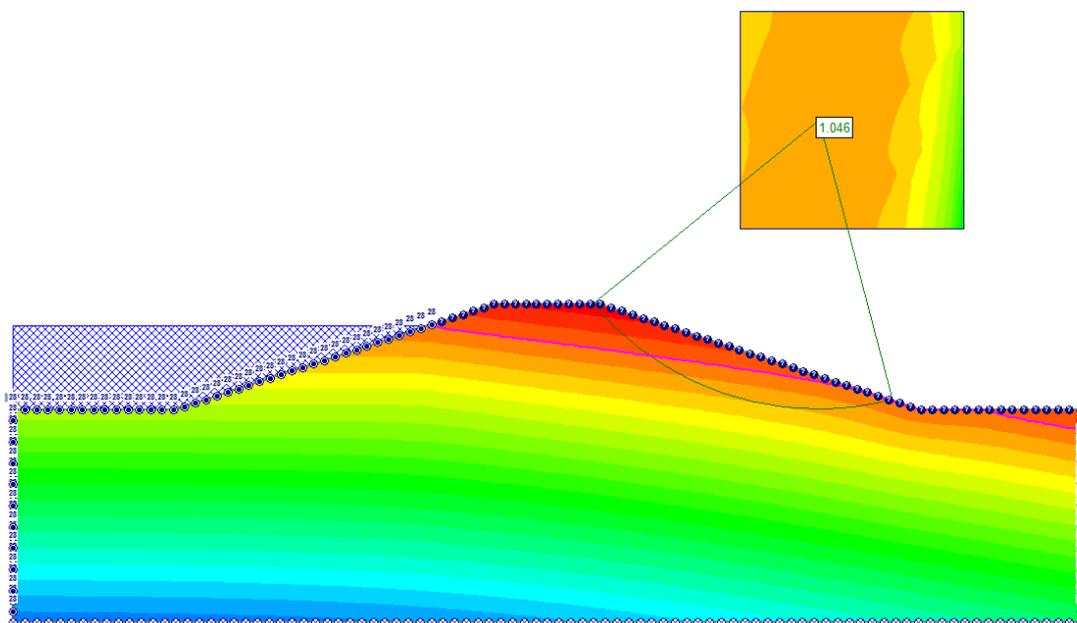


Рис. 6. Результат расчета устойчивости при $K2/K1=10$.

Расчеты показали, что все три результата (1,068;1,051;1,046) приближаются к состоянию, близкому к предельному равновесию. С увеличением коэффициента фильтрационной анизотропии коэффициенты устойчивости незначительно уменьшаются.

С целью выявления возможной причины потери устойчивости, учитывая, что модельный склон расположен в сейсмически активном районе, на основе псевдостатического анализа были выполнены расчеты устойчивости плотины с учетом сейсмического воздействия интенсивностью 7, 8 и 9 баллов по шкале MSK-64 [3]. Рассчитывались грунты плотины с фильтрационной анизотропией $K_2/K_1=10$ (рис. 5-7).

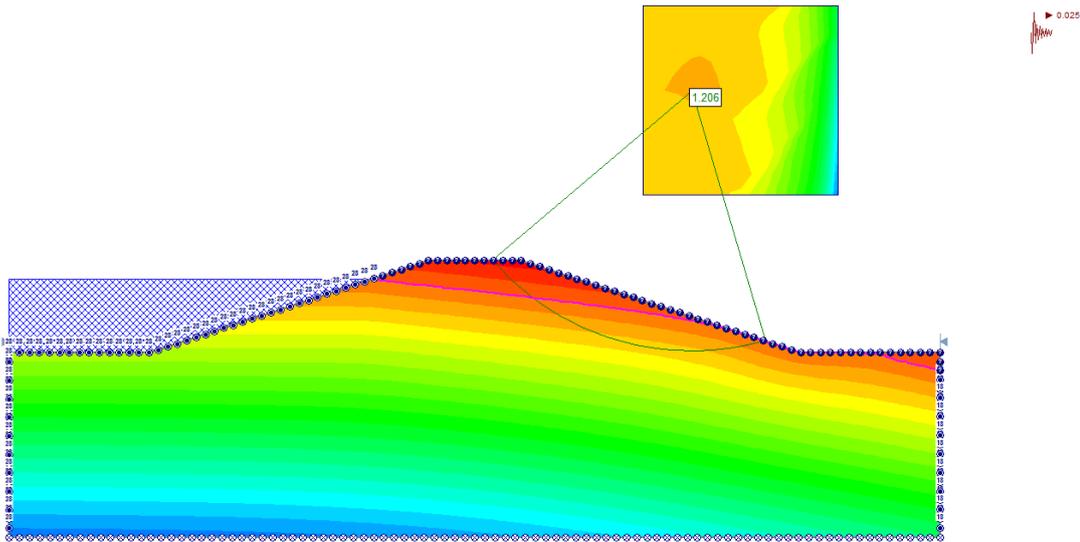


Рис. 7. Результат расчета устойчивости с учетом сейсмической нагрузки 7 баллов (коэффициент сейсмичности 0,025).

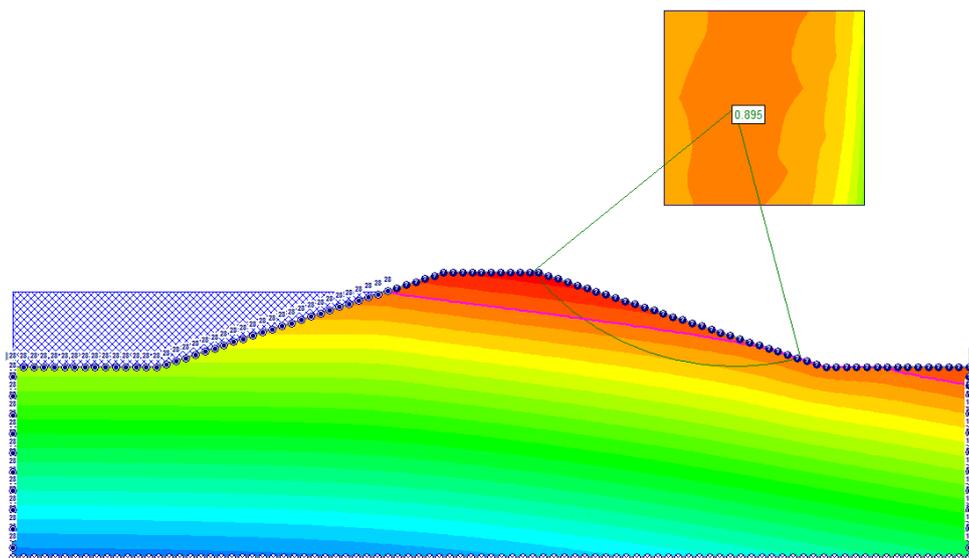


Рис. 8. Результат расчета устойчивости с учетом сейсмической нагрузки 8 баллов (коэффициент сейсмичности 0,05).

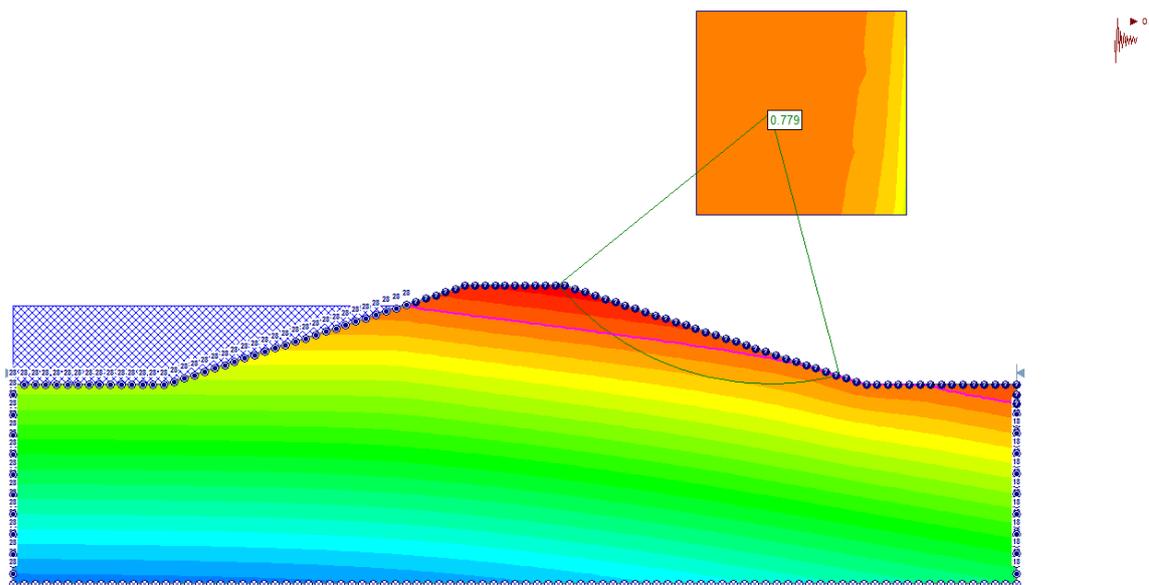


Рис. 9. Результат расчета устойчивости с учетом сейсмической нагрузки 9 баллов (коэффициент сейсмичности 0,1).

Коэффициенты устойчивости низового откоса плотины при сейсмических воздействиях 7, 8 и 9 баллов оказались равными 0,966; 0,895 и 0,779 соответственно. Таким образом, потеря мгновенной устойчивости возможна при сейсмическом воздействии 7 и выше баллов по шкале MSK-64.

Выводы

1. Большинство грунтовых плотин по способу производства работ относятся к насыпным, в процессе возведения которых грунты в теле плотины могут приобретать анизотропную структуру. При этом проницаемость грунта в горизонтальном направлении может во много раз превышать его проницаемость в вертикальном направлении. Пренебрежение анизотропией при проектировании грунтовой плотины может привести к аварийной ситуации. Повышение положения депрессионной кривой в случае анизотропного основания требует увеличения поглощающих поверхностей дренажных устройств, и, следовательно, их удорожания.

2. Для оценки влияния фильтрационной анизотропии грунтов плотины на результаты устойчивости была проведена серия стандартных расчетов с использованием метода Бишоп, входящего в класс методов предельного равновесия. Расчеты показали, что все три результата (1,068; 1,051; 1,046) приближаются к состоянию, близкому к предельному равновесию. С увеличением коэффициента фильтрационной анизотропии коэффициенты устойчивости незначительно уменьшаются.
3. Коэффициенты устойчивости низового откоса плотины при сейсмических воздействиях 7, 8 и 9 баллов оказались равными 0,966; 0,895 и 0,779 соответственно. Таким образом, потеря мгновенной устойчивости возможна при сейсмическом воздействии 7 и выше баллов по шкале MSK-64.
4. Модельный анализ общей оценки устойчивости склонов с учетом влияния анизотропии прочностных и фильтрационных свойств грунтов показал, что она оказывает влияние как на положение расчетной поверхности скольжения, так и на величину коэффициента устойчивости склона в сторону уменьшения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдин А.Л., Рассказов Л.Н. Проектирование грунтовых плотин. М.: Энергоатомиздат, 1987. 304 с.
2. Анахаев К.Н., Ляхевич Р.А. Фильтрация в анизотропных грунтовых плотинах/Безопасность гидротехнических сооружений «Гидротехническое строительство», № 4, 2005. С. 19-22.
3. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.

УДК 28.8

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ

Акаева А. А. Муралиев А. М.
КГТУ им. И.Раззакова

В данной статье рассмотрен вопрос статистической оценки распределения сейсмических событий за 2021 год. Для проведения статистической оценки использован метод максимального правдоподобия. Выборка сейсмических событий проведена на основе каталога землетрясений за 2021-год. Результат показан в виде графика распределения.

Ключевые слова: сейсмические события, метод максимального правдоподобия, выборка, каталог.

МАКСИМАЛДУУ ЫКТЫЯРДЫК ЫКМАСЫ МЕНЕН ЖЕР ТИТИРӨӨЛӨРДҮН БӨЛҮШТҮРҮЛҮШҮНҮН СТАТИСТИКАЛЫК БААЛООСУ

Акаева А. А., Муралиев А. М.
И.Раззаков атындагы КМТУ

Макалада 2021 жылы болгон жер титирөөлөрдүн бөлүштүрүлүшүнүн статистикалык баалоо маселеси каралган. Статистикалык баалоону изилдөө үчүн максималдуу ыктымалдык ыкмасы колдонулган. Сейсмикалык окуяларды тандоо, 2021 жылда болгон жер титирөөлөрдүн каталогунун негизинде жүргүзүлгөн. Натыйжа бөлүштүрүү графиги түрүндө көрсөтүлгөн.

Баштапкы сөздөр: сейсмикалык окуялар, максималдуу ыктымалдык ыкмасы, тандоо, каталог.

STATISTICAL EVALUATION OF SEISMIC EVENTS BY THE MAXIMUM LIKELIHOOD METHOD

Akaeva A. K., Muraliev A. M.
KSTU named after. I.Razzakov

This article considers the issue of statistical estimation of seismic event distribution for 2021. The maximum likelihood method was used for statistical estimation. The seismic events were sampled based on the catalog of earthquakes for the year 2021. The result is shown in the form of a distribution graph.

Key words: seismic events, maximum likelihood method, sampling, catalog.

Каждый год, на Земле происходят более 100 000 сейсмических событий, согласно данным NEIC [7]. Из этого числа ощутимыми являются примерно 10%. Наблюдения показывают, что все сейсмические события распределены неравномерно. Следовательно, перед учёными возникает вопрос оценки распределения сейсмических событий. Вероятностное знание распределения землетрясений даёт возможность прогнозирования землетрясений и его интенсивности.

Целью исследования является проведение статистической оценки распределения сейсмических событий для территории Кыргызстана за 2021 год, методом максимального правдоподобия. Изучение величины наклона графика повторяемости γ , отражающая распределение числа землетрясений по их энергии и широко используемая для характеристики сейсмического процесса.

Материалом исследования представлен каталог сейсмических событий за 2021 год. Данные для каталога были получены из Центра Данных Института Сейсмологии.

Для статистической оценки распределения сейсмических событий был выбран метод максимального правдоподобия.

Метод максимального правдоподобия. Этот метод был рекомендован Р. Фишером в 1912-1922 годах [8]. Является одним из самых популярных статистических методов в математической статистике, который используется в построении статистической модели, на основе использования данных. Метод основан на том, что

неизвестные параметры- $\theta \in \Theta$ оцениваются способом максимизации функции правдоподобия- $L(x|\theta): \Theta \rightarrow \mathbb{R}$.

Пусть есть выборка X_1, \dots, X_n . Значение θ – это «наиболее правдоподобное» значение параметра. Он является искомой оценкой и зависит от выборки X_1, \dots, X_n .

Рассмотрим вопрос вероятности получить данную выборку, то есть рассмотрим вопрос, что именно необходимо максимизировать. Функция $f_0(y) \begin{cases} \text{плотность } f_0(y), & \text{если распределение } \mathcal{F}_0 \text{ абсолютно непрерывно} \\ P_\theta(X_1 = y), & \text{если распределение } \mathcal{F}_0 \text{ дискретно} \end{cases}$ называется плотностью распределения \mathcal{F}_0 . Если X_1 имеет дискретное распределения со значениями a_1, a_2 , тогда

$$P_\theta(X_1 \in B) = \int_B f_\theta(y) \#(dy) = \int_B P_\theta(X_1 = y) \#(dy) = \sum_{a_i \in B} P_\theta(X_1 = a_i) \quad (1)$$

Если X_1 имеет абсолютно непрерывное распределение, $f_\theta(y)$ есть привычная плотность относительно меры Лебега $\lambda(dy) = dy$

$$P_\theta(X_1 \in B) = \int_B f_\theta(y) \lambda dy = \int_B f_\theta(y) dy \quad (2)$$

Функцией правдоподобия является:

$$f(X, \theta) = f_\theta(X_1) * f_\theta(X_2) * \dots * f_\theta(X_n) = \prod_{i=1}^n f_\theta(X_i) \quad (3)$$

Логарифмической функцией правдоподобия является:

$$L(X, \theta) = \ln f(X, \theta) = \sum_{i=1}^n \ln f_\theta(X_i) \quad (4)$$

Оценкой максимального правдоподобия является параметр $\hat{\theta}$. Значение, при котором функция $f(X, \theta)$ достигает своего максимума (при фиксированных X_1, \dots, X_n) называется неизвестный параметр θ

$$\hat{\theta} = \arg \max_{\theta} f(X, \theta) \quad (5)$$

Точки максимума $f(X, \theta)$ и $L(X, \theta)$ совпадают, поскольку $\ln y$ монотонна. И следовательно, оценкой максимального правдоподобия можно называть точку максимума (θ) функции $L(x, \theta)$. И поэтому

$$\hat{\theta} = \arg \max_{\theta} L(X, \theta) \quad (6)$$

Необходимо вычислить наклон графика повторяемости землетрясений- параметра γ по методу максимального правдоподобия. Для вычисления параметра γ применяется формула Кулдорфа.

Параметр γ сейсмического режима вычисляется по формуле

$$\gamma = -\log \left(1 + \frac{\sum_{K=K_0}^{K_{max}} N_K}{0 * N_{K_0} + 1 * N_{K_0+1} + 2 * N_{K_0+2} + \dots} \right) \quad (7)$$

Таблица 1 содержит количество землетрясений, которые распределены по классу энергии. Для составления таблицы был использован каталог землетрясений за 2021-год.

Таблица 1. Количество землетрясений, распределённые по классам.

K	9	10	11	12	13
N	100	33	10	3	1

Используя данные с таблицы 1 для формулы, был получен нижеследующий результат

$$\begin{aligned} \gamma &= -\log \left(1 + \frac{147}{0 * 100 + 1 * 33 + 2 * 10 + 3 * 3 + 4 * 0} \right) = \\ &= -\log \left(1 + \frac{147}{62} \right) = -\log(3,37) = -0,528 \end{aligned}$$

$$\gamma = -0,528$$

Погрешность δ параметра γ , вычисляется по формуле

$$\delta_\gamma = \frac{0,528}{\sqrt{147}} = \frac{0,528}{12,1243} = 0,043$$

$$\gamma = -0,528 \pm 0,043$$

Уточнённая формула Кулдорфа [1]:

$$\begin{cases} \gamma = \lg \left[1 + \frac{N_\Sigma}{\sum j N(K_0+j)} \right]; \\ \delta_\alpha = \frac{\delta}{\sqrt{N_\Sigma}} \end{cases} \quad (8)$$

где $N(K_0)$ - число землетрясений минимального используемого класса K_0 .

Построен график повторяемости землетрясений. Вычисление наклона графика повторяемости землетрясений основывается на нахождении параметра γ .

Параметр γ сейсмического режима возможно вычислить методом наименьшего квадрата.

Метод наименьшего квадрата в регрессионном анализе (аппроксимации данных)

Задача заключается в том, чтобы взаимосвязь между значениями y , x аппроксимировать некоторой функцией $f(x,b)$, известной до некоторых параметров b

Параметры K -энергетический класс и N -количество сейсмических событий, являются главными параметрами для построения графика повторяемости землетрясений. Для построения графика необходимо посчитать десятичный логарифм от значения N - количества сейсмических событий

Необходимо вычислить десятичный логарифм от количественных значений сейсмических событий. Десятичный логарифм — логарифм по основанию 10. Другими словами, десятичный логарифм числа.

$$\begin{aligned} Lgx &= \log_{10}x \\ 10^x &= b \end{aligned}$$

$\log_{10} 100 = 2$; $\log_{10} 33 = 1,52$; $\log_{10} 10 = 1$; $\log_{10} 3 = 0,48$; $\log_{10} 1 = 0$;
По результатам вычисления построена новая таблица для построения графика повторяемости.

K	9	10	11	12	13
LgN	2	1.52	1	0.48	0

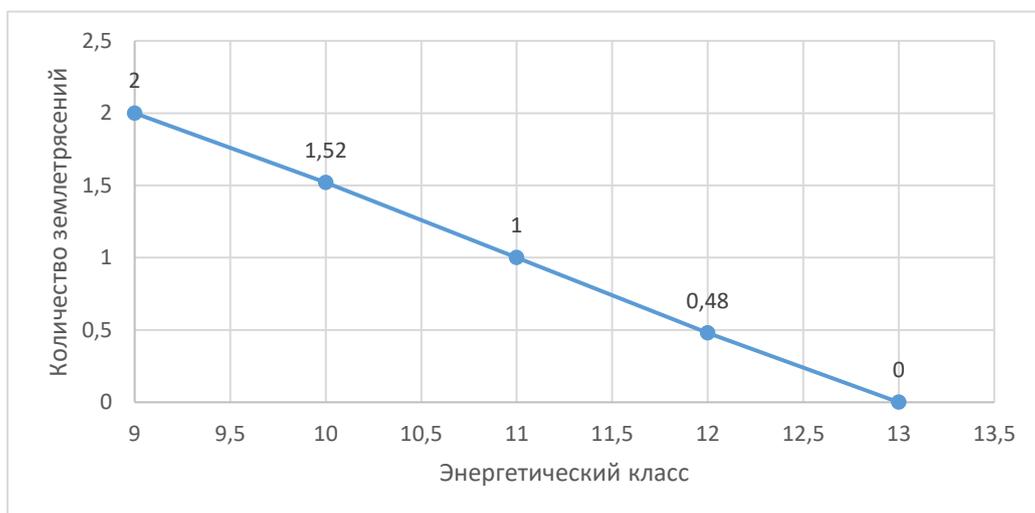


Рис. 1. График повторяемости сейсмических событий.

График повторяемости аппроксимируются в первом приближении линейными зависимостями; параметр-наклон графика имеют смысл геометрический. Линейная зависимость параметра выражается корреляционной формулой $y = -0.4307x + 2,6571$. Наклон графика повторяемости равняется $\gamma = -0,4307$. Анализируя наклон графика повторяемости, можно прийти к выводу, что сейсмические события энергетического класса $K=9$ повторяются намного чаще чем сейсмические события других энергетических классов. Выявлена закономерность, что чем выше энергетический класс, тем ниже повторяемость землетрясений. Повторяемость сейсмических событий энергетического класса $K=12$ и $K=13$ имеет низкую вероятность и приближены к нулю.

Проведена оценка распределения сейсмических событий за 2021 год, для территории Кыргызстана, методом максимального правдоподобия. Исследована величина параметра γ повторяемости землетрясений во времени. Найдено значение параметра γ повторяемости землетрясений за 2021 год, с энергетическим классом от $K=9$ до $K=13$. Значение наклона графика повторяемости равно 0,528. Построен график повторяемости землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джанузаков К.Д., Мирзобаев Х.М., Касымов С.М., Муралиев А.М. и др. Исфара-Баткенское землетрясение 31 января 1977 г. // Землетрясения в СССР в 1977г. М.: Наука, 1981. с. 41-47.
2. Гельфанд И.М., Губерман Ш.А., Избекова М.П., Кейлис-Борок В.И., Ранцман Е.Я. Распознавание мест возможного возникновения сильных землетрясений. Памир и Тянь-Шань // Сборник «Вычислительные и статистические методы интерпретации сейсмических данных». (Вычислительная сейсмология. Вып.6). М., «Наука», 1973. С. 107-133.
3. Муралиев А.М. Положение плоскости разрыва в очагах Исфара-Баткенского и Хайдаркенского землетрясений/ // Геофизические исследования сейсмогенных зон Киргизии. Фрунзе: Илим. 1983. с.143-150.

4. Джанузаков К.Д., Мирзобаев Х.М., Касымов С.М., Муралиев А.М. и др. ИсфараБаткенское землетрясение 31 января 1977г.// Землетрясения в СССР в 1977 г. М.: Наука, 1981. с.41-47.
5. Муралиев А.М. Сейсмичность и сеймотектоническая деформация Юго-Западной Киргизии и сопредельных территории. Бишкек, Илим. 105 с.
6. Моги К. Предсказание землетрясений. Москва «Мир».1988. с 68-74.
7. <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/earthquakes>
8. Фишер -1912 г. Математический энциклопедический словарь, М.: Советская энциклопедия, 1988.

УДК 624.131.1.

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАРЬЕР-ОТВАЛ ПРИ ОСВОЕНИИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Асилова З.А.¹, Никольская О.В.²

¹Международный университет имени К.Ш.Токтомаматова, Кыргызстан

²Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР

Основным критерием ведения горных работ при освоении нагорных месторождений открытым способом является безопасность их эксплуатации, в связи с чем оценка устойчивости геотехнической системы всегда актуальна и требует особого подхода и изучения. В статье раскрыты особенности оценки геотехнической системы карьер-отвал нагорного месторождения, заключающиеся в изучении взаимодействия геологической и геомеханической среды. Описаны факторы как геологической, так и геомеханической среды, влияющие на изменение естественного напряженного состояния изучаемого объекта. Построена схема оценки геотехнической системы, суть которой состоит в изучении элементов как геологической, так и геомеханической среды.

Ключевые слова: Склон, карьер, отвал, геологическая среда, геомеханическая среда, деформация, устойчивость, оползень.

ТООЛУУ КЕНДЕРДИ АЧЫК ЫКМА МЕНЕН ӨЗДӨШТҮРҮҮДӨ КАРЬЕР-КУЛАНДЫ ГЕОТЕХНИКАЛЫК СИСТЕМАСЫНЫН ТУРУКТУУЛУГУН БААЛОО ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

Асилова З.А.¹, Никольская О.В.²

¹К. Ш. Токтомаматов атындагы эл аралык университет

²КР УИАнын Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту

Тоолуу кендерди ачык ыкма менен өздөштүрүүдө тоо-кен иштерин жүргүзүүнүн негизги критерийи болуп аларды эксплуатациялоонун коопсуздугу эсептелет, ушуга байланыштуу геотехникалык системанын туруктуулугун баалоо дайыма актуалдуу жана өзгөчө мамилени жана изилдөөнү талап кылат. Макалада геологиялык жана геомеханикалык чөйрөнүн өз ара аракеттешүүсүн изилдөөдөн турган тоо кенинин

карьердик-калдык геотехникалык системасын баалоонун өзгөчөлүктөрү ачылган. Изилденип жаткан объектинин табигый чыңалуу абалынын өзгөрүшүнө таасир этүүчү геологиялык жана геомеханикалык чөйрөнүн факторлору сүрөттөлгөн. Геотехникалык системаны баалоо схемасы түзүлдү, анын маңызы геологиялык жана геомеханикалык чөйрөнүн элементтерин изилдөөдө турат.

Баштапкы сөздөр: эңкейиш, карьер, лезвие, геологиялык чөйрө, геомеханикалык чөйрө, деформация, туруктуулук, жер көчкү.

FEATURES OF ASSESSING THE STABILITY OF THE QUARRY-DUMP GEOTECHNICAL SYSTEM DURING THE DEVELOPMENT OF UPLAND DEPOSITS BY THE OPEN METHOD

Asilova Z.A.¹, Nikolskaya O.V.²

¹K.Sh. Toktomamatov International University, Kyrgyzstan

²Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

The main criterion for conducting mining operations in the development of upland deposits by the open method is the safety of their operation, in connection with which the assessment of the stability of the geotechnical system is always relevant and requires a special approach and study. The article reveals the features of the evaluation of the geotechnical system of the quarry-dump of the nagorny deposit, consisting in the study of the interaction of the geological and geomechanical environment. The factors of both the geological and geomechanical environment affecting the change in the natural stress state of the studied object are described. The scheme of evaluation of the geotechnical system is constructed, the essence of which is to study the elements of both the geological and geomechanical environment.

Keywords: Slope, quarry, dump, geological environment, geomechanical environment, deformation, stability, landslide.

Безопасное складирование вскрышных пород на горных склонах при освоении нагорных месторождений является одной из сложных и основных задач, которые необходимо решать во время работы рудника [1, с.24]. В Кыргызстане отвалы при освоении высокогорных месторождений размещают на склонах в непосредственной близости от карьера в близлежащих саях на склонах, крутизна которых изменяется в пределах от 10^0 до 20^0 на высоте от 3500 до 4000 м над уровнем моря. На устойчивость таких отвалов кроме параметров самого отвала

(высоты и ширины), количества атмосферных осадков, сезонных и суточных колебаний температуры воздуха влияют и параметры карьера [2, с.93].

До настоящего времени исследования деформированного состояния породного массива проводили в связи с появлением проблемы, т.е. определяли влияние либо карьера, либо отвала, при этом рассматривали явление – изменение напряженного состояния или следствия - нарушение устойчивости борта карьера или отвала.

Освоение нагорных месторождений открытым способом осложнено ограниченной территорией, на которой следует разместить нагорный карьер, отвал, золото извлекательную фабрику, хвостохранилище, административные и хозяйственные объекты.

Одной из основных задач при освоении месторождений полезных ископаемых открытым способом является обеспечение устойчивости геотехнических объектов (карьеров, отвалов). Однако еще до начала работ следует оценить не только естественные условия (свойства пород, устойчивость склона), но и область взаимодействия геотехнического объекта и массива горных пород, в пределах которой происходят существенные изменения.

Сложный объект природы, объективно существующий независимо от человека и его деятельности, называют «геологической средой». Геологическая среда включает такие элементы как рельеф местности, массив горных пород и их свойства, подземные воды, многолетнюю мерзлоту, природные гравитационные процессы.

Геологическая среда, подвергаясь техногенному воздействию, изменяет свое состояние в зависимости от рельефа, тектоники, строения и свойства массива, а также от качества массива.

Геомеханические процессы, происходящие в массиве пород при ведении горных работ, зависят от свойств геологической среды и параметров техногенного воздействия. Основные геомеханические

процессы в прибортовом массиве нагорных карьеров, влияющие на устойчивость и безопасность ведения горных работ, — деформационные процессы, которые приводят к дополнительным напряжениям на контуре карьера, развитию процесса сдвигания не только борта карьера, но и склона, на котором он построен [4, с.136].

Наибольшее влияние на изменение естественного напряженного состояния оказывают параметры карьера и отвала. До настоящего времени практически не рассматривалась геотехническая система «склон-карьер-отвал» и как следствие, влияние этой системы на изменение естественного напряженного состояния породного массива, не выявлены основные причины нарушения устойчивости, как борта карьера, так и отвала.

Методология наших исследований основывается на выявлении причин, сущности формирования трещин отрыва в бортах нагорных карьеров и развития оползневых процессов в отвале на склонах. То есть комплексное изучение изменения естественного напряженного состояния и оценка устойчивости геотехнической системы склон-карьер-отвал под влиянием параметров и карьера, и отвала.

Этапы познания объекта направлены на выявление особенностей исследования геомеханических процессов в прибортовом массиве склона, установление качественных и количественных взаимодействий геологической и геомеханической среды, зависящих от:

- *свойств геологической среды*, т.е. её физические параметры, которые отвечают за формирование отдельных элементов и которые можно считать относительно статичными в режиме реального времени;
- *параметров техногенного воздействия*, которыми являются экстремальные значения сил, степень изменения сил воздействий под действием процессов повреждения и деградации объектов.

Геологическая среда является природной многокомпонентной динамической подсистемой со всеми присущими ей внутренними

взаимодействиями, структурой, в которой при воздействии человеческой деятельности происходит возникновение новых техногенно-геологических процессов [5, с.79].

Исследование включает следующее построение познание объекта (рис 1.):



Рис. 1. Схема оценки геотехнической системы

Для формирования оползневых процессов и деформаций на карьере и при отсыпке отвалов на склоне необходимы факторы и причины его развития. В данном случае причиной является геомеханическая среда, в которой можно выделить следующие группы параметров:

1. Геометрические параметры отвала и карьера, как угол подстилающего склона, угол откоса отвала и карьера, высота и ширина как отвала, так и карьера, расстояние от борта карьера до отвала;
2. Изменение строения и свойств отвальной массы, в особенности переувлажнение;
3. Дополнительная нагрузка, к которой относятся сейсмические, гидродинамические воздействия;
4. Способы складирования отвалов.

Исходя из этого, деформации в карьере и при отсыпке отвалов на горных склонах зависят от параметра карьера и отвала, объема извлекаемой горной породы, расстояния от борта карьера до отвала, а также от несущей способности основания отвала.

Выводы

Особенность оценки устойчивости геотехнической системы карьер-отвал при освоении нагорных месторождений заключается в комплексном изучении устойчивости геотехнической системы через изучение взаимодействия геологической и геомеханической среды, учитывающий, как параметры карьера, так и отвала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов: ОНТП 18-85: Утв. Министерством промышленности строительных материалов СССР 20.12.85]. — Л.: Стройиздат. — 1988. — 78 с.
2. Кожогулов К.Ч., Никольская О.В., Джакупбеков Б.Т. Устойчивость отвалов вскрышных пород при освоении нагорных месторождений // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. — Т. 8. - №1, - 2021. - С.93-96.
3. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л. Недра. 1977, 479 с.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М. Мысль, 1990, 637с.
5. Сергеев Е.М. Инженерная геология. М.: Изд-во МГУ. 1982, 248 с.

6. Сергеев Е.М. Проблемы инженерной геологии в связи с охраной и рациональным использованием геологической среды. Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1987. №5. С.77-86
7. Кожогулов К.Ч., Никольская О. В. Особенности геомеханических процессов при разработке золоторудных месторождений Кыргызстана// Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – Т. 6. - №1, - 2019. - С.135-138.
8. Кононов Е.Е. Геологическая среда и вопросы терминологического понимания // Известия Сибирского отделения Секции и Земле РАЕН №1 (50) 2015 –С.76-85

УДК 37:371.3:51

МЕКТЕП МАТЕМАТИКАСЫНЫН ТЕРМИНДЕРИНИН ЖАНА ТҮШҮНҮКТӨРҮНҮН КЫРГЫЗ ТИЛИНДЕ МҮНӨЗДӨЛҮШҮ

Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Досумбаева С. Н.

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек ш

К.Тыныстанов атындагы ҮМУ, Каракол ш.

Бул макалада кыргыз тилиндеги мектеп математикасынын терминдеринин жана түшүнүктөрүнүн өзгөчөлүктөрү талкууланат. Учурдагы көйгөйлөр талдоого алынып, аларды чечүүнүн жолдору сунушталат. Бул багыттагы изилдөөлөр бар проблемаларды аныктоого жана аларды чечүүнүн жолдорун табууга жардам берет. Бул практикалык чечимдерди ишке ашыруу кыргыз тилинде математиканы окутуунун сапатын жогорулатып, бардык окуучулар үчүн жеткиликтүү кылат.

Баштапкы сөздөр: термин, терминология, түшүнүк, математика, маселе, окутуу, окуу китептери

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ ШКОЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ НА КЫРГЫЗСКОМ ЯЗЫКЕ

Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Досумбаева С. Н.

ИГУ им.К.Тыныстанова, г.Каракол

В данной статье рассматриваются особенности терминов и понятий школьной математики на кыргызском языке. Анализируются текущие проблемы и предлагаются решения. Исследования в этом направлении помогают выявить существующие проблемы и найти пути их решения. Реализация этих практических решений повысит качество преподавания математики на кыргызском языке и сделает ее доступной для всех учащихся.

Ключевые слова: термин, терминология, понятие, математика, задача, обучение, учебные книги

CHARACTERISTICS OF TERMS AND CONCEPTS OF SCHOOL MATHEMATICS IN THE KYRGYZ LANGUAGE

Biybosunov A.I, Madanbekova E.E., Dosumbaeva S.N.

KSTU named after I. Razzakov,
ISU named after K. Tynystanov, с. Karakol

This article discusses the features of terms and concepts of school mathematics in the Kyrgyz language. Current problems are analyzed and solutions are proposed. Research in this direction helps to identify existing problems and find ways to solve them. The implementation of these practical solutions will increase the quality of teaching mathematics in the Kyrgyz language and make it accessible to all students.

Keywords: term, terminology, concept, mathematics, task, training, educational books

Киришүү. Математика Кыргызстандын мектеп программасындагы эң маанилүү сабактардын бири. Бул окуучулардын логикалык ой жүгүртүүсүн, аналитикалык жана маселени чечүү жөндөмүн өнүктүрүүдө негизги ролду ойнойт. Математиканы натыйжалуу окутуу үчүн бул илимдин терминдери жана түшүнүктөрү орус жана кыргыз тилдеринде да так жана так формулировкакаланышы зарыл.

Математиканы окутуунун маанилүү аспектилеринин бири так жана түшүнүктүү терминологияны колдонуу болуп саналат. Терминдер жана түшүнүктөр математикалык тилдин негизин түзөт, ансыз негизги математикалык идеяларды жана мыйзам ченемдүүлүктөрдү өздөштүрүү мүмкүн эмес [1].

Терминологияга байланыштуу маселелерди чечүү математикалык билим берүүнүн сапатын жогорулатып, окуучуларды математиканы жана башка илимий дисциплиналарды андан ары үйрөнүүгө даярдайт.

Кыргыз тилинде түшүнүктөрдү жана терминдерди туура жана так берүү азыркы убакта да актуалдуулугун жоготкон жок.

Изилдөө методдору: Кыргыз тилиндеги математикалык терминдердин колдонулушунун узак тарыхы бар. Байыркы доорлордо да азыркы Кыргызстандын аймагын мекендеген көчмөн элдерде математикалык билимдер калыптанып, алар астрономия, жер изилдөө, соода сыяктуу турмуштун ар кыл чөйрөсүндө колдонулган [2].

Ал мезгилдеги математикалык терминология негизинен оозеки мүнөзгө ээ болуп, түпкү кыргыз сөздөрүнүн негизинде түзүлгөн.

Коңшу элдер менен соода-сатык жана маданий байланыштын өнүгүшү менен кыргыз тилине негизинен араб жана фарс тилдеринен алынган математикалык терминдер кире баштаган.

Бул математикалык тексттерди жазууда араб жазуусун колдонуудан, ошондой эле ислам маданиятынын кыргыз элинин турмушунун ар кандай чөйрөсүнө тийгизген таасиринен улам болгон.

20-кылымда Кыргызстанда билим берүү системасынын өнүгүшүнө байланыштуу математика боюнча орус окуу китептери жана окуу куралдары активдүү колдонула баштаган.

Бул орусча математикалык терминдердин массалык түрдө кабыл алынышына алып келди, алар акырындык менен түпнуска кыргыз сөздөрүн алмаштырды.

Учурда кыргыз тилиндеги математикалык терминология нукура кыргыз, араб, фарс жана орус сөздөрүнүн аралашмасы болуп саналат.

Кыргыз тилиндеги математикалык терминдердин классификациясы

Кыргыз тилиндеги математикалык терминдерди ар кандай негиздер боюнча классификациялоого болот [3, 4]:

- **Келип чыгышы боюнча:**

- **Нукура кыргызча** : "сан" (число), "сызык" (линия), "тегиздик" (плоскость), "бурч" (угол), "түз" (прямая), "тегиз" (плоский), "чоку" (вершина), "негизи" (основание) ж.б.
- **Чет тилден кирген:**
 - **Араб тилинен:** "даража" (степень), "негизи" (основание), "тийинди" (частное), "көптүк" (множество), "жол" (путь) ж.б.
 - **Фарс тилинен:** "кем" (меньше), "көп" (больше), "бөлүү" (деление), "сабак" (урок), "сандык" (ящик) ж.б..
 - **Орус тилинен:** "функция", "алгоритм", "интеграл", "дифференциал", "косинус", "синус", "тангенс" ж.б.
- **Мааниси боюнча:**
 - **Жалпы математикалык:** "сан", "чоңдук", "фигура", "теңдеме", "теорема", "маселе" ж.б.
 - **Атайын:** "функция", "интеграл", "дифференциал", "косинус", "синус", "тангенс" (математикалык предметке жараша)
- **Колдонулушу боюнча:**
 - **Термин-түшүнүктөр:** математикалык түшүнүктөрдү белгилешет ("сан", "сызык", "тегиздик", "бурч" ж.б.)
 - **Термин-операциялар:** математикалык операцияларды белгилешет ("кошуу", "кемитүү", "көбөйтүү", "бөлүү" ж.б.)
 - **Термин-катыштар:** математикалык катыштарды белгилешет ("чоң", "кичине", "барабар", "барабар эмес" ж.б.)

Кыргыз тилиндеги мектеп математикасынын

терминологиясынын өзгөчөлүктөрү:

- Орус тилинин таасири: Кыргыз тилинде математикалык терминология негизинен орус тилинен алынган. Буга эки элдин тарыхый-маданий байланыштары, ошондой эле Кыргызстандын мектептеринде орус тилинин окуу китептери жана окуу куралдары колдонулушу себеп.

- Кыргыз тилиндеги нукура терминдер менен кабыл алынган терминдердин айкалышы: Математика сабагынын кыргыз тилиндеги

кабыл алынган терминдер менен бирге кыргыз тилиндеги төл сөздөр да колдонулат. Мисалы, “сан” (число), “сызык” (линия), “плоскость” (тегиздик), “угол” (бурч), “прямая” (түз сызык), “тегиз” (плоский), “чоку” (вершина), “негизи” (основания) ж.б.

- Терминологияны унификациялоого умтулуу: Акыркы жылдары кыргыз тилиндеги математикалык терминологияны унификациялоо аракеттери көрүлүүдө. Математикалык терминдердин сөздүгү жана маалымдамалары түзүлүп, терминология боюнча илимий конференциялар, семинарлар өткөрүлүүдө.

Проблемалар жана аларды чечүү жолдору:

- Терминдердин илимий тактыкка дал келбеши: кээ бир алынган терминдер математикалык түшүнүктөрдүн илимий мазмунун дайыма эле так чагылдыра бербейт.

- Терминдердин көп маанилери: Кээ бир терминдер математиканын ар кайсы тармактарында бир нече мааниге ээ, бул окуучулардын баш аламандыгына алып келиши мүмкүн.

- Терминологиянын өнүкпөгөндүгү: Бардык эле математикалык түшүнүктөрдүн кыргыз тилиндеги так эквиваленттери жок.

Чечүү жолдору:

- **Математикалык терминдердин сөздүктөрүн жана маалымдамаларын түзүү:** Кыргыз тилиндеги математикалык терминдердин сөздүктөрүн жана маалымдамаларын түзүү, алардын илимий тактыгын, бир түшүнүктүүлүгүн жана математиканын өнүгүүсүнүн заманбап деңгээлине ылайык келүүсүн эске алуу.

- **Нукура кыргыз терминдерин колдонуу:** Мүмкүн болушунча кыргыз тилинин сакталышына жана өнүгүшүнө салым кошо турган математикалык түшүнүктөрдү белгилөө үчүн кыргыз тилиндеги терминдерди колдонуу.

Илимий конференцияларды жана семинарларды өткөрүү: Математика, лингвистика жана математиканы окутуу методикасы

боюнча адистерди тартуу менен терминология маселелери боюнча илимий конференцияларды жана семинарларды өткөрүү.

- **Заманбап маалыматтык технологияларды колдонуу:** Математикалык терминдердин электрондук сөздүктөрүн жана маалымдамаларын түзүүдө, ошондой эле интерактивдүү окуу материалдарын иштеп чыгууда заманбап маалыматтык технологияларды колдонуу.

Мектеп математика курсундагы айрым терминдерди замандын талабына ылайык талдайлы.

Мисалы: Көптөгөн илимий жана оозеки тилде санарип деген термин колдонулуп жатат. Мааниси сандын белгиси дегенди туюндурат. Сандын орус тилинде аталышы число. Ал эми цифра– сандын белгилениши. Демек **цифра** деген терминдин кыргызча которулушу – санарип. Кыргыз тилиндеги мектеп математикасында **санарип** термини колдонулбай **цифра** термини колдонулууда. Маселен И.Бекбоев, А. Абдиев, А. Айылчиев, Н. Ибраева, А. Касымов. Математика: Орто мектептердин 5-кл. үчүн окуу китебинде (2015):

*«Сандарды жазып көрсөтүүгө колдонулуучу белгилер **цифралар** деп аталат»* – деп аныктама берилген [4].

С.К.Кыдыралиев, А.Б.Урдалөтова, Г.М. Дайырбекова, математика: 6-класс үчүн окуу китебинде **«Оң жагындагы сан»**- дегендин ордуна **«оңураак сан»** –деп киргизишкен, бул сөздүн кыргызча мааниси «жакшыраак» дегенди туюндурат [5]. Демек, мындан мектеп математикасынын термин, түшүнүктөрүнүн үстүндө чечиле элек көйгөйлөр бар экенине ынанабыз.

Жыйынтык: Так жана түшүнүктүү терминологияны колдонуу Кыргызстандын мектептеринде математиканы ийгиликтүү окутуунун маанилүү шарттарынын бири болуп саналат.

Терминологияга байланыштуу маселелерди чечүү математикалык билим берүүнүн сапатын жогорулатып, окуучуларды математиканы жана башка илимий дисциплиналарды андан ары үйрөнүүгө даярдайт.

Окуу китептеринде илимий түшүнүктөрдүн эне тилиндеги эквиваленттери толук чагылдырылганы аныкталды. Бирок, региондордогу административдик бирдиктердин социалдык экономикалык абалы боюнча маалыматтар жана географиялык объектилер, табияттын өзгөчөлүктөрү окуу китептеринде аз чагылдырылганы белгилүү болду.

АДАБИЯТТАР

1. Калдыбаев, С.К. О сущности и роли результата обучения на современном этапе развития высшего образования [Текст]/ С.К. Калдыбаев// Современная высшая школа: инновационный аспект. –Челябинск (Россия). №1, 2014. – С. 61-67. 74
2. Калдыбаев С.К. О необходимости учета национально-территориальных особенностей в обучении математике [Текст]/ С.К.Калдыбаев, А.К.Макеев // XII Международная конференция "Высшее образование для XXI века" Московского гуманитарного университета. Педагогика и образование. Часть 1. – М., 2015. – С.34-38.
3. Мусаев, С. Кыргыз математика тилин өркүндөтүүнүн маселелери [Текст]: С. Мусаев. – Фрунзе, Мектеп, 1972 – 183 б.
4. Математика: Орто мектептердин 5-кл. үчүн окуу китеби /И. Бекбоев, А. Абдиев, А. Айылчиев, Н. Ибраева, А. Касымов. – Толук. 3-бас. – Б.: Билим-компьютер, 2015. – 264 б.
5. Математика: 6-класс. Окутуу кыргыз тилинде жүргүзүлгөн мектептер үчүн окуу китеби / С.К.Кыдыралиев, А.Б.Урдалетова, Г.М.Дайырбекова. – Б.: Аркус, 2018.-280 б.

УДК : 517,977.5,532.546+518.5

БАШКАРУУ ТЕОРИЯСЫНДА СЫЗЫКТУУ АЛГЕБРАНЫН ЭЛЕМЕНТТЕРИН КОЛДОНУУ

Байболотов Б.А., Маданбекова Э.Э., Туратбекова Э.Т.
К.Тыныстанов ат. ҮМУ, Каракол ш.

Башкаруу маселелери математикалык каражаттардын жардамы менен чечилет. Автоматтык башкаруу системасынын математикалык моделин көрсөтүүнүн негизги формасы дифференциалдык теңдеме болуп саналат. Автоматтык башкаруунун теориясында өткөрүүчү функцияларын колдонуу кабыл алынган. Аларды чыгаруу үчүн сызыктуу алгебранын методдорун колдонобуз. Сызыктуу алгебра ар кандай тармактарда, анын ичинде башкаруу теориясында кеңири колдонулган күчтүү математикалык курал. Ал динамикалык системаларды моделдөө, анализдөө жана башкаруу маселелерин чечүү үчүн методдордун комплексин камсыз кылат. Макалада башкаруу маселелерин чечүү үчүн сызыктуу алгебра ыкмаларын колдонуу каралды.

Баштапкы сөздөр: Сызыктуу алгебралык теңдемелер системасы, матрица, өзгөрмө, коэффициент, метод, тутумдаш, бир тектүү, чыгарылыш, башкаруу, система

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Байболотов Б.А., Маданбекова Э.Э., Туратбекова Э.Т.
ИГУ им. К.Тыныстанова, г.Каракол

Задачи управления решаются с помощью математических инструментов. Основной формой представления математической модели системы автоматического регулирования является дифференциальное уравнение. Использование передаточных функций принято в теории автоматического управления. Для их вывода воспользуемся методами линейной алгебры. Линейная алгебра — мощный математический инструмент, широко используемый в различных областях, включая теорию управления. Он предоставляет набор методов моделирования, анализа и управления динамическими

системами. В статье рассмотрено использование методов линейной алгебры для решения задач управления.

Ключевые слова: Система линейных алгебраических уравнений, матрица, переменная, коэффициент, метод, сопряженный, однородный, решение, управление, система.

APPLICATION OF ELEMENTS OF LINEAR ALGEBRA IN CONTROL THEORY

Baibolotov B.A., Madanbekova E.E., Turatbekova E.T.

ISU named after K.Tynystanov, Karakol c.

Control tasks are solved with the help of mathematical tools. The main form of presentation of the mathematical model of the system of automatic regulation is a differential equation. The use of transfer functions is accepted in the theory of automatic control. For their derivation, we use the methods of linear algebra. Linear algebra is a powerful mathematical tool widely used in various fields, including control theory. It provides a set of methods for modeling, analysis and control of dynamic systems. In the article, the use of linear algebra methods for solving control problems is considered.

Keywords: System of linear algebraic equations, matrix, variable, coefficient, method, conjugate, homogeneous, solution, control, system.

Киришүү. Сызыктуу алгебра системанын каалаган абалына жетүү үчүн оптималдуу киргизүүлөрдү таба турган оптималдуу башкаруу алгоритмдерин иштеп чыгуу, системанын керектүү абалын кармап туруу, киргизүүлөрдү автоматтык түрдө жөнгө салуучу кайтарым байланыш системаларын долбоорлоо үчүн пайдаланылат[2].

Сызыктуу алгебра учууну башкаруу системалары, роботторду башкаруу системалары жана температураны башкаруу системалары сыяктуу автоматтык башкаруу системаларында кеңири колдонулат.

Сызыктуу алгебранын ыкмалары сигналдарды иштетүүдө ызы-чууну чыпкалоо, сигналдардан маалыматты алуу жана маалыматтарды кысуу үчүн, экономикалык моделдерде экономикалык көрсөткүчтөрдү болжолдоо, инвестицияларды оптималдаштыруу жана экономикалык системаларды талдоо маселерин чыгаруу үчүн колдонулат.

Изилдөө методдору: Туруктуулук – бул тең салмактуулукту бузган дүүлүгү таасири аяктагандан кийин динамикалык системанын тең

салмактуулук абалына кайтып келүү жөндөмдүүлүгү. Туруктуу система гана ишке жөндөмдүү. Эгерде система сызыктуу дифференциалдык теңдеме менен сүрөттөлсө, анда анын туруктуулугу дүүлүгүнүн чоңдугуна көз каранды эмес.

Сызыктуу системанын туруктуулугу дүүлүгүнүн мүнөзү менен эмес, системанын өзүнүн структурасы менен аныкталат. Ляпунов А.М. сызыктуу системалар үчүн туруктуулук шарттарын автоматтык башкаруу системасынын мүнөздөмө теңдемесин талдоонун натыйжасы катары аныктаган [1].

Ар кандай динамикалык системанын өткөрүп берүүчү функциясы төмөнкү формага келтирилиши мүмкүн:

$$W(s) = \frac{B(s)}{A(s)} = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_{m-1} s + b_m}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n},$$

мында a жана b турактуу коэффициенттер, алар анык сандар жана системанын элементтеринин конкреттүү физикалык параметрлери аркылуу туюнтулат.

Бул туюнтуунун эң маанилүү шарты $n \geq m$ шарты болуп саналат, ал реалдуу динамикалык системалардын звенолорунун физикалык касиеттеринен келип чыгат. Бул туюнтмадан биз бүтүндөй системанын ачык жана жабык абалындагы дифференциалдык теңдемесин ала алабыз.

x ; y тамырлары анык же эки-экиден комплекттүү тутумдаш болушу мүмкүн. Бир тектүү теңдеменин чыгарылышы x , y тамырлары жана көрсөткүчтөрдүн алдындагы коэффициенттер аркылуу туюнтулат:

$$y_{св}(t) = \sum_{n=1}^N C_n \exp(s_n t)$$

Автоматтык башкарылуучу системанын туруктуулугун изилдөө системанын ХҮ тамырларынын чыныгы бөлүктөрүнүн белгилерин аныктоого келтирилет. Автоматтык башкаруу теориясында ХҮ

тамырларынын белгилери жөнүндө чыгарбай эле аныктоого мүмкүндүк берүүчү эрежелер иштелип чыккан.

Мындай эрежелер туруктуулук критерийлери деп аталат, алар алгебралык жана жыштык туруктуулук критерийлерине бөлүнөт.

Алгебралык туруктуулук критерийин карайлы.

Гурвицтин алгебралык туруктуулук критерийи [3]

Гурвиц критерийинин формулировкасы:

Башкаруу системасы туруктуу болушу үчүн Гурвицтин бардык аныктагычтарынын белгилери мүнөздөөчү теңдеменин биринчи коэффициентинин белгиси менен бирдей болушу зарыл жана жетиштүү, б.а., эгер $a_0 > 0$ болсо, анда оң болушу керек [3].

Алгач,

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0$$

мүнөздөөчү теңдемесинин коэффициенттеринен Гурвицтин башкы аныктагычын түзөбүз:

$$\Delta_i = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & \dots & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & a_n \end{pmatrix} > 0 \quad i = 0, \bar{n}$$

Гурвицтин башкы аныктагычындагы диагоналдык минорлорду сызып салуу менен төмөнкү тартиптеги Гурвицтин аныктагычтарын алууга болот. Гурвицтин аныктагычынын номуру, бул аныктагычты түзүү үчүн колдонулуп жаткан диагоналдагы коэффициентин номуру менен аныкталат.

1-чи жана 2-тартиптеги системалар үчүн туруктуулуктун зарыл жана жетиштүү шарты болуп мүнөздөөчү теңдеменин коэффициенттеринин оң болушу саналат. 3-чү, 4-чү жана андан жогорку тартиптеги системалар үчүн коэффициенттердин оң болушунан сырткары, кошумча барабарсыздыктардын аткарылышы талап кылынат.

Мисалы:

3- тартиптеги теңдеме үчүн ($n=3$) $a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0$;

4-тартиптеги теңдеме үчүн ($n=4$) $a_3(a_1 a_2 - a_0 a_3) - a_1^2 a_4 > 0$.

Эгерде төмөнкү тартиптеги бардык аныктагычтар оң болсо, анда башкы аныктагыч нөлгө барабар болгондо система туруктуулуктун чегинде болот: $\Delta_n = a_n \Delta_{n-1}$

Бул барабардык эки учурда аткарылышы мүмкүн:

$a_n = 0$ – система мезгилсиз туруктуулуктун чегинде болот (мүнөздөөчү теңдеменин тамырларынын бири нөлгө барабар);

$\Delta_{n-1} = 0$ – система термелүү туруктуулугунун чегинде болот (мүнөздөөчү теңдеменин эки комплекстүү-тутумдаш тамырлары мнимый окто жайгашат).

Гурвицтин критерии туруктуулуктун чегин жана областын түзүү үчүн колдонулушу мүмкүн.

Колдонулуп жаткан системанын

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0$$

Түрдөгү мүнөздөөчү теңдемеси бар болсун дейли. Анда мезгилсиз туруктуулуктун чегин аныкташ үчүн, $a_0 = 0$ жана $a_n = 0$ деп коюу зарыл, жана аларды туруктуулук чегине туура келген параметрге карата бөлүү керек.

Туруктуулуктун термелүү чектерин аныктоо үчүн $\Delta_{n-1} = 0$ аныктагычын эсептөө керек жана андан термелүү чегин аныктоочу жана туруктуулук областынын параметрлеринин бирөөсүнүн функциясы болгон параметрди бөлүп алуу керек

Андан кийин, "штрихтөө" эрежесин колдонуп, берилген параметрлердин тегиздигинде туруктуулук областын аныктоо керек.

Маселелерде Гурвиц критерийинин негизинде системанын туруктуулугун аныктоо

Системанын мүнөздөөчү теңдемеси берилсин, туруктуулугун аныктайбыз.

$$1) \quad 4p^2 + 2p + 4 = 0,$$

Чыгаруу:

Мүнөздөөчү теңдеме 2-тартипте жана анын бардык коэффициенттери оң мааниде. Демек, изилденип жаткан система туруктуу.

2) 3-тартиптеги мүнөздөөчү теңдемеси менен берилген системаны изилдейли

$$5p^3 + 2p^2 + p + 4 = 0,$$

мында $a_0 = 5$, $a_1 = 2$, $a_2 = 1$, $a_3 = 4$.

Система туруктуу болушу үчүн мүнөздөөчү теңдемесинин бардык коэффициенттери оң маани алыш керек жана аныктагыч $\Delta_{n-1} > 0$ болушу зарыл.

Чыгаруу: Берилген 3-тартиптеги мүнөздөөчү теңдемесинин бардык коэффициенттери оң мааниге ээ, демек системанын туруктуулугун баалоо үчүн Δ_2 аныктагычын белгисин аныктоо керек.

Анализделип жаткан система үчүн Гурвицтин аныктагычын жазабыз:

$$\Delta_3 = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 0 \\ 5 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

Андан Δ_2 аныктагычын бөлүп алабыз жана белгисин аныктайбыз:

$$\Delta_2 = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 5 & 1 \end{pmatrix} = 2 - 20 = -18 < 0,$$

демек берилген система туруктуу эмес.

Гурвиц критерийи баштапкы мүнөздөөчү теңдемесинин коэффициенттерин аныктоого мүмкүндүк берет, алардын өзгөрүшү системаны туруктуу же туруксуз кылат. Мисалы, $a_1 > 20$ кылып өзгөртүп, $\Delta_2 > 0$ ду алабыз, мындан анализденип жаткан система туруктуу болуп калат. Ушундай жыйынтыкты мүнөздөөчү теңдеменин коэффициенттерин $a_0 = 1$, $a_1 > 4$ кылып өзгөртсөк дагы алабыз.

3) Система төмөндөгүдөй түрдөгү мүнөздөөчү полиномго ээ болсун дейли:

$$a_0 p^4 + a_1 p^3 + a_2 p^2 + a_3 p + a_4 = 0,$$

мында $a_0 = 1, a_1 = 10, a_2 = 3, a_3 = ?, a_4 = 1$, болсун.

Система термелүүчү жана мезгилсиз туруктуулуктун чегинде боло тургандай a_3 коэффициентинин маанисин аныктоо керек.

Чыгаруу.

Бул системанын аныктагычын жалпы түрдө жазабыз:

$$\Delta_4 = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 & 0 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \end{pmatrix}$$

Бул аныктагычтан курамында изделип жаткан a_3 коэффициент кирген, 3-тартиптеги Δ_3 аныктагычты бөлүп алабыз, жана Δ_3 ти нөлгө барабарлайбыз:

$$\Delta_3 = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{pmatrix} = 0.$$

Δ_3 аныктагычын эсептейбиз:

$$\begin{aligned} \Delta_3 &= (-1)^2 a_1 \begin{pmatrix} a_2 & a_4 \\ a_1 & a_3 \end{pmatrix} + (-1)^3 a_3 \begin{pmatrix} a_0 & a_4 \\ 0 & a_3 \end{pmatrix} + (-1)^4 \begin{pmatrix} a_0 & a_2 \\ 0 & a_1 \end{pmatrix} = \\ &= a_1(a_2 a_3 - a_1 a_4) - a_3(a_0 a_3 - 0 \cdot a_4) + a_0 a_1 = a_1 a_2 a_3 - a_1^2 a_4 - a_3^2 a_0 = 0 \end{aligned}$$

Δ_3 кө коэффициенттердин берилген маанилерин коюп,

$$10 \cdot 3 a_3 - 10^2 \cdot 1 - a_3^2 \cdot 1 = 0 \text{ ти алабыз.}$$

Мындан $a_3^2 - 30 a_3 + 100 = 0$ квадраттык теңдемесин алабыз. Бул теңдемени чыгарып, $a_3 \approx 26,18, a_3 \approx 3,82$ ди алабыз. Бул маанилерде система термелүү туруктуулук чегинде болот.

Ушул система үчүн мезгилсиз туруктуулук чегинде боло тургандай a_3 коэффициентинин маанисин аныктайлы.

$$\Delta_3 = a_1 a_2 a_3 - a_1^2 a_4 - a_3^2 a_0 = 0 \text{ экени белгилүү}$$

$$a_4 = 0 \quad \text{шарты} \quad \text{аткарылганда} \quad a_1 a_2 a_3 - a_3^2 a_0 = 0.$$

Коэффициенттердин маанилерин койсок $30a_3 - a_3^2 = 0$, мындан $a_3 = 30$ келип чыгат.

Натыйжада, $a_3 = 30$ маанисинде система мезгилсиз туруктуулуктун чегинде болот.

Жыйынтык:

Башкаруу маселелери математикалык каражаттардын жардамы менен чечилет. Автоматтык башкаруу системасынын математикалык моделин көрсөтүүнүн негизги формасы дифференциалдык теңдеме болуп саналат [2].

Автоматтык башкаруунун теориясында өткөрүүчү функцияларын колдонуу кабыл алынган. Аларды чыгаруу үчүн сызыктуу алгебранын методдорун колдонобуз.

Бул жерде биз башкаруу маселелерин чечүү үчүн сызыктуу алгебра ыкмаларын колдонуу каралды.

АДАБИЯТТАР

1. Желтиков О.М. Основы теории управления. Конспект лекций/ О.М. Желтиков//–Самара,СГТУ,2008.–URL: <http://www.jelomak.ru/pager.htm>.
2. Маданбекова Э.Э., Башкаруу системаларындагы математикалык моделдердин элементтери. [текст]/ Э.Э.Маданбекова, А.Б. Байсеркеева, А.Т. Кочорбаева//«Известия вузов Кыргызстана», №2,Бишкек, 2022 (февраль)
3. Макарова, Л. Ф. Основы теории управления: сборник контрольных заданий / Л. Ф. Макарова.// – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2017. – 64 с.

УДК 622. 02

**ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ВОЛН НА УДЕЛЬНУЮ
ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАМГЫР**

Маканов К. М.

Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР

Рассмотрены влияния СВЧ волн на крепость и удельную энергоёмкость измельчения кварца и гранита месторождения Жамгыр. Приведены результаты исследования изменений прочности и удельной энергоёмкости измельчения кварца и гранита при различных продолжительностях воздействия СВЧ волн. Установлено, что оптимальное время воздействия СВЧ волн, с точки зрения максимального уменьшения удельной энергоёмкости измельчения, для кварца составляет 3 минуты, а для гранита – 5 минут.

Ключевые слова: горная порода, минерал, измельчение, волна, энергоёмкость, рудоподготовка, обогащение, разупрочнение, навеска, разрушение.

**ЖАМГЫР КЕНИНИН ТОО-ТЕКТЕРИНИН МАЙДАЛАНЫШЫНЫН
САЛЫШТЫРМА ЭНЕРГИЯ СЫЙЫМДУУЛУГУНА ЖОГОРКУ
ЖЫШТЫКТАГЫ МИКРОТОЛКУНДАРДЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ**

Маканов К. М.

КР УИА Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту

Жамгыр кенинин кварц жана гранитин майдалоонун салыштырма энергия сыйымдуулугуна жана алардын бышыктыгына эң жогорку жыштыктагы микротолкундардын тийгизген таасири каралды. Эң жогорку жыштыктагы микротолкундардын ар кандай узактыктагы таасиринен кварцты жана гранитти майдалоонун салыштырма энергия сыйымдуулугунун жана алардын бышыктыгынын өзгөрүшүн изилдөөнүн натыйжалары келтирилди. Эң жогорку жыштыктагы микротолкундардын таасиринин оптималдуу убактысы, майдалоонун салыштырма энергия сыйымдуулугун максималдуу кыскартуу көз карашы боюнча алганда, кварц үчүн 3 мүнөт, гранит үчүн 5 мүнөт экени аныкталды.

Баштапкы сөздөр: тоо тек, минерал, майдалоо, толкун, энергия сыйымдуулугу, кенди даярдоо, кен байытуу, бышыктыгын азайтуу, үлгү, талкалоо.

INFLUENCE OF MICROWAVE WAVES ON THE SPECIFIC ENERGY INTENSITY OF GRINDING ROCKS OF THE ZHAMGYR DEPOSIT

Маканов К. М.

Institute of Machinery researching, Automatics and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

The influence of microwave waves on the strength and specific energy intensity of grinding quartz and granite of the Zhamgyr deposit is considered. The results of a study of changes in the strength and specific energy intensity of grinding quartz and granite for different durations of exposure to ultra – high – frequency waves are presented. It has been established that the optimal time of exposure to microwave waves, from the point of view of maximum reduction in the specific energy intensity of grinding, for quartz is 3 minutes, and for granite – 5 minutes.

Key words: rock, mineral, grinding, wave, energy intensity, ore preparation, enrichment, softening, weighing, destruction.

Ведение. Одним из ключевых задач в горной промышленности на сегодняшний день – это усовершенствование технологий, которые позволят с минимальными затратами осуществлять работу по рудоподготовке к обогащению полезных ископаемых. Для разработки данных технологий требуется глубокое понимание физических свойств горных пород, их прочность, твердость, энергоемкость измельчения, структурную слоистость, упругость, а также уровень трещиноватости, и другие свойства. Как известно, некоторые руды в которых содержатся тяжелые, легкие благородные и цветные металлы, обладают высокой прочностью, и использование широко известных методов измельчения этих руд и их предварительной обработки непосредственно перед обогащением становится процессом с высоким потреблением энергии и значительными потерями при добыче драгоценных металлов и полезных ископаемых.

Исходя из вышесказанного оптимизация процесса рудоподготовки путем изменения ее свойств сегодня является приоритетной задачей в горнодобывающей сфере.

Методы и результаты. Вопросу разрушения массивов горных пород различными способами всегда уделялось большое внимание со стороны ученых и исследователей. Это связано с необходимостью добычи полезных ископаемых, шахтное и подземное строительство, строительство туннелей, автодорог, мостов, а также предотвращения обвалов и оползней. Существует несколько основных методов разрушения горных пород. Одним из них является механическое разрушение при помощи взрывов. Метод заключается использованием взрывчатых веществ, при котором создается сильное давление что вызывает разрушение породы. Наряду с механическими методами разрушения материалов, появляются новые тепловые методы разрушения.

В начале 60 – х годов с момента формирования раздела науки о физических свойствах горных пород, учеными Е. И. Баяк, Г. Я. Новика, Т. С. Лебедева, С. Кларка, Ф. Эгерера, А. Г. Дорфмана, Э. М. Пархоменко, В. Н. Кобрановой и др. проводились многочисленные исследования разрушения горных пород, под воздействием различных физических полей.

Одним из наиболее обоснованных методов разрушения пород является термический метод, однако вследствие малого коэффициента теплопроводности, разрушение горных пород данным методом ограничены трудностями быстрого прогревания пород на большую глубину.

Иной способ заключается в использовании электромагнитной СВЧ энергии. Советские ученые первыми были в изучении влияния СВЧ излучений на прочность и измельчаемость горных пород и руд. Позднее

к указанному методу разупрочнения горных пород воздействием энергии СВЧ волн проявили интерес специалисты из США, Австралии и Канады.

В 1964 году профессор Образцов А. П. и Долголаптев А. В., из лаборатории электрофизического разрушения горных пород им. А. А. Скочинского, проводили экспериментальные исследования путем разрушения крепких горных пород, а также бетона, электромагнитными направленными СВЧ волнами.

Исследования оказывающее воздействие СВЧ волн на энергоемкость измельчения минералов и руд, получили в трудах К.Т. Тажибаева и Р.М. Султаналиевой, Институт Геомеханики и Освоения Недр НАН КР [2,3,4].

Основное преимущество СВЧ волн - это возможность направленного проникновения волн в породу на большую глубину. Для того чтобы максимально эффективно воздействовать, необходимо знать о характеристике горных пород, их электрические свойства, диапазон частот и мощность СВЧ излучения. В процессе разупрочнения горных пород, особую роль играет время воздействия СВЧ волн, также остаточное напряжение в породе и коэффициент крепости. Разрушения неоднородных горных пород в которых имеются остаточные напряжения как правило происходят скачкообразно.

Один из методов по которому можно определить коэффициент крепости – это метод толчения. Он позволяет определить зависимость затрачиваемой энергии, которая расходуется на измельчение образцов горных пород, к величине вновь образовавшейся поверхности [1].

В экспериментальных исследованиях для определения вышеуказанного метода из месторождения Жамгыр нами было отобрано необходимое количество проб горной породы и минерала, для возможности получения от 20 до 25 навесок, путем дробления пробы на части 20 – 30 мм. и весом по 50 г. Для их облучения мы использовали СВЧ печь, мощность которого составляет 800 Вт, частота 2450 МГц.

Образцы облучались СВЧ импульсами в течение 1, 3, 5, 7 и 9 минут, для каждой группы по пяти образцам породы.

Для получения достоверных средних показателей крепости пород, а также удельной энергоемкости, было проведено по 5 определений, на специально изготовленном приборе ПОК (прибор определения крепости для горных пород) состоит прибор из трубчатого копра, груза 2,5 кг и измерителя фракции. Образцы дробились с помощью груза сбрасываемой с высоты 0,6 м. Далее вся истолченная мелочь, методом просеивания через сито 0,5 мм, собиралась в стакан объеммера диаметром 23 мм. для измерения высоты столба пыли в объеммере.

С целью определения крепости наносятся от 3 – 15 ударов для пород с средней и низкой прочностью. Для разных пород необходимо подбирать определенное n – количество ударов, для того чтобы уровень l – пыли в объеммере была в границах 20 – 70 мм. n – ударов соизмерима работе по измельчению, а l – пропорционально новой поверхности.

Данная работа при помощи этого метода описывается уравнением:

$$A = Ghn \quad (1)$$

где G – груз 2,5 кг;

h – груз сбрасываемый с высоты 0,6 м;

n – количество ударов;

Крепость горных пород определяется формулой:

$$f_t = \frac{20n}{l} \quad (2)$$

где n – количество ударов;

l – высота пылевой фракции мм;

По формуле (2) по Протодьяконову М. М. коэффициент крепости пород вычисляется путем сравнения затраченной энергии при измельчении к вновь образованным поверхностям. После определяется

среднеарифметическая величина из полученных пяти повторных значений.

Чтобы определить удельную энергоемкость K_{vs} измельчения горных пород и руд, К.Т. Тажибаев предложил следующую формулу [3].

$$K_{vs} = \frac{nE_i}{V} \quad (3) \quad K_{vs} = \frac{n \cdot mgh}{Sl} \quad (4)$$

где n – количество ударов; E_i – энергия одного удара; V – объем фракции; m – масса груза в свободном падении; g – ускорение свободного падения; h – груз сбрасываемый с высоты 0,6 м; s – площадь сечения объемомера; l – высота пылевой фракции мм.

В таблице 1 представлены результаты полученные в ходе проведения эксперимента по определению коэффициента крепости методом толчения, а также удельной энергоемкости измельчения проб от продолжительности воздействия волнами СВЧ, (образцы кварц и гранит).

Таблица 1 – удельная энергоемкость и коэффициент крепости кварца и гранита от продолжительности воздействия волнами СВЧ.

Кварц СВЧ мин.	№ проб	n - количес- т во ударов;	l – высота пылевой фракции мм	Кoeff- т. креп. $f_i = \frac{20n}{l}$	V_{cm^3} – объем фракции	E_p – энерг. разруше- ния (Дж)	E_y – Удельная энерг. разр. Дж/см ³
исходное состояние	1	35	20	35	8,3	515,2	62,07
	2	35	24	29	9,96	515,2	51,72
	3	35	15	47	6,225	515,2	83,1
	4	35	21	33	8,715	515,2	59,22
	5	35	20	35	8,3	515,2	62,07
Ср. значение	-	35	20	35,8	8,3	-	63,636
Ср. кв. откл.	-	-	2,898	6,014	1,202	-	10,442
Кoeff-т. вар. %	-	-	14,49	16,79	14,49	-	16,41
СВЧ–1 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	25	28	10,375	515,2	49,53
	2	35	16	44	6,64	515,2	78
	3	35	20	35	8,3	515,2	62,07

	4	35	22	32	9,13	515,2	56,43
	5	35	23	30	9,545	515,2	54,23
Ср. значение	-	-	21,2	33,8	8,798	-	60,052
Ср. кв. откл.	-	-	3,059	5,6	1,269	-	9,838
Коэфф-т. вар. %	-	-	14,43	16,57	14,43	-	16,38
СВЧ-3 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	28	25	11,62	515,2	44,41
	2	35	20	35	8,3	515,2	62,07
	3	35	28	25	11,62	515,2	44,41
	4	35	23	30	9,545	515,2	54,23
	5	35	22	32	9,13	515,2	56,43
Ср. значение	-	-	24,2	29,4	10,043	-	52,31
Ср. кв. откл.	-	-	3,249	3,929	1,348	-	6,938
Коэфф-т. вар. %	-	-	13,43	13,36	13,43	-	13,26
СВЧ-5 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	21	33	8,715	515,2	59,22
	2	35	18	39	7,47	515,2	68,97
	3	35	22	32	9,13	515,2	56,43
	4	35	17	41	7,055	515,2	73,6
	5	35	17	41	7,055	515,2	73,6
Ср. значение	-	-	19	37,2	7,885	-	66,364
Ср. кв. откл.	-	-	2,097	3,919	0,870	-	7,228
Коэфф-т. вар. %	-	-	11,04	10,53	11,04	-	10,89
СВЧ-7 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	19	37	7,885	515,2	65,339
	2	35	24	29	9,96	515,2	51,72
	3	35	23	30	9,545	515,2	54,23
	4	35	23	30	9,545	515,2	54,23
	5	35	19	37	7,885	515,2	65,339
Ср. значение	-	-	21,6	32,6	8,964	-	58,1716
Ср. кв. откл.	-	-	2,154	3,611	0,893	-	5,923
Коэфф-т. вар. %	-	-	9,97	11,07	9,97	-	10,18
СВЧ-9 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	25	28	10,375	515,2	49,53
	2	35	27	26	11,205	515,2	46
	3	35	22	32	9,13	515,2	56,43
	4	35	25	28	10,375	515,2	49,53
	5	35	26	27	10,79	515,2	47,7
Ср. значение	-	-	25	28,2	10,375	-	49,838
Ср. кв. откл.	-	-	1,673	2,039	0,694	-	3,548

Коэфф-т. вар. %	-	-	6,69	7,23	6,69	-	7,12
Гранит СВЧ мин. исходное состояние	1	35	11	63,63	4,56	515,2	112,9
	2	35	13	53,84	5,39	515,2	95,58
	3	35	10	70	4,15	515,2	124,14
	4	35	12	58,33	4,98	515,2	103,45
	5	35	10	70	4,15	515,2	124,14
Ср. значение	-	-	11,2	63,16	4,646	-	112,042
Ср. кв. откл.	-	-	1,166	6,387	0,482	-	11,298
Коэфф-т. вар. %	-	-	10,41	10,11	10,39	-	10,08
СВЧ-1 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	12	58,33	4,98	515,2	103,45
	2	35	14	50	5,81	515,2	88,67
	3	35	13	53,84	5,39	515,2	95,58
	4	35	13	53,84	5,39	515,2	95,58
	5	35	13	53,84	5,39	515,2	95,58
Ср. значение	-	-	13	53,97	5,392	-	95,772
Ср. кв. откл.	-	-	0,632	2,638	0,262	-	4,679
Коэфф-т. вар. %	-	-	4,86	4,89	4,87	-	4,89
СВЧ-3 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	11	63,63	4,56	515,2	112,9
	2	35	9	77,77	3,73	515,2	138,12
	3	35	11	63,63	4,56	515,2	112,9
	4	35	10	70	4,15	515,2	124,14
	5	35	10	70	4,15	515,2	124,14
Ср. значение	-	-	10,2	69,006	4,23	-	122,44
Ср. кв. откл.	-	-	0,748	5,226	0,310	-	9,313
Коэфф-т. вар. %	-	-	7,33	7,57	7,33	-	7,61
СВЧ-5 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	16	43,75	6,64	515,2	77,59
	2	35	15,5	45,16	6,43	515,2	80,12
	3	35	17	41,17	7	515,2	73,6
	4	35	13	53,84	5,39	515,2	97,2
Ср. значение	-	-	15,375	45,98	6,365	-	82,127
Ср. кв. откл.	-	-	1,474	4,758	0,599	-	9,007
Коэфф-т. вар. %	-	-	9,58	10,35	9,4	-	10,97

СВЧ–7 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	14	50	5,81	515,2	88,67
	2	35	14,5	48,27	6	515,2	85,86
	3	35	14	50	5,81	515,2	88,67
	4	35	12	58,33	4,98	515,2	103,45
	5	35	10,5	66,66	4,35	515,2	118,43
Ср. значение	-	-	13	54,652	5,39	-	97,016
Ср. кв. откл.	-	-	1,516	6,953	0,628	-	12,359
Коэфф-т. вар. %	-	-	11,66	12,72	11,66	-	12,74
СВЧ–9 мин. Охлаждение в воздухе	1	35	13,5	51,85	5,6	515,2	92
	2	35	13,5	51,85	5,6	515,2	92
	3	35	11,5	60,86	4,77	515,2	108
	4	35	11	63,63	4,56	515,2	112,98
	5	35	11,5	60,86	4,77	515,2	108
Ср. значение	-	-	12,2	57,81	5,06	-	102,596
Ср. кв. откл.	-	-	1,077	4,97	0,447	-	8,84
Коэфф-т. вар. %	-	-	8,83	8,6	8,84	-	8,62

Из данных таблицы 1 следует, что при воздействии на навески образцов кварца (размерами 2х2х2см) СВЧ волнами, при выдержке в 1 – минуту, удельная энергоемкость измельчения в сравнении с исходным значением уменьшается незначительно, тогда как при выдержке в 3 – минуты удельная энергоемкость измельчения уменьшается максимально, а при времени воздействия 5 – минут происходит незначительное увеличение. Дальнейшее увеличение времени воздействия волн СВЧ на образцы в течение 7 – 9 минут не оказывает существенного уменьшения энергоемкости.

При воздействии на образцы гранита СВЧ волнами при выдержке в 3 – минуты удельная энергоемкость измельчения увеличивается если сравнивать с исходным состоянием, это связано по – видимому формированием сжимающих остаточных напряжений, а при выдержке в 5 – минут, удельная энергоемкость уменьшается максимально. Последующее увеличение длительности СВЧ волн на пробы в течение

7 – 9 минут приводит лишь к незначительному увеличению энергоемкости.

Следовательно, из таблицы 1 мы видим, что максимальная эффективность для уменьшения энергоемкости волнами СВЧ для кварца это 3 минуты, а для гранита этот показатель составляет 5 минут.

Выводы.

1. Установлено, что при воздействии на образцы кварца СВЧ волнами в течении 1 – минуты, удельная энергоемкость измельчения снижается в сравнении с исходным состоянием незначительно, тогда как при выдержке в 3 – минуты энергоемкость измельчения уменьшается максимально, а при времени воздействия 5 – минут происходит незначительное увеличение.
2. Установлено, что при воздействии на образцы гранита СВЧ волнами при выдержке в 3 – минуты удельная энергоемкость измельчения увеличивается в сравнении с исходным состоянием, это говорит о формировании сжимающих остаточных напряжений в образце, а при 5 – минутах воздействия, энергоемкость уменьшается до максимального значения.
3. Было установлено, что наиболее оптимальным временем воздействия волнами СВЧ для максимального снижения удельной энергоемкости измельчения для кварца составляет 3 – минуты, а для гранита – 5 минут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильницкая Е.И. Свойства горных пород и методы их определения – М.: / Е.И. Ильницкая, Р.И., Тедер, Е.С. Ватолин, М.Ф. Кунтыш. – Москва: Недра, 1969. – 452 с.
2. Тажибаев К.Т. Напряжения, процессы деформации и динамического разрушения горных пород (том 2). В двух томах. / К.Т. Тажибаев. – Бишкек: Издательство “Алтын Принт”, 2016 – 357с.
3. Тажибаев К.Т. Способ измельчения руд и минералов. / К.Т. Тажибаев, Р.М. Султаналиева, М.С. Акматалиева, Д.К. Тажибаев. / Патент на изобретение КР № 1503 – 2012.

4. Тажибаев К.Т. Энергосберегающий способ измельчения крепких руд.
/ К.Т. Тажибаев, Р.М. Султаналиева. // Горный информационно –
аналитический бюллетень (научно –технический журнал) № 12.
Москва: Издательство «Горная книга», 2015. – С. 76-82.

УДК 519 + 004.94

ТРЕНДОВЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Эркинбек к.Ж., Абдиева Л.К., Куканова Р.А.
КГТУ им. И. Раззакова

В работе рассмотрены одни из наиболее простых математических методов прогнозирования – трендовые модели. Трендовый метод предполагает экстраполяцию временного ряда, прогнозные показатели определяются в результате линейной экстраполяции сложившихся в прошлом тенденций. Метод применяют при определении краткосрочных прогнозов для данных с тенденцией изменений во времени непрерывно.

Ключевые слова: прогнозирование, математические методы, трендовые модели.

ТРЕНДДЕРДИ БОЛЖОЛДОО МОДЕЛДЕРИ

Эркинбек к.Ж., Абдиева Л.К., Куканова Р.А.
И. Раззаков ат. КМТУ

Иште эң жөнөкөй математикалык болжолдоо ыкмаларынын бири - тренд моделдери талкууланат. Тренд методу убакыттык катарды экстраполяциялоону камтыйт, прогноздук көрсөткүчтөр мурда түзүлгөн тенденциялардын сызыктуу экстраполяциясынын натыйжасында аныкталат; Метод убакыттын өтүшү менен өзгөрүүлөрдүн үзгүлтүксүз тенденциясы менен маалыматтар үчүн кыска мөөнөттүү болжолдоолорду аныктоо үчүн колдонулат.

Баштапкы сөздөр: болжолдоо, математикалык методдор, тренд моделдери.

TREND FORECASTING MODELS

Erkinbek K.Zh., Abdieva L.K., Kukanova R.A.
KSTU named of I.Razzakov

The work discusses one of the simplest mathematical forecasting methods - trend models. The trend method involves extrapolation of a time series; forecast indicators are determined as a result of linear extrapolation of

trends that have developed in the past. The method is used to determine short-term forecasts for data with a continuous trend of changes over time.

Key words: forecasting, mathematical methods, trend models.

Развитие современного общества наряду с возрастанием сложности различных систем и процессов сопровождается накоплением большого количества данных из самых разнообразных областей человеческой деятельности, в особенности социально-экономических. Такие данные составляют временные ряды, т.е. это последовательность значений некоторой динамической системы, объекта, изменяющихся во времени. Анализ, обработка огромных массивов таких данных производится методами прогнозирования. Актуальность прогнозирования выражается в подготовке к неопределенности в будущем, определении основных направлений развития и принятии стратегических решений.

Результатом прогнозирования является предсказание развития объектов социально-экономических систем, сделанное путем изучения статистических данных и прошлых закономерностей. По своей сути прогнозирование направлено не на безусловное предсказание, а на оценку вероятного состояния при условии сохранения наблюдаемых тенденций и желательного состояния системы, процесса, объекта.

Теория прогнозирования накопила большое количество методов прогнозирования, из которых наиболее часто применяются около 10-20 [1]. Различают два основных типа методов прогнозирования: качественные и количественные.

Качественное прогнозирование основано на прогнозах экспертов – специалистов конкретной области.

Количественные, это в основном математические, методы используют содержательную статистику и статистические данные (временные ряды) для прогнозирования долгосрочных будущих тенденций. Математические методы и модели прогнозирования

временных рядов стремятся определить зависимость будущего значения от прошлых значений, и затем исходя из установленной зависимости сделать прогноз показателей временного ряда.

По способу описания изучаемого объекта различают два основных вида: трендовый и факторный методы.

Факторный метод предполагает предварительное определение факторов, влияющих на прогнозируемый показатель, количественную оценку и построение математических моделей методом корреляции.

Трендовый метод предполагает экстраполяцию временного ряда, прогнозные показатели определяются в результате линейной экстраполяции сложившихся в прошлом тенденций. Трендовый метод применяют при определении краткосрочных прогнозов на срок от 2-3 месяцев до одного года, применяют для данных с тенденцией изменений во времени непрерывно. Этот метод отличается простотой и наглядностью, очень легко реализуются с помощью современных информационных технологий и программной техники.

Использование метода экстраполяции базируется на трех предположениях:

- данные имеют преобладающую тенденцию изменения (возрастание или убывание);
- условия, определяющие развитие данных в прошлом, останутся без существенных изменений;
- модель прогнозирования является адекватной.

При этом функциональное соответствие выражается в виде [2]:

$$Y_t = X_t + \varepsilon \quad (1)$$

где Y_t - исследуемые данные объекта, системы, процесса; X_t - регулярная детерминированная неслучайная составляющая – время, ε - случайная составляющая.

При этом регулярная составляющая называется тенденцией или трендом, она характеризует динамику развития процесса в целом.

Случайная составляющая характеризует случайные колебания или так называемый белый шум.

Задача прогноза состоит в определении экстраполирующей функции.

Наиболее часто используются экспоненциальные и полиномиальные (первой-третьей степени) модели.

Процесс построения трендовой модели начинается с построения линии графика по имеющимся наблюдениям, к примеру с помощью опции Вставка диаграмм в табличном процессоре Ms Excel. Определение линии, наиболее близкой к точкам наблюдений, осуществляется с помощью добавления трендов на диаграмме. Можно одновременно построить и просмотреть сразу несколько трендовых моделей. Там же имеется опция выведения на экран функционального уравнения и соответствующего коэффициента достоверности трендовой модели.

Построение трендовой модели рассмотрим на следующем примере.

В качестве независимого регрессора (Y) – стоимости жилой недвижимости (далее просто цена) рассматривается средняя цена проданной жилой недвижимости в сомах за квадратный метр площади недвижимости в г. Бишкек, взятые из сборников статистических данных, предоставляемых Государственным агентством по земельным ресурсам, кадастру, геодезии и картографии при кабинете Министров Кыргызской Республики [3].

Так как в работе будет построена модель в целях краткосрочного прогнозирования, в качестве периода времени рассматривается период с января 2020 года по март 2024 года с месячными показателями. Данный период выбран также в связи с тем, что именно в эти годы наблюдается резкое повышение стоимости жилой недвижимости.

Значения У – цены в сомах за квадратный метр площадей проданных квартир за данный период указаны в таблице 1.

Таблица 1. Даты и цены жилой недвижимости

Месяц, год	Т	январь2020	февраль2020	март2020	апрель2020	май2020	июнь2020	июль2020	сентябрь2020	октябрь2020	ноябрь2020	декабрь2020
Цена сом/кв.м.	У	50991,39	53948,90	52777,87	56860,70	63526,30	61247,80	65406,52	57673,20	55868,82	54987,52	55006,11
Месяц, год	Т	январь2021	февраль2021	март2021	апрель2021	май2021	июнь2021	июль2021	сентябрь2021	октябрь2021	ноябрь2021	декабрь2021
Цена сом/кв.м.	У	53222,17	56479,73	57940,53	56843,21	58945,68	57111,71	56584,70	57631,69	55778,20	61964,64	58489,02
Месяц, год	Т	январь2022	февраль2022	март2022	апрель2022	май2022	июнь2022	июль2022	сентябрь2022	октябрь2022	ноябрь2022	декабрь2022
Цена сом/кв.м.	У	59551,14	60433,34	66287,06	63435,96	64524,40	64929,72	64508,20	64786,44	66756,27	69206,37	73618,00
Месяц, год	Т	январь2023	февраль2023	март2023	апрель2023	май2023	июнь2023	июль2023	сентябрь2023	октябрь2023	ноябрь2023	декабрь2023
Цена сом/кв.м.	У	72816,94	76502,77	77025,61	76358,10	78386,09	74150,85	77374,79	80443,19	128847,29	76310,21	73351,04
Месяц, год	Т	январь2024	февраль2024	март2024								
Цена сом/кв.м.	У	84617,72	86081,76	90198,24								

Построим график (рисунок 1) по данной таблице, чтобы визуально четко увидеть тенденции изменения цен – стоимости жилой недвижимости в период с января 2020 года по март 2024 года. На графике видно плавное стабильное возрастание стоимости жилой недвижимости, кроме резкого возрастания в одной точке в октябре 2023 года. Такие выбросы характеризуют очень сильное взаимодействие каких-то глобальных потрясений.



Рис 1. Динамика изменения цен проданной жилой недвижимости

По данному графику построим следующие трендовые модели – линейный, полиномиальный, логарифмический, экспоненциальный. Трендовые модели показаны на рисунке 2.

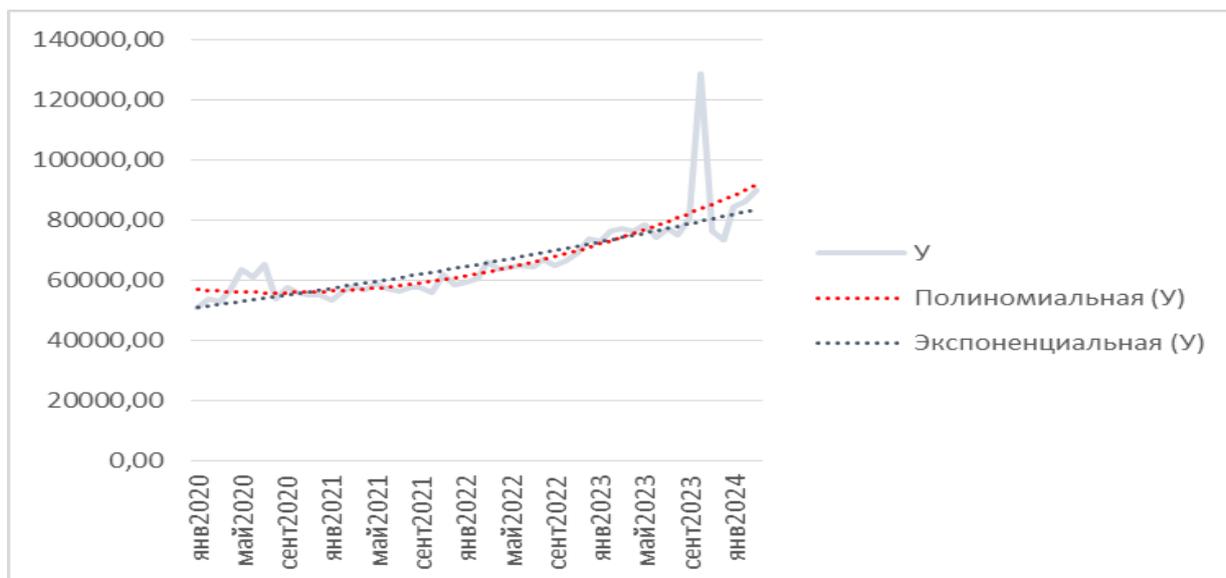


Рис.2. Графики трендовых моделей.

В таблице 2 приведены уравнения трендовых моделей и соответствующие коэффициенты детерминации.

Таблица 2. Уравнения трендовых моделей и коэффициенты детерминации

Вид трендовой модели	Уравнение тренда	Коэффициент детерминации
линейная	$Y = 694,21T + 48285$	$R^2=0,6065$
экспоненциальная	$Y = 50423 e^{0,0099T}$	$R^2=0,7104$
логарифмическая	$Y = 9241,3 \ln T + 38718$	$R^2=0,3857$
полиномиальная	$Y = 19,491T^2 - 319,32T + 57238$	$R^2=0,6893$

Коэффициент детерминации является одним из значимых показателей; он показывает в процентах долю изменений объясняемых влиянием зависимых факторов-регрессантов на независимый регрессор Y . Чем он ближе к 1 тем считается что модель имеет значимую адекватность к реальным данным.

Исходя из результатов, указанных в таблице 3.1.2 лучшей является экспоненциальная модель. Если исходить из графических данных, то лучшее приближение показывает полиномиальная модель.

Данные модели хорошо аппроксимируют наблюдаемые значения и могут применяться для прогнозирования стоимости жилой недвижимости в краткосрочном периоде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изосимов С. В., Шевченко А. Л., Шевченко В. Л. Методы прогнозирования и их применение в практике менеджмента // Экономикс. 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-prognozirovaniya-i-ih-primenenie-v-praktike-menedzhmenta> (дата обращения: 26.01.2024).
2. Фукина С.П. Трендовые модели в экономических исследованиях // Экономический анализ: теория и практика. 2011. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trendovye-modeli-v-ekonomicheskikh-issledovaniyah> (дата обращения: 12.03.2024).
3. Государственное агентство по земельным ресурсам, кадастру, геодезии и картографии при кабинете Министров Кыргызской Республики.

УДК 519.1, 372.8:51,519.6

ДИСКРЕТТИК МАТЕМАТИКАНЫ ОКУТУУДА ЗАМАНБАП МААЛЫМАТТЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КОЛДОНУУ

Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Эркинбек к.С.

И.Раззаков атындагы КМТУ, К.Тыныстанов атындагы ЫМУ, Каракол ш.,

Дискреттик математика студенттердин математикалык маданиятынын деңгээлин жана алардын математикалык даярдыгынын деңгээлин жогорулатууда маанилүү мааниге ээ. Информациялык технологиялар дискреттик математиканы окутууну жеңилдетүү гана эмес, ошондой эле көптөгөн математикалык, программалоо дисциплиналарын окутууну өркүндөтүүгө өбөлгө түзөт. Макалада дискреттик математика предметин окутууда заманбап маалыматтык технологияларды (IT) колдонуу маселелери каралды жана дискреттик математиканы окутуунун эффективдүүлүгүн жогорулатууда IT маанилүү роль ойной ала тургандыгы аныкталды.

Баштапкы сөздөр: Маалыматтык технологиялар, билим берүү, окутуу, дискреттик математика, метод, программалоо, колдонмо.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКЕ

Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Эркинбек к.С.

КГТУ им.И.Раззакова, ИГУ им.К.Тыныстанова, г.Каракол

Дискретная математика имеет важное значение в повышении уровня математической культуры учащихся и их математической подготовки. Информационные технологии не только облегчают преподавание дискретной математики, но и способствуют совершенствованию преподавания многих математических и программных дисциплин. В статье рассмотрены вопросы использования современных информационных технологий (IT) в преподавании предмета дискретной математики и определено, что IT могут сыграть важную роль в повышении эффективности обучения дискретной математике.

Ключевые слова: Информационные технологии, образование, обучение, дискретная математика, метод, программирование, приложение.

USING MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN TEACHING DISCRETE MATHEMATICS

Biybosunov A.I, Madanbekova E.E., Erkinbek k S.

KSTU named after I. Razzakov, ISU named after K. Tynystanov, с. Karakol

Discrete mathematics is important in increasing the level of mathematical culture of students and their mathematical training. Information technologies not only facilitate the teaching of discrete mathematics, but also contribute to the improvement of the teaching of many mathematical and software disciplines. The article discusses the use of modern information technologies (IT) in teaching the subject of discrete mathematics and determines that IT can play an important role in increasing the efficiency of teaching discrete mathematics.

Keywords: Information technology, education, training, discrete mathematics, method, programming, application

Киришүү. Дискреттик математика компьютерди колдонуу менен математикалык моделдөөнүн заманбап методологиясын калыптандырууда фундаменталдуу роль ойной баштаган, бул математика менен башка илимдердин интеграция процессин бекемдеген. Дискреттик математика символдорду уюштурууну жана маалыматтарды иштетүүнү камтыган аппараттык жана программалык камсыздоо жагынан компьютердик маселелерди чечүү үчүн колдонулат. Дискреттик математиканы билбестен, информатика жана программалоо менен ийгиликтүү алектенүү мүмкүн эмес, бирок көбүнчө бул курс мүмкүн болгон колдонмолорду көрсөтпөстөн, жалаң академиялык түрдө окутулат.

Изилдөөнүн актуалдуулугу төмөнкүлөрдүн ортосундагы карама-каршылыктар менен шартталган:

– математика боюнча кызыктуу, кылдаттык менен иштелип чыккан жана методикалык жактан камсыздалган курстардын зарылдыгы жана

бул багытта иш жүзүндө болгон илимий негизделген методикалык иштеп чыгуулардын жетишсиздиги;

– билим берүүнү маалыматташтыруунун шартында математиканы окутуунун эффективдүүлүгүн жогорулатуучу методдорду, формаларды жана каражаттарды өркүндөтүү зарылчылыгы жана факультативдик курстардын алкагында математиканы окутуу процессинде электрондук билим берүү ресурстарын пайдалануу методикасынын жетишсиз иштелип чыгышы.

Ошентип, изилдөөнүн проблемасы физика-математика факультетинин студенттери үчүн маалыматтык-коммуникациялык технологияларды колдонуу менен «Дискреттик математика» курсунун методикалык камсыздоосун түзүү мүмкүнчүлүктөрүн аныктоо болуп саналат.

Изилдөө методдору: Дискреттик математика математиканын кеңири жана кызыктуу тармагы. Анын ар кандай тармактарда көптөгөн колдонмолору бар жана математика, информатика жана башка тармактар боюнча адистерди даярдоонун маанилүү бөлүгү болуп саналат.

Дискреттик математиканы заманбап окутуу төмөнкүдөй ар кандай ыкмаларды колдонууну камтыйт:

- Видеолекциялар, интерактивдүү көнүгүүлөр жана форумдар сыяктуу онлайн ресурстарды колдонуу.
- Симуляторлор, симуляторлор жана визуализация куралдары сыяктуу компьютердик программаларды колдонуу.
- Топтук долбоорлорду жана кызматташууну колдонуу.
- Проблемалык жана тапшырмага негизделген окутууну колдонуу.

Бул методдорду колдонуу студенттерге дискреттик математиканы натыйжалуураак үйрөнүүгө жана анын ар кандай тармактарда колдонулушун түшүнүүгө мүмкүндүк берет.

Заманбап дискреттик математиканы окутуунун кээ бир артыкчылыктары:

- Окуучулардын активдүүлүгүн жогорулатуу: Окутуунун ар кандай ыкмаларын колдонуу студенттердин окуу процессине активдүү катышуусуна, окуу материалын тереңирээк түшүнүүгө мүмкүндүк берет.
- Түшүнүктөрдү жакшыраак түшүнүү: Окутуунун ар кандай ыкмаларын колдонуу окуучуларга дискреттик математикадагы татаал түшүнүктөрдү жакшыраак түшүнүүгө жардам берет.

Бүгүнкү күндө дүйнөлүк коомчулуктун бардык өнүккөн жана көптөгөн өнүгүп келе жаткан өлкөлөрүн коомду маалыматташтыруунун глобалдык процессинин өнүгүшү адамдар үчүн жаңы маалыматтык чөйрөнү жана жаңы маалыматтык жашоо образын жана кесиптик ишмердүүлүктү түзүүгө алып келет. Мунун баары билим берүү системасынын алдында миллиондогон адамдарды маалыматтык коомдун таптакыр жаңы шарттарында жашоого жана иш-аракетке даярдоо боюнча принципалдуу жаңы глобалдык көйгөйдү коюп жатат.

Мисалы, К.К.Коликтин [1998] пикири боюнча, бүгүнкү күндө билим берүүнү маалыматташтыруу маселеси анын өнүгүүсүнүн жаңы этабына кирип жатат, анын негизги мазмуну приоритет болуп инструменталдык жана технологиялык эмес, маалыматташтыруунун мазмундук милдеттери турат. Билим берүүнү маалыматташтырууну өнүктүрүүнүн мазмундук багытынын алкагында төмөнкү төрт маанилүү милдетти бөлүп көрсөтүү максатка ылайык ([Колин, 2000]) [1]:

(1) коомдун маалыматтык чөйрөсүндө кесиптик ишмердүүлүк үчүн адистерди даярдоо, жаңы маалыматтык технологияларды өздөштүрүү;

(2) коомдо жаңы маалыматтык маданиятты калыптандыруу;

(3) маалыматтык жактан кыйла көбүрөөк багыттоо жана информатиканын фундаменталдык принциптерин изилдөөнүн эсебинен билим берүүнү фундаменталдаштыруу;

(4) адамдардын жаңы маалымат дүйнө таанымын өнүктүрүү.

Жогорку окуу жайларынын студенттерине дискреттик математиканы окутуунун эң эффективдүү каражаты электрондук окуу китептерин жана окуу куралдарын түзүү жана окуу практикасына киргизүү экендиги талашсыз. Мындай материалдар дисциплинанын терминологиясын түшүндүрүүгө багытталган теориялык блоктору гана камтыбастан, Интернет булактарына көптөгөн кошумча шилтемелер менен коштолушу мүмкүн (Россиянын алдыңкы университеттеринин адистеринин видеолекцияларынын фрагменттери, презентациялар жана башка түрлөрү).

Ачык интернет-ресурстардын ичинен төмөнкүлөрдү өзгөчө белгилей кетүү керек [2]:

– предмет боюнча кошумча маалымдама жана окуу адабияттарына жетүүнү камсыз кылган онлайн китепканалар жана билим берүү платформалары (Matx.ru китепканасы көптүктөр теориясы, комбинаторика жана стандарттуу эмес маселелерди чечүү боюнча материалдарды сунуштайт; дискреттик математика курсун өтүүгө, ошондой эле көптүктөр теориясы, логика, графтар, комбинаторика, коддоо, дискреттик математиканын маселелерин чыгаруу боюнча тесттик тапшырмаларды аткарууга мүмкүндүк берүүчү "Урайт" билим берүү платформасы ж.б.)

– алгебралык эсептөөлөрдү жүргүзүүгө, графтарды түзүүгө, тапшырмалардын иш барагын түзүүгө мүмкүндүк берүүчү программалык системалар жана комплекстер (Maple, REDUCE, Mathematica, Matlab, Mathcad ж.б.);

– алардын ичинде даяр тапшырмалар жана дисциплина боюнча тест материалдары бар онлайн симуляторлор (мисалы, Testserver.pro глобалдык тестирилөө системасы)

Белгилей кетүүчү нерсе, "Дискреттик математика" дисциплинасы боюнча тесттик материалдарды тапшыруу зарыл болгон шартта, окутуучу Google жана Яндекс интернет тутумдарынын ресурстарын

натыйжалуу пайдалана алат. Алардын өзгөчө артыкчылыгы – студенттерге өз алдынча аткаруу үчүн керектүү тапшырмаларды камтыган тоptomун түздөн-түз жөнөтүү мүмкүнчүлүгү. Мындан тышкары, билимди көзөмөлдөөнүн тесттик формаларын түзүүгө жана өткөрүүгө мүмкүндүк берген атайын багытталган эмес интернет-ресурстардын ичинен жөнөкөйлөрү Online Test Pad, Wordwall, Quizizz, алар көйгөйлөрдү чечүүнү уюштурууну колдобосо да, теориялык билимдерин лекциялардын жыйынтыгы боюнча текшерүүгө мүмкүндүк берет.

Ошентип, студенттердин өз алдынча иш-аракеттерин уюштуруу практикасында интернет ресурстарын пайдалануу дискреттик математика теориясы боюнча базалык билимдерди кеңейтүүгө жана өнүктүрүүгө, ошондой эле дисциплинанын темаларын өздөштүрүү деңгээлин өз алдынча көзөмөлдөөгө мүмкүндүк берет. Бүгүнкү күндө университеттин бирдиктүү маалыматтык мейкиндигин түзүү, студенттерге керектүү маалыматтарды онлайн режиминде тапшырууга мүмкүндүк берүүчү электрондук билим берүү чөйрөсүн уюштуруу маселеси актуалдуу бойдон калууда. Бул ыкма келечектеги адистерди даярдоону жогорулатуунун факторлорунун бири катары таанылган [2]. Мугалим өз кезегинде сабактар үчүн тапшырмалардын жана окуу-методикалык материалдардын өз банкын топтой алат, ошону менен окуу процессин иштин ар кандай формалары менен өркүндөтө алат.

Ошентип, «Дискреттик математика» дисциплинасын өздөштүрүү процессинде маалыматтык технологияларды колдонуу төмөндөгүлөргө мүмкүндүк берет:

- лекцияларда жана практикалык аудиториялык сабактарда окуу материалын көрсөтүүдө мугалимдин инструменттерин чоң көлөмдө айкындык менен коштоого (видео фрагменттерди, презентациялар ж.б.);
- студенттердин өз алдынча ишмердүүлүгүн билим берүү маселелерин чечүү менен активдүү байланыштырып окуу процессин

оптималдаштыруу (көп сандагы эсептөө операцияларын жүргүзүү мүмкүнчүлүгүнөн улам) жана интенсификациялоо;

– персоналдык компьютерлерди, смартфондорду жана башка гаджеттерди колдонууну аныктоочу заманбап интернет-платформаларды кеңири жайылтуу студенттердин жеке өзгөчөлүктөрүнөн улам заманбап санариптик технологияларга кызыгуусун арттырган мотивация чөйрөсүнө оң таасирин тийгизет;

– студенттерде билим алуунун, өзгөчө заманбап МКТ аркылуу өз алдынча билим алуунун маанилүүлүгү жөнүндө аң-сезимдерин калыптандыруу;

– долбоордук иш-чараларды жүргүзүү жана башка билим берүү маселелерин чечүү үчүн «окутуучу-студент» жубунун онлайн байланышын уюштуруу;

– студенттердин интеллектуалдык жана чыгармачыл жөндөмдүүлүктөрүн өнүктүрүү, алардын санариптик сабаттуулугунун деңгээлин жогорулатуу [2].

«Маалыматтык технологияларды программалык камсыздоо», «Математика», «Информатика», «Колдонмо математика жана информатика» адистиктеринин студенттери үчүн «Дискреттик математика» курсунда комбинаторика элементтери, көптүктөр жана катыштар теориясы, азыркы абстрактуу алгебранын элементтери, графтар теориясы, Бульдун функцияларынын теориясынын классикалык түшүнүктөрү, формалдуу тилдердин теориясынын негиздери студенттердин компьютердик системаларды түшүнүү жана долбоорлоо үчүн зарыл болгон инструменттер жана ыкмаларды өздөштүрүшү максатында окутулат.

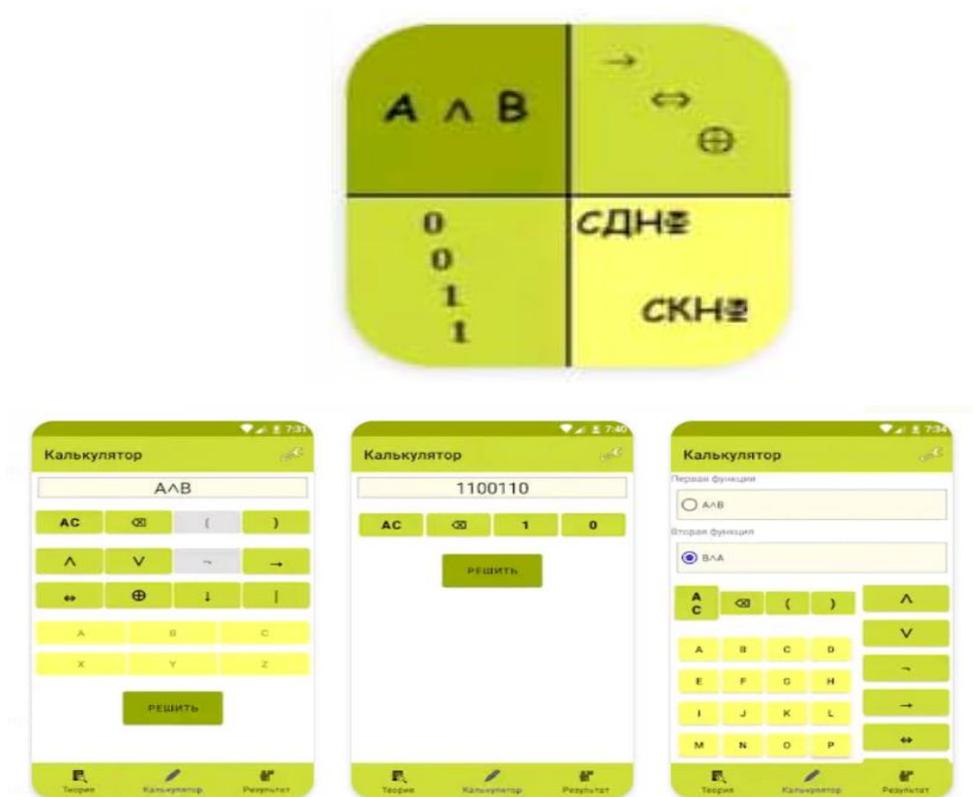
Дискреттик математиканы окутууда маалыматтык технологияны колдонуп окутуу студенттердин билим алуусуна кызыгууну жаратат.

Заманбап билим берүүнүн натыйжалуулугун жогорулатуу көбүнчө маалыматты, анын ичинде мультимедиялык технологияларды колдонуу

менен шартталган. Окуу материалынын мультимедиялык презентациясынын өзгөчөлүктөрү студенттердин маалыматты жакшыраак кабыл алуусун аныктайт.

Дискреттик математиканын бөлүмү “Логикалык алгебраны” окутууда маалыматтык технология каражаттарынын көптөгөн колдонмолору бар. Биз төмөнкүлөргө токтолобуз.

Студенттердин колдонуусуна ыңгайлуу колдонмо катары компьютерде жана уюлдук телефондо да иштей ала турган “Таблица истинности” колдонмосун карайлы.



1-сүр. “Таблица истинности” колдонмосу

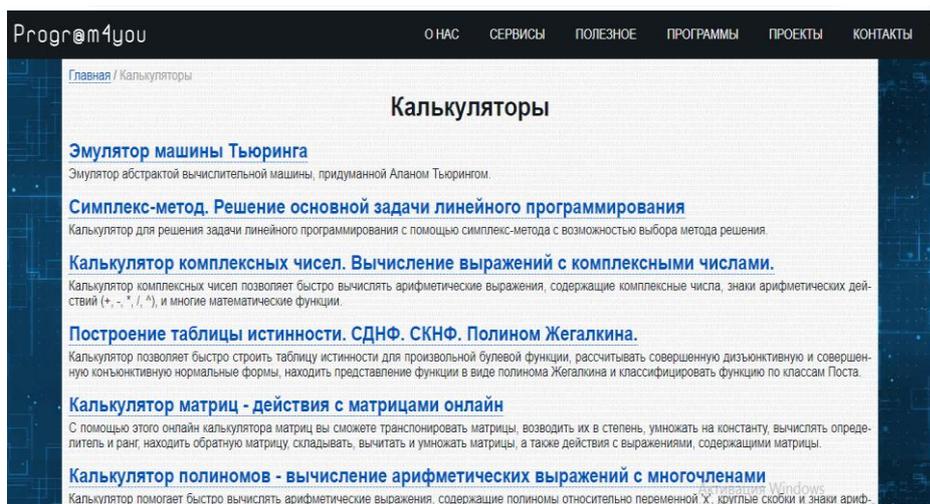
Бул колдонмонун жардамы менен логикалык алгебранын функцияларынын, формулаларынын чындык таблицаларын (толук жана кыскартылган), формулалардын өркүндөтүлгөн дизъюнктивдик нормалдуу формаларын, формулалардын өркүндөтүлгөн конъюнктивдик нормалдуу формаларын, Жегалкиндин полиномун түзүүгө болот.

Компьютердик окуу системаларын колдонуу: компьютердик окуу системалары студенттерге жекече үйрөтүү жана практика менен камсыз кылуу үчүн колдонулушу мүмкүн. Бул системалар ар бир студенттин муктаждыктарына ылайыкташа алат жана реалдуу убакытта кайтарым байланышты камсыздайт [3].

Компьютердик окуу системаларынын бирин көрсөтөлү.

Programforyou системасы студенттер үчүн дискреттик математиканы өздөштүрүүгө эң мыкты каражат болуп саналат, ал эми окутуучулар үчүн предметтик сабактарды кызыктуу өтүүгө жардам берет (<https://programforyou.ru/>).

Системада дискреттик математиканын бир нече бөлүмдөрүнө арналган калькуляторлор бар (2-сүрөт)



2-сүр. Калькуляторлор

Дискреттик математиканын логикалык алгебра бөлүмүнүн айрым темаларынын маселелерин практикалык жүзүндө чыгаруу үчүн “*Построение таблицы истинности. СДНФ. СКНФ. Полином Жегалкина*” калькуляторун колдонобуз: <https://programforyou.ru/calculators/postroenie-tablitci-istinnosti-sknf-sdnf>

Калькулятордо өзгөрмөлөр, негизги операторлор, кашаалар көрсөтүлгөн баскычтар, иш процессти тандоо бөлүгү, функция же формула жазыла турган сапчасы бар.

Калькуляторду колдонуудан мурун, калькуляторду кандай колдонууга болору менен тааныштырган көрсөтмөнү жана видео нускаманы пайдаланабыз.

Системада колдонулган символдор, логикалык операциялардын белгилениши, калькулятордын мүмкүнчүлүктөрү эң түшүнүктүү берилген.

Калькулятор функциянын чындык таблицасын, экилик вектор боюнча чындык таблица, функциянын же формуланын өркүндөтүлгөн конъюнктивдик нормалдуу формасын, функциянын же формуланын өркүндөтүлгөн дизъюнктивдик нормалдуу формасын, Жегалкиндин көп мүчөсүн (Паскальдын методу, үч бурчтук методу, аныкталбаган коэффициенттер боюнча), Карнонун картасын түзө алат, конъюнктивдик нормалдуу форманы жана дизъюнктивдик нормалдуу форманы минималдайт, жалган өзгөрмөлөрдү издей алат.

Айрым түшүнүктөргө кыскача аныктама берилген: Бульдун функциясы, чындык таблица, логикалык операцияларга. Негизги логикалык операциялардын чындык таблицасы жана логикалык функцияны берүүнүн ыкмалары мүнөздөлүп берилген (3-4-сүрөт)

The screenshot shows a webpage with the following content:

Prog@M4you О НАС СЕРВИСЫ ПОЛЕЗНОЕ ПРОГРАММЫ ПРОЕКТЫ КОНТАКТЫ

Таблица истинности логических операций

a	b	a ∧ b	a ∨ b	\bar{a}	\bar{b}	a → b	a = b	a ⊕ b
0	0	0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	0	0	1	1	0

Как задать логическую функцию

Есть множество способов задать булеву функцию:

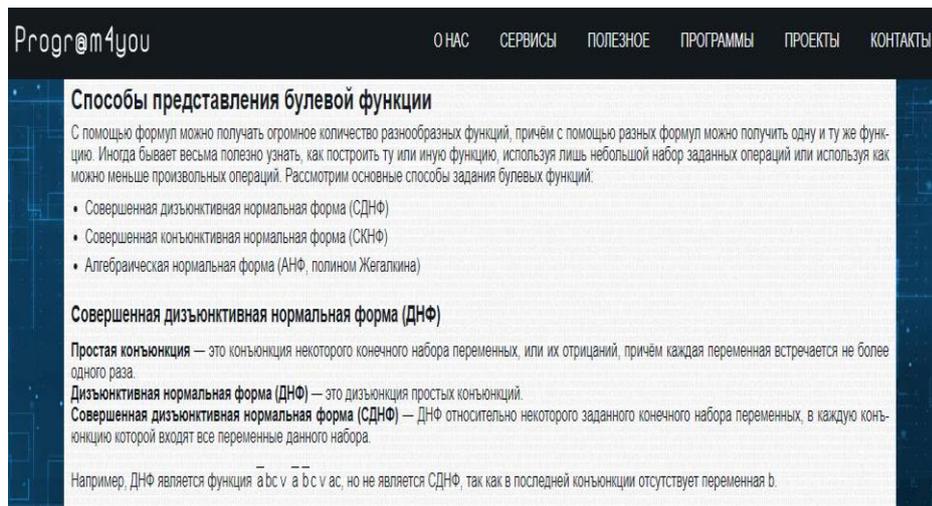
- таблица истинности
- характеристические множества
- вектор значений
- матрица Грея
- формулы

Рассмотрим некоторые из них:

Чтобы задать функцию через **вектор значений** необходимо записать вектор из 2^n нулей и единиц, где n - число аргументов, от которых зависит функция. Например, функцию двух аргументов можно задать так: 0001 (операция И), 0111 (операция ИЛИ).

Чтобы задать функцию в виде **формулы**, необходимо записать математическое выражение, состоящее из аргументов функции и логических операций. Например, можно задать такую функцию: $a \wedge b \vee b \wedge c \vee a \wedge c$

3-сүр. Логикалык функцияны берүүнүн ыкмалары



4-сүр. Логикалык функцияны берүүнүн ыкмалары

Формулалардын жардамы менен функцияны алуунун ыкмалары айтылып, аныктамалары берилген. Логикалык алгебранын функция үчүн өркүндөтүлгөн конъюнктивдик нормалдуу форманы, өркүндөтүлгөн дизъюнктивдик нормалдуу форманы, Жегалкиндин көп мүчөсүн (Паскальдын методу, үч бурчтук методу, аныкталбаган коэффициенттер боюнча) түзүүнүн алгоритмдери берилген.

Логикалык функциянын ар түрдүү берилиштерин түзүүнүн мисалдары келтирилген: үч өзгөрмөдөн алынган $F = \bar{a} \wedge b \vee \bar{b} \wedge c \vee c \wedge a$ логикалык функциясынын

- 1) чындык таблицасын (5-сүрөт);
- 2) өркүндөтүлгөн дизъюнктивдик нормалдуу формасын, өркүндөтүлгөн конъюнктивдик нормалдуу формасын;
- 3) Жегалкиндин полиномун түзүү толук жана ирээти менен көрсөтүлүп берилген



5-сүр. Жегалкиндин полиномун

Жыйынтык: Дискреттик математиканы окутууда IT технологияларын колдонуу актуалдуу жана келечектүү багыт болуп саналат деген жыйынтыкка келүүгө болот.

IT технологияларын колдонуу студенттер үчүн окуу процессин натыйжалуу жана кызыктуу кылат, бул билим берүүнүн сапатын жогорулатууга жардам берет.

Келечекте дискреттик математиканы окутууда жаңы IT-технологияларды иштеп чыгууну жана киргизүүнү улантуу, ошондой эле аларды колдонуунун ыкмаларын өркүндөтүү зарыл.

АДАБИЯТТАР

1. Методика преподавания дискретной математики: учебное пособие[текст] / И. И. Баврин, М. П. Барболин, Л. Ю. Березина.// – М.: Форум, 2015. – 256 с.
2. Современные информационные технологии в образовании: учебное пособие[текст] / Н. А. Хохлова, И. В. Хохлова. //– М.: Академия, 2014. – 208 с.
3. <https://programforyou.ru/>

УДК 519.656

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОСТАНОВОЧНОГО ПУНКТА

Шаршенбеков К.К., Агыбаев А.С., Абдиева Л.К.
КГТУ им. И.Раззакова

В работе рассмотрены математические модели транспортных потоков. Одной из задач, связанных с данной проблемой транспортных потоков, является определение пропускной способности остановочного пункта городского общественного транспорта. А решение такого рода задач базируются в основном на математических методах и выходят за рамки узко транспортных проблем.

Ключевые слова: математические модели, транспортный поток, пропускная способность.

ТОКТОО ПУНКТУН ӨТКӨЧҮЛҮГҮН АНЫКТОО

Шаршенбеков К.К., Агыбаев А.С., Абдиева Л.К.
И.Раззаков ат. КМТУ

Бул макалада жол кыймылынын математикалык моделдери каралат. Транспорттук агымдардын бул көйгөйү менен байланышкан маселелердин бири шаардык коомдук транспорттун токтоо пунктунун сыйымдуулугун аныктоо болуп саналат. Ал эми мындай маселелерди чечүү негизинен математикалык методдорго негизделген жана тар транспорттук маселелердин чегинен чыгып кетет.

Баштапкы сөздөр: математикалык моделдер, трафик агымы, өткөрүү.

DETERMINING BANDWIDTH STOPPING POINT

Sharshenbekov K.K., Agybaev A.S., Abdieva L.K.
KSTU n.a. I.Razzakov

The paper examines mathematical models of traffic flows. One of the tasks associated with this problem of traffic flows is determining the capacity of a stop point for urban public transport. And the solution to this kind of

problems is based mainly on mathematical methods and goes beyond the scope of narrow transport problems.

Key words: mathematical models, traffic flow, throughput.

Городские транспортные системы занимают особо значимое место в жизни города, касаются каждого его жителя, начиная со связи с жизненно-важными точками, такими как продовольственные точки, больницы, полицейские участки и т.д., заканчивая поездкой на общественном транспорте в точку следования. При этом каждого интересует минимальное количество времени

Основными задачами любой транспортной системы являются удовлетворение потребности в перевозке населения и грузов. В связи с этим эффективность системы определяется своеобразным балансом интересов перевозчика и клиента, перевозчика интересует максимальная грузовая загрузка, клиента минимальное время доставки и определенный комфорт.

В большинстве городов в наши дни существует проблема «перегрузки» городского общественного транспорта в так называемые «часы пик». В такие часы общественный транспорт не справляется с пассажиропотоком, люди не могут добраться своевременно до пунктов следования, а это в конечном итоге отражается на экономике города.

Одной из задач, связанных с данной проблемой транспортных потоков, является определение пропускной способности остановочного пункта городского общественного транспорта. А решение такого рода задач базируются в основном на математических методах и выходят за рамки узко транспортных проблем.

В данной работе проведены экспериментальные наблюдения на остановочном пункте г. Бишкек:

- на остановке (Ахунбаева 121, пересечение Абдырахманова) общественный транспорт иногда останавливается в два ряда, тем

самым пассажирам приходится выходить на проезжую часть, образуются очередь и заторы транспорта.

Таким образом из-за того, что данные остановки могут вмещать ограниченное количество транспорта, на наблюдаемых остановках возникают очереди и затор транспорта. А это прямым образом влияет на время пребывания и обслуживания пассажиропотока общественным транспортом. Обычно время пребывания транспорта на остановке рекомендуется от 3 секунд до 119 [1].

На пропускную способность остановки общественного транспорта сильно влияют количество транспорта прибывших одновременно, интервалы высадки и посадки пассажиров в транспорт.

Для того чтобы определить пропускную способность остановки, нами рассмотрены некоторые критические остановки, где имеются достаточно большое количество пассажиров и общественного транспорта. Затем будут определены экспериментально интервалы между транспортом, время обслуживания пассажиров. Рассчитаны вероятности возникновения очереди и предельная интенсивность движения на линии остановочного пункта.

Выборка включает в себя данные по интервалу между транспортом и интервалы обслуживания пассажиропотока на остановке с объемом $n=117$ наблюдений.

Упорядочим данные с помощью инструмента сортировки по возрастанию, и этим построим вариационный ряд или его еще называют статистический ряд. Минимальные и максимальные значения следующие $X_{\min}=0,1$ и $X_{\max}=0,6$. Разделим промежуток между ними на 8 равных интервалов с шагом $0,0625$.

Для каждого интервала определим частоту n_i и относительную частоту W_i попадания элементов выборки в данные интервалы и оформим в виде таблицы 1.

Таблица 1. Частоты и относительные частоты вариантов

Интервал	Значение варианты, X_i	Частоты, n_i	Относит. Частоты, W_i
0,1-0,1625	0,1313	61	0,52
0,1626-0,225	0,1938	16	0,14
0,226-0,2875	0,2568	14	0,12
0,2876-0,35	0,3188	13	0,11
0,351-0,4125	0,3818	6	0,05
0,4126-0,475	0,4438	4	0,03
0,475-0,5375	0,5063	2	0,02
0,5376-0,6	0,5688	1	0,01

Для того чтобы определить вид распределения случайной величины X строим гистограмму относительных частот (рис.1)

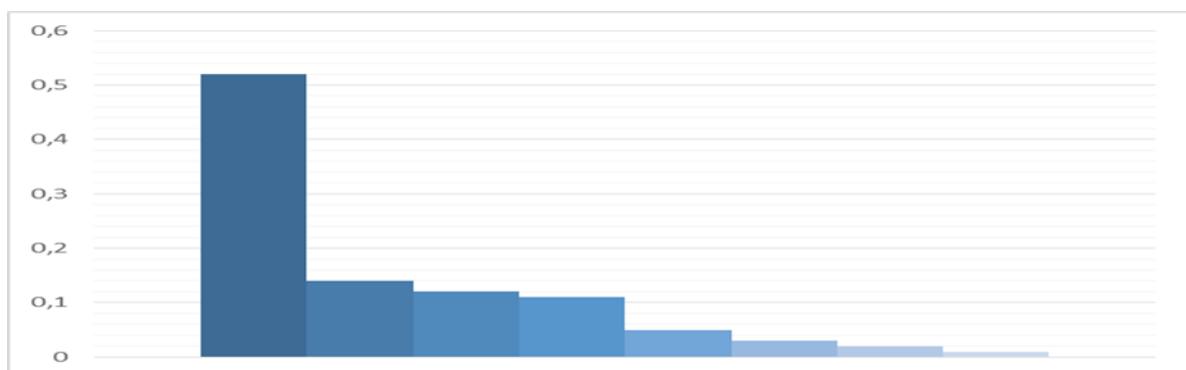


Рис. 1. Гистограмма относительных частот.

Исходя из расположения прямоугольников на рисунке 1 можем говорить о том, что здесь больше похоже на нормальное распределение или распределение Пуассона. Вообще обслуживание пассажиропотока в некотором смысле является системой массового обслуживания СМО и обычно рассчитывают по формуле Пуассона. Для того чтобы точно определить какой же вид распределения подходит составляется гипотеза и проверяется с помощью критерия Пирсона. Допустим в

качестве нулевой гипотезы – что эмпирические данные распределены по нормальному закону.

Для того чтобы определить критерий Пирсона вначале нужно вычислить теоретические частоты. Результаты записаны в таблице 2.

Таблица 2. Значения эмпирических частот и теоретических частот.

i	ni	ni*	ni-ni*	(ni-ni*) ²	(ni-ni*) ² /ni*
1	61	45,3	15,7	246,49	5,44
2	16	21,4	-5,4	29,16	1,36
3	14	21,4	-7,4	54,76	2,56
4	13	21,4	-8,4	70,56	3,30
5	6	21,4	-15,4	237,16	11,08
6	4	21,4	-17,4	302,76	14,15
7	2	21,4	-19,4	376,36	17,59
8	1	0	1	1	0,00
Σ	117				55,48

Получили, что статистика Пирсона $K_{набл}=55,48$ при критическом значении данной статистики $K_{крит}=11,6$. Статистика Пирсона $K_{набл}$ для эмпирических данных больше, чем критическое значение, поэтому основная гипотеза о распределении данных по нормальному закону отклоняется.

Следующим шагом определяем основные описательные статистики, их еще называют характеристиками эмпирических данных. Результаты вычислений через Анализ данных записаны в табл. 3.

Таблица 3. Основные описательные статистики

Статистики	значения
Количество	117

Среднее значение X	14,625
Стандартное отклонение	1,62
Дисперсия	2,63
Медиана	0,35
Мода	0,13
Эксцесс	-0,1209
Асимметричность	0,1306
Интервал	8
Минимум	0,1
Максимум	0,6
Статистика Стьюдента	1,38
Доверительный интервал	0,051
Относительная ошибка	0,42

Пропускная способность остановочного пункта определяется согласно формулы, рекомендованной руководством по организации дорожного движения Highway Capacity Manual 2000 [2,3].

$$B_s = N * B_{bb} = N * \frac{3600}{t_c + \frac{g}{c} t_d + z_a * c_v * t_d} \quad (1)$$

где пропускная способность остановочного пункта сд/ч, пропускная способность одного места на остановке, эффективное число мест на остановке, время светофора, время зеленого сигнала светофора, время уходящее на убытие с остановки, коэффициент отказа транспорту в обслуживании, время обслуживания пассажиропотока, коэффициент вариации.

Время высадки и посадки пассажиропотока определяется так образом

$$t_d = t_a P_a + t_b P_b + t_{oc} \quad (2)$$

где время высадки и посадки пассажира, количество пассажиров, время открытия и закрытия дверей.

Для расчета времени убытия транспорта с интенсивностью потока на соседней полосе движения, вместимостью транспорта и коэффициентом маневрирования найдем по формуле

$$t_c = 0,003N + 0,056Q + 6,53i \quad (3)$$

Результаты вычислений записаны в таблице 4.

Таблица 4. Результаты вычислений пропускной способности

Характеристики	Результаты
B_s	78,45
N_{eb}	0,73
t_c	9,7
t_d	18,74
Z_a	0,203

Выводы: Среднее значение статистического ряда различается от каждого значения в среднем на 1,62. Статистический ряд характеризуется умеренной асимметричностью исходя из коэффициента асимметрии и того, что средняя отличается от медианы. Вариация данных, также умеренная так как коэффициент вариации находится в пределах (30%;70%). Согласно, критерия, согласие Пирсона отклонена гипотеза о том, что эмпирические данные распределены нормально. Рекомендуемая пропускная способность равна 85, по нашим эмпирическим данным получили 78,45. А это говорит о том, что у данной остановки пропускная способность недостаточна и это создает очереди транспорта у остановки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмадинуров М.М. Математические модели управления транспортными потоками. / М.М. Ахмадинуров, Д. С. Завалишин, Г. А. Тимофеева. Учебное пособие. Ек.: Сократ, 2016 – 172 с.

2. Фадеев А.И., Фомин Е.В., Алхуссейни С. Определение пропускной способности остановочных пунктов городского пассажирского транспорта. Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2020;17(2):248-261. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-2-248-261>
3. Исаков К., Стасенко Л.Н., Алтыбаев А.Ш., Дайырбекова Д. Влияние параметров цикла светофорного регулирования на пропускную способность регулируемых пересечений // Вестник СибАДИ. 2019. №2 (66). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-parametrov-tsikla-svetofornogo-regulirovaniya-na-propusknuyu-sposobnost-reguliruemyh-peresecheniy> (дата обращения: 21.02.2024).

УДК 622. 02

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АК-ТАШ

Акматалиева М.С., Карабаева Б.К.

Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР

Приводятся выводы и результаты исследования прочностных свойств горных пород Ак-Ташского месторождения. Представлены методики исследования прочностных свойств горных пород. Доказано, что по деформационным характеристикам наиболее высокие значения характерны для скарнов, метасоматитов и гранодиоритов, а низкие для мрамор. Прочностные характеристики горных пород, образцы неправильной формы, которые определялись для всех представленных проб на приборе БУ-39 в среднем выше, чем прочностные характеристики, которые определялись с использованием образцов правильной геометрической формы, это обусловлено меньшим размером образцов и соответственно здесь присутствует влияние объемного фактора, чем меньше образец, тем меньше в нем структурных нарушений. Высокие значения механических характеристик и динамический характер разрушения представленных горных пород свидетельствуют о возможных динамических проявлениях горного давления в массиве сложенного гранодиоритами и рудоносными горными породами.

Ключевые слова: горная порода, месторождение, деформационная характеристика, плотность, прочность, разрушение.

АК-ТАШ КЕНИНДЕГИ ТОО ТЕКТЕРИНИН БЕКЕМДИК КАСИЕТТЕРИН ИЗИЛДӨӨНУН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

Акматалиева М.С., Карабаева Б.К.

МТАГИ Кыргыз Республикасынын УИА нын Машина таануу автоматика жана геомеханика институту

Ак-Таш кениндеги тоо тектеринин бекемдик касиеттерин изилдөөнүн жыйынтыгы жана корутундулар берилди. Кендеги тоо тектеринин касиеттерин изилдөө ыкмалары келтирилди. Деформациялык

мүнөздөмөлөрдүн жогорку маанилери скарн, гранодиорит жана метасоматит тоо тектерине мүнөздүү экендиги, ал эми төмөнкү маанилер мраморго тиешелуу экендиги аныкталды. Изилденип жаткан тоо тектеринен туура геометриялык формада (цилиндр турунда) даярдалган үлгүлөрдүн бекемдик (бышыктык) мүнөздөмөлөрүн изилдөөдөн алынган орточо көрсөткүчтөрүнө караганда, туура эмес формадагы үлгүлөрдү БУ-39 прибору менен изилдөөдөн алынган бекемдик (бышыктык) мүнөздөмөлөрүнүн орточо көрсөткүчтөрүнүн маанилери жогору экендигин көрдүк, бул болсо үлгүлөрдүн кичине өлчөмдө болушу менен түшүндүрүлөт, бул жерде көлөмдүк фактордун таасири бар, канчалык үлгү кичине болсо, анын түзүлүшүндө бузулуулар ошончолук денгээлде аз болот. Тоо тектеринин механикалык мүнөздөмөлөрүнүн жогорку маанилери жана талкалануусунун динамикалык мүнөзү, гранодиорит жана рудалуу тоо тектери менен түзүлгөн массивде тоо басымынын динамикалык көрүнүштөрүнүн болуу мүмкүндүгү билдирилди.

Баштапкы сөздөр: тоо тек, кен иштетуу, тыгыздык, бекемдик, талкалоо, деформациялык мүнөздөмөлөр.

RESULTS OF RESEARCHES OF THE ROCKS STRENGTH PROPERTIES OF THE AK-TASH DEPOSIT

Akmatalieva M.S., Karabaeva B.K.

Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics
NAS KR

The paper presents the results and conclusions of the study of the strength properties of rocks of the Ak-Tash deposit. The methods of studying the strength properties of rocks are presented. It is proved that the highest values of deformation characteristics are typical of skarns, metasomatites and granodiorites, and low values are typical of marble. The strength characteristics of rocks, irregularly shaped samples, which were determined for all the presented samples on the BU-39 device are on average higher than the strength characteristics that were determined using samples of regular geometric shape, this is due to the smaller size of the samples and, accordingly, there is an influence of the volume factor, the smaller the sample, the less structural disturbances it has. High values of mechanical characteristics and the dynamic nature of the destruction of the presented rocks indicate possible dynamic manifestations of rock pressure in the massif composed of granodiorites and ore-bearing rocks.

Key words: rock, deposit, deformation characteristic, density, strength, destruction.

Введение. Месторождение Ак-Таш расположен в Манасском районе Таласской области. Таласская область богат горами и залегающими в них полезными ископаемыми. Общие ресурсы месторождения Ак-Таш по JORC оценены в 2-5 млн. тонн руды, содержащей 2-3,5 гр. золота на тонну руды, 0,3-0,7 % меди и от 8 до 12 гр. на тонну серебра.

При освоении месторождений полезных ископаемых для обеспечения безопасности и эффективности горного производства при ведение горных работ требуются данные о прочностных свойствах, а также напряженного состояния горных пород. Поэтому необходимо проводить детальные исследования прочностных свойств и действующих напряжений рудных полезных ископаемых [5]. В этой связи были проведены исследования по определению прочностных свойств горных пород месторождения.

Методы и результаты исследования. Для определения прочностных свойств горных пород в лабораторных условиях в лабораторию были представлены керновые пробы горных пород месторождения Ак-Таш (Таласская область), отобранных, из геотехнических скважин. Были представлены следующие керновые пробы горных пород: скарн железистый буро-черного цвета, метасоматиты зеленовато-бурого до черного цвета, скарн-гранат серого цвета, гранодиориты серовато-розового цвета, мрамор окварцованный серовато-белого цвета, роговик темно-серого до зеленовато-серого цвета, скарн-гранатовый зеленовато-бурого до розовато-зеленого цвета и. т. д.

Нами объемный вес (плотность) определялся методом гидроскопического взвешивания на аналитических высокоточных (точность 0,15 мг) весах ВЛР-200. Определение акустических, плотностных, деформационных и прочностных свойств горных пород и руд месторождение Ак-Таш, проводилось по стандартным методам.

Известно, что скорость распространения упругих волн зависит от модуля упругости материала. Поэтому в настоящее время для определения показателей упругости, а именно модуля упругости и коэффициента Пуассона горных пород, получил широкое распространение метод определения скоростей распространения продольных и поперечных упругих волн - ультразвуковой динамический метод. Преимущество ультразвукового метода состоит в том, что скорости прохождения ультразвуковых волн также могут быть использованы в расчетах взрывных работ и устойчивости обнажений массива с учетом их механической анизотропности. Наиболее распространенные методы определения скорости продольных и поперечных волн - это резонансный и импульсный метод. Нами применялся импульсный метод, основанный на непосредственном измерении скорости прохождения ультразвукового импульса через образец (прямое прозвучивание). [1] Для определения акустических, деформационных и прочностных характеристик были изготовлены образцы правильной (цилиндрической) формы (рис. 1).



Рис. 1-Образцы горных пород правильной формы для определения акустических, деформационных и прочностных характеристик

По скоростям распространения продольной и поперечной волны определяются модуль упругости (E) и коэффициент Пуассона (μ) по следующим формулам (1)- (5), [1;6]

$$\mu = \frac{V_s}{2V_p + V_s} \quad (1),$$

$$E = V_p^2 \rho \frac{(1+\mu)(1-2\mu)}{(1-\mu)} \text{ МПа} \quad (2),$$

где ρ - плотность горной породы; V_p – скорость продольной волны; V_s - скорость прохождения поперечной волны.

Модуль сдвига определяется по формуле: $G = V_s \cdot \rho$ (3),

Модуль объемной упругости определяется из соотношения:

$$K = \frac{E}{3(1-\mu)} \quad (4).$$

Акустическая жесткость определяется по следующей формуле:

$$A = \rho \cdot V_p \quad (5).$$

Для представленных горных пород, в данном случае, прочность при одноосном сжатии определялась общеизвестным стандартным методом (ГОСТ 21153.2-84) - испытания образцов правильной формы [3]. Испытание образца при этом осуществлялось встречным давлением на его плоские торцы, создаваемым при помощи стальных плит гидравлического пресса ЦДМ-100 (Германское производство) в постоянных условиях соответствующих требованиям стандарта (рис.2).

Предел прочности горной породы при одноосном сжатии для каждого испытуемого образца, определялся по следующей формуле (6), [2]

$$\sigma_c = \frac{P_{\max}}{S} \quad (6)$$

Испытания образцов горных пород показали, что характер разрушения образцов гранодиоритов и метасоматитов динамический, в ряде случаев образовались традиционные конусы (рис.3).



Рис.3 - Виды разрушения образцов горных пород при одноосном сжатии.

Результаты определения прочности горных пород при одноосном сжатии приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты определения прочности при одноосном сжатии образцов горных пород правильной формы

Название горных пород	№ обр	Высота/ Диаметр образца, мм.	Площадь поперечного сечения образца, см ²	Разрушающая нагрузка, кг.	Предел прочности на одноосной сжатие, МПа	Примечание
Скарн железистый буро-черного цвета	1/1	90/60	28,26	15000	52,06986	
Метасо-матиты зеленовато-бурого до черного цвета	2/1	113/60	28,26	20500	71,0935	Динамическое разрушение
Скарн -гранат серого цвета	3/1	118/60	28,26	17000	58,93406	
Гранодиориты серовато-розового цвета	4/1	113/60	28,26	22500	78,05576	Динамическое разрушение, стрельяние

Мрамор окварцованный серовато-белого цвета	5/2	114/60	28,26	13000	45,1076	
Мрамор скарниро-ванный белого и розовато-белого цвета	6/1	108/60	28,26	10500	36,42929	
Роговик темно-серого до зеленоватого цвета	7/1	113/60	28,26	15000	52,06986	
Скарн-гранатовый зеленовато-бурого до розовато-зеленого цвета	8/1	95/60	28,26	5500	19,1217	Разрушение по трещине

Для определения прочностных характеристик нами в связи с недостаточностью образцов правильной формы был также использован метод определения прочностных свойств нагружением сферическими инденторами (ГОСТ 24941-81) [4]. При этом нами были изготовлены образцы неправильной формы, а затем на испытательной машине вертикального нагружения БУ-39 проводились испытания образцов горных пород (рис.4).

Этот метод основан на измерении максимального значения приложенной к образцу через инденторы силы, под действием которой внутри образца возникают растягивающие напряжения, приводящие к его разрушению по поверхности сквозного разрыва, проходящего через ось нагружения. Образец устанавливают между инденторами так, чтобы обеспечить нагружение в требуемом направлении, что достигается соответствующей ориентацией оси нагружения. Образец нагружают инденторами до разрушения. Испытание считают действительным в

случае сквозного раскола (разрыва), проходящего через ось нагружения образца.

Предел прочности горной породы на одноосное растяжение вычисляют по следующей формуле: $\sigma_p = 0,75 \cdot \frac{P}{S} \cdot K_m$, (7)

$$\sigma_p = 0,75 \cdot \frac{P}{S} \cdot K_m, (7)$$

где S - площадь поверхности разрыва, см²

P - максимальная разрушающая нагрузка, кг

K_m - безразмерный масштабный коэффициент

Предел прочности на одноосное сжатие определяется по зависимостям: [3]

1. для осадочных пород - $\sigma_{сж} = 20 \cdot \sigma_p$

для изверженных и метаморфических пород - $\sigma_{сж} = 25 \cdot \sigma_p$

2. Результаты определения прочности представленных пород на сжатии и растяжение с использованием кусков неправильной формы по методу сжатия сферическими инденторами приведены в таблице 2.

Таблица 2.
Результаты определения прочности на сжатие и растяжение образцов горных пород неправильной формы

№		Номер образца	Прочность на растяжение, МПа	Прочность на сжатие, МПа	Сцепление, МПа
1.	Скарн железистый бурочерного цвета	1	2,58203167	64,5507918	6,455079177
		2	1,98617821	49,6544552	4,965445521
		3	3,4141127	85,3528176	8,535281755
		4	3,59380284	89,8450711	8,984507111
		5	2,45256762	61,3141905	6,131419048
		ср.знач.	2,80573861	70,1434652	7,014346522
		ср.кв.откл		15,1559315	1,515593147
		коэф-т вар.	21,607047	21,607047	21,60704695
2.	Метасоматиты	1	4,10822508	102,705627	10,27056269
		2	3,17788513	79,4471283	7,944712833
		3	4,95296516	123,824129	12,3824129

	зеленовато-бурого до черного цвета	4	4,45921385	111,480346	11,14803463
		5	3,7737386	94,3434649	9,434346489
		ср.знач.	4,09440556	102,360139	10,23601391
		ср.кв.откл	0,60220223	15,0550558	1,505505584
		коэф-т вар.	14,7079283	14,7079283	14,70792828
3	Скарн-гранат серого цвета	1	2,98780006	74,6950014	7,469500141
		2	1,64497712	41,1244279	4,112442789
		3	1,90510077	47,6275193	4,762751928
		4	2,22960693	55,7401732	5,574017316
		5	1,79690142	44,9225356	4,492253555
		ср.знач.	2,11287726	52,8219315	5,282193146
		ср.кв.откл	0,47771499	11,9428748	1,194287475
		коэф-т вар.	22,6096896	22,6096896	2,26096896
4	Гранодиты серовато-розового цвета	1	5,33428216	133,357054	13,3357054
		2	4,93493135	123,373284	12,33732837
		3	5,3199774	132,999435	13,29994349
		4	5,57039441	139,25986	13,92598602
		5	4,68217455	117,054364	11,70543636
		ср.знач.	5,16835197	129,208799	12,92087993
		ср.кв.откл	0,31717973	7,92949317	0,792949317
		коэф-т вар.	6,13696065	6,13696065	0,613696065
5	Мрамор окварцованный серовато-белого цвета	1	1,98617821	49,6544552	4,965445521
		2	3,56737108	89,1842771	8,918427706
		3	3,02201593	75,5503982	7,555039822
		4	2,22960693	55,7401732	5,574017316
		5	3,23442256	80,860564	8,0860564
		ср.знач.	2,80791894	70,1979735	7,019797353
		ср.кв.откл	0,60236418	15,0591045	1,505910451
		коэф-т вар.	21,4523351	21,4523351	2,14523351
6	Мрамор скарнированный белого и розовато-белого цвета	1	2,89552733	72,3881833	13,58875516
		2	3,02201593	75,5503982	7,238818331
		3	3,26553705	81,6384261	7,555039822
		4	2,41761274	60,4403186	6,044031858
		5	2,67552831	66,8882078	6,688820779
		ср.знач	2,85524427	71,3811068	7,138110681
		ср.кв.откл	0,29037729	7,25943224	0,725943224
		коэф-т вар.	10,1699631	10,1699631	1,16996313
7	Роговик темно-серого до	1	12,6308995	315,772487	
		2	14,2363427	355,908568	35,5908568
		3	13,8235629	345,589074	34,55890736
		4	15,1100796	377,751991	37,77519911

	зеленов атого цвета	5	11,1407888	278,51972	27,85197204
		ср.знач.	13,3883347	334,708368	33,4708368
		ср.кв.откл	1,3782683	34,4567074	3,445670741
		коэф-т вар.	10,2945461	10,2945461	1,02945461
8.	Скарн- гранатов ый зеленов ато- бурого до розоват о- зеленог о цвета	1	5,57401732	139,350433	13,93504329
		2	4,74442209	118,610552	11,86105524
		3	4.45921385	111,480346	11,14803463
		4	5,92977469	148,244367	14,82443673
		5	4,86397933	121,599483	12,15994833
		ср.знач.	5,11428146	127,857036	12,78570364
		ср.кв.откл	0,548625	13,715625	1,371562497
		коэф-т вар.	10,7273134	10,7273134	1,07273134

Прочностные характеристики горных пород (образцы неправильной формы), которые определялись для всех представленных проб на приборе БУ-39 в среднем выше, чем прочностные характеристики, которые определялись с использованием образцов правильной геометрической формы, это обусловлено меньшим размером образцов и соответственно здесь присутствует влияние объемного фактора, чем меньше образец, тем меньше в нем структурных нарушений. По прочности наиболее высокие показатели характерны для скарнов, гранодиоритов и метасоматитов, а низкие для мрамора.

Выводы.

Результаты выполненных экспериментальных работ по определению прочностных свойств горных пород Ак-Ташского месторождения позволяют отметить следующее:

1. Средние значения прочности цилиндрических образцов при одноосном сжатии для скарнов колеблется в пределах от 24 до 72 МПа, для метасоматитов от 71 до 126 МПа, гранодиоритов от 43 до 117 МПа, мрамора от 36 до 78 МПа, роговика составляет 52,6 МПа

и диорита 112,7 МПа, при этом наиболее низкие значения прочности горных пород были обусловлены трещинами в образце. Скарны, метасоматиты и гранодиориты разрушались в целом при больших нагрузках, характер разрушения некоторых образцов – динамический.

2. Наиболее высокие значения показателя сцепления и угла внутреннего трения характерны также для скарнов, гранодиоритов и метасоматитов.

3. Результаты определений прочностных и деформационных характеристик и динамический характер разрушения представленных горных пород свидетельствуют о возможных динамических проявлениях горного давления в массиве сложенного гранодиоритами и метасоматитами в виде стреляний горных пород и горных ударов, поэтому при разработке месторождения Ак-Таш рекомендуется изучение напряжений в вышеуказанных горных породах с целью оценки удароопасности массива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильницкая Е.И. и др. Свойства горных пород и методы их определения- М.: "Недра", 1969. - 392 с.
2. Барон Л.И., Логунцов Б.М., Позин Е.З. Определение свойств горных пород.- М.: Госгортехиздат, 1962.-331 с.
3. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. М. 1984.
4. ГОСТ 24941-81. Породы горные. Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами
5. Тажибаев К.Т. Напряжения, процессы деформации и динамического разрушения горных пород., в 2-х томах. Т.2 -Бишкек: «Алтын Принт», 2016.- 357 с.
6. Тажибаев К.Т., Ормонов М.Ж. Метод определения характеристик упругости твердых материалов. // Научно-методический журнал «Проблемы современной науки и образования» Москва, № 9 (91), 2017. С. 52-57

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Асилова Зульфия Атамырзаевна, заведующий кафедрой, кандидат технических наук, доцент Международного университета имени К.Ш.Токтомаматова, asilova.zulfiya@mail.ru
2. Никольская Ольга Викторовна, главный научный сотрудник, доктор технических наук, Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР, e-mail: nikol-48@mail.ru, г.Бишкек;
3. Усенов Кенешбек Жумабекович, ректор, доктор технических наук, профессор, Жалал-Абадский государственный университет имени Б.Осмонова, e-mail: rector@jagu.kg
4. Джакупбеков Белек Торокулович, научный сотрудник, Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР, e-mail: billi_jb@mail.ru
5. Ким Эльвена Александровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник Института геомеханики и освоения недр НАН КР, elvenakim@mail.ru;
6. Акаева Акаева Айжана Канатбековна,
7. aijanaakaeva01@gmail.com
8. Муралиев Абдырашит Муркамилович, д.ф.-м.н., профессор Института Сейсмологии НАН КР, abmuraliev@mail.ru;
9. Бийбосунув Алмаз Ильясович, д.ф.-м.н., и.о. проф. кафедры Прикладная информатика КГТУ им. И. Раззакова, almazbii@mail.ru;
10. Маданбекова Эльмира Э., к.ф.-м.н., доцент Иссык-Кульского государственного университета им. К.Тыныстанова, г. Каракол, elmira.madanbekova.70@mail.ru;

11. Досумбаева С. Н., магистрант Иссык-Кульского государственного университета им. К.Тыныстанова, г. Каракол, Saku26.93@gmail.com,
12. Байболотов Бакытбек А., к.ф.-м.н., доцент Иссык-Кульского государственного университета им. К.Тыныстанова, г. Каракол, bbaibolotov@gmail.com;
13. Туратбекова Эльмира Т. магистрант, Иссык-Кульского государственного университета им. К.Тыныстанова, г. Каракол, turatbekovaelmira4@gmail.com;
14. Маканов Каныбек Манасович, старший научный сотрудник лаборатории «Механика горных пород и массивов» Института машиноведения, автоматики и геомеханики НАН Кыргызской Республики, г. Бишкек, tauros777@mail.ru;
15. Эркинбек кызы Жамила, магистрант Кыргызского государственного технического университета, jami@mail.ru;
16. Абдиева Лилия Кадимовна, ст. преподаватель Кыргызского государственного технического университета, liliaabdieva@mail.ru;
17. Куканова Рахат Абдыбековна, к.т.н., доцент Международного университета Кыргызской Республики, rahat_a@mail.ru;
18. Эркинбек кызы Саламат, магистрант Иссык-Кульского государственного университета им. К.Тыныстанова, г. Каракол, erkinbekkyszysalamat@gmail.com;
19. Шаршенбеков Куштарбек Кубанычбекович, магистрант, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, kyshtarbek@mail.ru;
20. Агыбаев Адылбек Суютбекович, доцент, Бишкекский гуманитарный университет им. К.Карасаева, a.agybaeva@bk.ru.
21. Акматалиева Минажат Сабыровна, ведущий научный сотрудник лаборатории «Механика горных пород и массивов» Института машиноведения, автоматики и геомеханики НАН Кыргызской Республики, г.Бишкек, m.akmatalieva@yandex.ru;

22. Карабаева Бубукан Камардиновна, старший научный сотрудник лаборатории «Механика горных пород и массивов» Института машиноведения, автоматике и геомеханики НАН Кыргызской Республики, г. Бишкек, bubu0124@yandex.ru.

**Требования по оформлению статей
для публикации в журнале «Современные проблемы механики»**

1. Статья представляется на бумажном носителе и в электронном виде. Название файла должно соответствовать фамилии первого автора. Бумажная копия должна быть подписана всеми авторами.
2. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word 2003, 2007, 2010. Формат А4 (книжный). Поля: все по 20мм. Межстрочный интервал – одинарный. Шрифт Arial. Размер кегля (символов) – 14 пт. Рекомендуемый объем статьи 4-10 страниц.
3. Публикуемая в журнале статья должна состоять из следующих последовательно расположенных элементов:
 - шифр УДК – слева, обычный шрифт;
 - заголовок (название) статьи – по центру, шрифт полужирный, буквы – прописные (на русском, кыргызском и английском языках);
 - фамилия и инициалы автора(ов) – по центру, полужирный шрифт (на русском, кыргызском и английском языках);
 - место работы – по центру, обычный шрифт (на русском, на кыргызском и на англ яз);
 - аннотация (на кыргызском, русском и английском языках) до 6 строк и ключевые слова (5-10 слов);
 - текст статьи. Рисунки (графики) и таблицы должны располагаться по тексту после ссылки на него. Сокращения и условные обозначения допускаются только принятые в международной системе единиц сокращения мер, физических, химических и математических величин, терминов и т.п. Набор формул осуществляется в тексте только в редакторе Math Type.

- список литературы. Список цитируемой литературы приводится в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание.

Общие требования и правила составления. В списке источники располагаются в порядке их упоминания в статье. Отсылки в тексте статьи заключают в квадратные скобки, например: [5]. Элементы статьи отделяются друг от друга одной пустой строкой.

На отдельной странице предоставляются сведения об авторе (ах), которые содержат данные:

- фамилия, имя, отчество полностью;
- ученая степень, ученое звание;
- место адрес работы, занимаемая должность;
- контактный телефон (рабочий, домашний, сотовый), e-mail.

4. Статья должна иметь четкие структурные части: введение (вводная часть, постановка проблемы), методика решения (исследования) проблемы, результаты исследований, выводы (заключительная часть) и список литературы.
5. Рекомендуется дать ссылки в разделе «Литература» на статьи, выпущенные в предыдущих номерах «Журнала «Современные проблемы механики сплошных сред»;
6. Не рекомендуется в одной статье дать подстраничную ссылку и общую послетекстовую ссылку, оптимально последнее.
7. Не рекомендуется в одной статье большое количество авторов (5-7 и более). Оптимально один автор или 3 автора в одной статье.
8. Не рекомендуется текст статьи с объемом менее 5 стр., такие статьи не будут считаться статьями и при размещении на сайт НЭБ будут относиться к сообщениям.
9. Проверить статью на антиплагиат. <https://text.ru/antiplagiat>.

СОДЕРЖАНИЕ

стр

1.	Асилова З.А., Никольская О.В., Усенов К.Ж., Джакупбеков Б.Т. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТВАЛОВ НА СКЛОНАХ ПРИ ОСВОЕНИИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	3
2.	Ким Э.А. НАДЕЖНОСТЬ ПЛОТИН ВОДОХРАНИЛИЩ В УСЛОВИЯХ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ АНИЗОТРОПИИ ГРУНТОВ С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	12
3.	Акаева А. А. Муралиев А. М. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ.....	21
4.	Асилова З.А., Никольская О.В. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАРЬЕР-ОТВАЛ ПРИ ОСВОЕНИИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ.....	28
5.	Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Досумбаева С. Н. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ ШКОЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ НА КЫРГЫЗСКОМ ЯЗЫКЕ.....	35
6.	Байболотов Б.А., Маданбекова Э.Э., Туратбекова Э.Т. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ.....	42
7.	Маканов К. М. ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ВОЛН НА УДЕЛЬНУЮ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАМГЫР.....	50
8.	Эркинбек к.Ж., Абдиева Л.К., Куканова Р.А. ТРЕНДОВЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	61
9.	Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Эркинбек к.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКЕ.....	68
10.	Шаршенбеков К.К., Агыбаев А.С., Абдиева Л.К. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОСТАНОВОЧНОГО ПУНКТА.....	80

11.	Акматалиева М.С., Карабаева Б.К. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АК-ТАШ	88
12.	СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	99
13.	ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ	102
14.	СОДЕРЖАНИЕ (на русском, кыргызском и английском языках)	104
		109

МАЗМУНУ

бет

1.	Асилова З.А., Никольская О.В., Усенов К.Ж., Джакупбеков Б.Т. ТОЛУУ КЕНДЕРДИ ӨЗДӨШТҮРҮҮДӨ ТОО ЭТЕКТЕРИНДЕ ТӨГҮНДҮЛӨРДҮ ЖЫЙНООНУН КООПСУЗ ПАРАМЕТРЛЕРИН АНЫКТОО.....	3
2.	Ким Э.А. СУУ ТОСМОЛОРУНУН, СУУ САКТАГЫЧТАРДЫН ЖЕР КЫРТЫШЫНЫН СУУ ОТКӨРҮМДҮҮЛҮК, АНИЗОТРОПИЯЛЫК ШАРТЫНДА СЕЙСМИКЛАЛЫК ТААСИРЛЕРДИ ЭСКЕ АЛУУДАГЫ БЕКЕМДИГИ.....	12
3.	Акаева А. А., Муралиев А. М. МАКСИМАЛДУУ ЫКТЫАРДЫК ЫКМАСЫ МЕНЕН ЖЕР ТИТИРӨӨЛӨРДҮН БӨЛҮШТҮРҮЛҮШҮНҮН СТАТИСТИКАЛЫК БААЛООСУ.....	21
4.	Асилова З.А., Никольская О.В. ТОЛУУ КЕНДЕРДИ АЧЫК ЫКМА МЕНЕН ӨЗДӨШТҮРҮҮДӨ КАРЬЕР-КУЛАНДЫ ГЕОТЕХНИКАЛЫК СИСТЕМАСЫНЫН ТУРУКТУУЛУГУН БААЛОО ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ.....	28
5.	Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Досумбаева С. Н. МЕКТЕП МАТЕМАТИКАСЫНЫН ТЕРМИНДЕРИНИН ЖАНА ТҮШҮНҮКТӨРҮНҮН КЫРГЫЗ ТИЛИНДЕ МҮНӨЗДӨЛҮШҮ...	35
6.	Байболотов Б.А., Маданбекова Э.Э., Туратбекова Э.Т. БАШКАРУУ ТЕОРИЯСЫНДА СЫЗЫКТУУ АЛГЕБРАНЫН ЭЛЕМЕНТТЕРИН КОЛДОНУУ.....	42
7.	Маканов К. М. ЖАМГЫР КЕНИНИН ТОО-ТЕКТЕРИНИН МАЙДАЛАНЫШЫНЫН САЛЫШТЫРМА ЭНЕРГИЯ СЫЙЫМДУУЛУГУНА ЖОГОРКУ ЖЫШТЫКТАГЫ МИКРОТОЛКУНДАРДЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ.....	50
8.	Эркинбек к.Ж., Абдиева Л.К., Куканова Р.А. ТРЕНДДЕРДИ БОЛЖОЛДОО МОДЕЛДЕРИ.....	61
9.	Бийбосунов А. И., Маданбекова Э.Э., Эркинбек к.С. ДИСКРЕТТИК МАТЕМАТИКАНЫ ОКУТУУДА ЗАМАНБАП МААЛЫМАТТЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КОЛДОНУУ	68
10.	Шаршенбеков К.К., Агыбаев А.С., Абдиева Л.К. ТОКТОО ПУНКТУН ӨТКӨЧҮЛҮГҮН АНЫКТОО.....	80
11.	Акматалиева М.С., Карабаева Б.К. АК-ТАШ КЕНИНДЕГИ ТОО ТЕКТЕРИНИН БЕКЕМДИК КАСИЕТТЕРИН ИЗИЛДӨӨНҮН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ.....	88

12.	АВТОРЛОР ТУУРАЛУУ МААЛЫМАТ.....	99
13.	ЖУРНАЛГА ЖАРЫЯЛОО ҮЧҮН ДОКУМЕНТТЕРГЕ ТАЛАПТАР...	102
14.	МАЗМУНУ (кыргыз, орус жана англис тилдеринде).....	104
		109

CONTENTS

1.	Asilova Z.A., Nikolskaya O.V., Usenov K.J., Dzhakupbekov B.T. DETERMINATION OF SAFE PARAMETERS OF LANDFILL STORAGE ON SLOPES DURING THE DEVELOPMENT OF UPLAND DEPOSITS.....	3
2.	Kim E.A. RELIABILITY OF RESERVOIR DAMS UNDER CONDITIONS OF FILTRATION ANISOTROPY OF SOILS TAKEN INTO ACCOUNT OF SEISMIC IMPACTS.....	12
3.	Akaeva A. K., Muraliev A. M. STATISTICAL EVALUATION OF SEISMIC EVENTS BY THE MAXIMUM LIKELIHOOD METHOD.....	21
4.	Asilova Z.A., Nikolskaya O.V. FEATURES OF ASSESSING THE STABILITY OF THE QUARRY-DUMP GEOTECHNICAL SYSTEM DURING THE DEVELOPMENT OF UPLAND DEPOSITS BY THE OPEN METHOD.....	28
5.	Biybosunov A.I, Madanbekova E.E., Dosumbaeva S.N. CHARACTERISTICS OF TERMS AND CONCEPTS OF SCHOOL MATHEMATICS IN THE KYRGYZ LANGUAGE....	35
6.	Baibolotov B.A., Madanbekova E.E., Turatbekova E.T. APPLICATION OF ELEMENTS OF LINEAR ALGEBRA IN CONTROL THEORY.....	42
7.	Makanov K. M. INFLUENCE OF MICROWAVE WAVES ON THE SPECIFIC ENERGY INTENSITY OF GRINDING ROCKS OF THE ZHAMGYR DEPOSIT.....	50
8.	Erkinbek K.Zh., Abdieva L.K., Kukanova R.A. TREND FORECASTING MODELS.....	61
9.	Biybosunov A.I, Madanbekova E.E., Erkinbek k S. USING MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN TEACHING DISCRETE MATHEMATICS.....	68
10.	Sharshenbekov K.K., Agybaev A.S., Abdieva L.K. DETERMINING BANDWIDTH STOPPING POINT.....	80
11.	Akmatalieva M.S., Karabaeva B.K. RESULTS OF RESEARCHES OF THE ROCKS STRENGTH PROPERTIES OF THE AK-TASH DEPOSIT.....	88
12.	INFORMATION ABOUT AUTHORS.....	99

13.	REQUIREMENTS FOR PAPERS FOR PUBLICATION.....	102
14.	CONTENTS (in russian, kyrgyz and english languages).....	104
		109

Подписано к печати 20.06.2024 г.
Формат 60x84 1/8.
Бумага офсетная. Объем 13,6 п.л.
Тираж 200 экз

Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Учебно-издательский центр «Авангард»
720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34 б

ISSN 1694-6065

