**УДК 004.4'242**

# БУДУЩЕЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

***Алимаматов А., - магистрант ЖАГУ,***
***Абдразакова Г.А. – аспирант ЖАГУ,***
***Куваков С.Ж. – преподаватель ЖАГУ***

***Аннотация.*** *В статье мы изучили актуальные программы решения актуальных инженерных и прикладных задач и отразили их практическую реализацию. Мы отметили важность программных продуктов, которые используются в строительстве, машиностроении или эксплуатации месторождений полезных ископаемых.*

***Ключевые слова:*** *компьютерные программы, инженерные задачи, Plaxis, comsol, , matcad, matlab.*

# КОМПЬЮТЕРДИК ПРОГРАММАЛАРДЫ КОЛДОНУУ МЕНЕН САНДЫК УСУЛДАРЫНЫН МОДЕЛДЕШТИРҮҮНҮН КЕЛЕЧЕГИ

***Алимаматов А. – ЖАМУнун магистрант,***
***Абдразакова Г.А. - ЖАМУнун аспитранты,***
***Куваков С.Ж. – ЖАМУнун мугалими***

***Аннотация.*** *Макалада азыркы учурдагы инженердик жана колдонмо маселелерди чыгарууда актуалдуу программаларды изилдеп жана практика жүзүндө ишке ашырылышын чагылдырдык. Өзгөчө курулуш, машина куруу же болбосо тоо кендерин өздөштүрүүдө пайдаланып жаткан программалык продуктуларын маанилүүлүгүн белгилеп кеттик.*

***Ачкыч сөздөр:*** *компьютердик программалар, инженердик маселелер, Plaxis, comsol, matcad, matlab*

# THE FUTURE OF NUMERICAL MODELING USING COMPUTER SOFTWARE

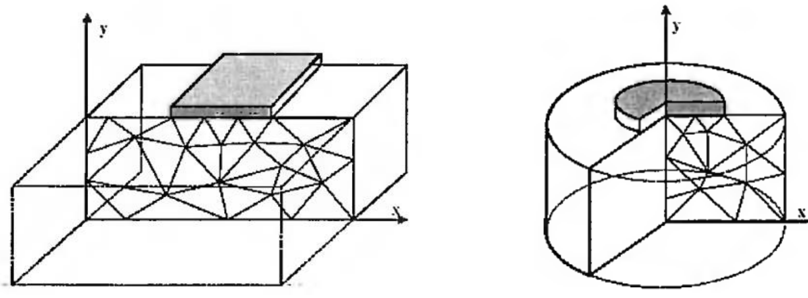
***Alimamatov A. - magistracy of JASU,***
***Abdrazakova G.A. - graduate student JASU,***
***Kuvakov S.J. - the teacher of JASU***

***Abstract:*** *In the article, we have studied current programs for solving engineering and applied problems and reflected their practical implementation. We have noted the importance of software products used in construction, machine building, or mining.*

***Keywords:*** *computer programs, engineering issues, Plaxis, comsol, , matcad, matlab*

Бүгүнкү күндө ANSYS 14.5, Plaxis 8.2 (2D), MSC Nastran 2013.0, SoilWorks, STRESS, Lira, Phase 2 жана башка бири тоо-кен иштерин жүргүзүүдө тоо массасынын баштапкы чыңалуу абалын, анын өзгөрүшүн моделдөө үчүн конкреттүү практикалык мааниге ээ болгон программалар бар. Бул эмгекте тоо массаларынын чыңалуу абалын моделдөөдө Plaxis 8.6 колдонуунун өзгөчөлүктөрү каралат. Plaxis – инженердик геотехниканын жана проектилердин динамикалык жана статистикалык маселелерин чечүү үчүн колдонулган чектүү элементтердин методу программалык системасы, ал чыңалуу-деформацияланган гидро- жана геотехникалык структуралардын чектүү элементтерин эсептөө үчүн программалык пакет болуп саналат. Программа FORTRANда 1981-жылы Питер Вермеер жана Рене де Борст тарабынан иштелип чыккан[1]. Автор 6 түйүндүү үч бурчтуу элементтерди колдонуу менен серпилгич-пластикалык топурактардын көтөрүү жөндөмдүүлүгүн аныктоочу акыркы системаны иштеп чыккан, ал жалпак маселени чечкен

(сүр. 1-а) жана продукт ELPLAST деп аталды. Кечирээк Рене де Брост топуракты моделдөөдө конус формасын киргизүү үчүн оксисимметриялык маселени чечүүчү (1-б-сүрөт) чектүү элементтер системасын иштеп чыгууга туура келди жана натыйжада программалык продукт жалпысынан PLAXIS (PLasticity AXISsymmetry) деп аталды. ) [1]. 1998-жылы гана эки өлчөмдүү маселелерди чечүүчү программанын биринчи версиясы (2D) кеңири колдонулган Windows 95 жана Windows 98 операциялык системалары үчүн толук иштелип чыккан [1,4]. Кийинчерээк, иштеп чыгуучулар туннелди эсептөө үчүн атайын программаны чыгарышты - Plaxis tunnel 2D, ал эми 2010-жылдын аягында программа Plaxis 3D жана Plaxis 3D туннелин 3D моделдөөсүнө чейин жаңыртылган [7].



Сүрөт 1 – а) 2D модели, б) осесимметриялык модели

Топурактагы деформацияларды жана чыңалууларды моделдөө үчүн экинчи тартиптеги 6 түйүндүү үч бурчтуу элементтер жана төртүнчү тартиптеги 15 түйүндүү үч бурчтуу элементтер каралган. Колдонуучу топурак катмарларын жана башка кластерлерди моделдөө үчүн 6 же 15 түйүндүү үч бурчтуу элементтерден тандай алат (2-сүрөт) [2-6]. Демейки боюнча, 15 түйүндүү үч бурчтуктар колдонулат.

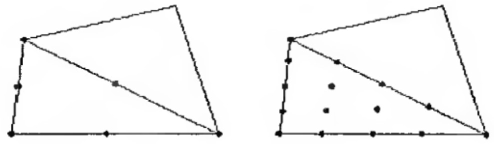


Рисунок 2 –6 жана 15 түйүндүү үч бурчтуу элементтер.

Бул жылышуулар үчүн төртүнчү тартиптеги интерполяцияны камсыз кылат жана он эки Гаусс чекити (стресс чекиттери) боюнча сандык интеграцияны колдонот. 6 түйүндүү үч бурчтуктарда экинчи тартиптеги интерполяция ишке ашат жана интегралдоо үч стресс чекиттеринде жүргүзүлөт. Конструкциялык элементтер жана контакттык беттер үчүн элементтин түрү автоматтык түрдө топурак элементинин түрүнө шайкеш келет деп кабыл алынаарын эске алыңыз. Тажрыйба көрсөткөндөй, 15 түйүндүү үч бурчтук өтө так элемент болуп саналат, ал кысылбаган кыртыштардын бузулуу анализи сыяктуу татаал учурларда чыңалууларды эсептөө үчүн жогорку ишенимдүүлүктү камсыз кылат. Бирок, 15 түйүндүү үч бурчтуктарды колдонуу компьютердин оперативдик эс тутумунун салыштырмалуу кымбаттыгына алып келет, системаны жайлатат жана анын натыйжалуулугун төмөндөтөт. Ошондуктан, жөнөкөй элементтер бар.

Үч бурчтуу 6 түйүндүү элементтер жетишерлик сандагы элементтерди колдонуу шартында деформациянын стандарттык маселелери үчүн жакшы натыйжаларды берет. Бирок, аксимметриялык моделдерден же иштебей калышы мүмкүн болгон кырдаалдардан этият болуу керек, мисалы, phi-c кыскартуу ыкмасын колдонуу менен туруктуулукту эсептөө. 6 түйүндүү элементтерди колдонууда үзүлүүчү жүктөр же туруктуулук фактору адатта ашыкча бааланат. Мындай учурларда 15 түйүн элементтерин колдонуу артык. Программанын интерфейси жөнөкөй жана ыңгайлуу, анда төмөнкү куралдар топтому бар: геометриялык сызык, плита, устун, анкердин эки түрү, шарнир, үймөк, туннель, материалдын касиеттери, чек ара элементтери, ар кандай түрдөгү колдонулуучу жүктер, чек ара шарттары жана тор генератору (чектүү элементтерге ажыратуу). Массивдин структуралык абалына жараша топурактын ар кандай моделдери да берилген [4,5]:

А) Изотроптук чөйрө үчүн Гук законун чагылдырган сызыктуу серпилгич модел.

В) Кулон-Мор модели. Бул моделди пайдубалдарга акыркы жүктөрдү эсептөө, топурактын бекемдик параметрлерин азайтуу аркылуу геотехникалык объектилердин туруктуулугун эсептөө ж.б.у.с. үчүн колдонсо болот.

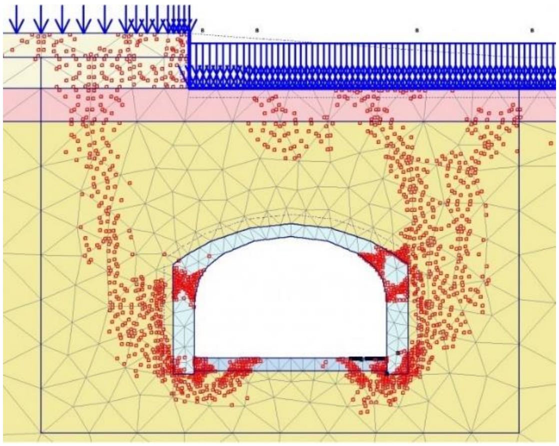
С) Жумшак топурак сойлоо модели. Кыртыштын вископластикалык кыймыл-аракетин сүрөттөгөн бул модель жумшак топурактардын убакытка көз каранды кыймыл-аракетин моделдөө үчүн колдонулушу мүмкүн.

D) Катуулоочу топурак модели - топурактардын катып калгандагы пластикалуулугун сүрөттөйт.

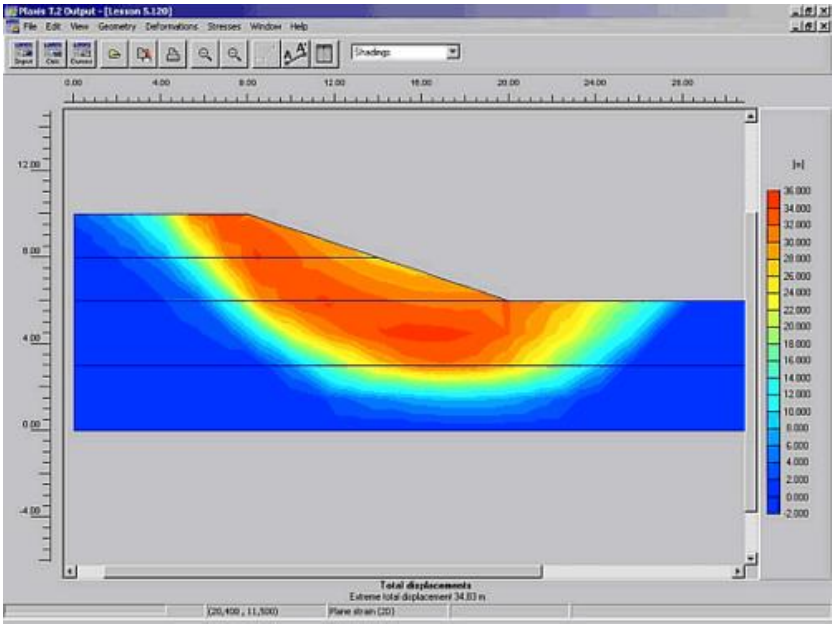
Е) Таштак топурак модели, б.а. бул катмарлуу массив үчүн колдонулган анизотроптук эластопластикалык модель.

Е) Кам-Клай модели жумшак топурактардын жүрүм-турумун моделдештирүү үчүн колдонулат жана алгачкы ныкташтыруу жагдайларында колдонулат.

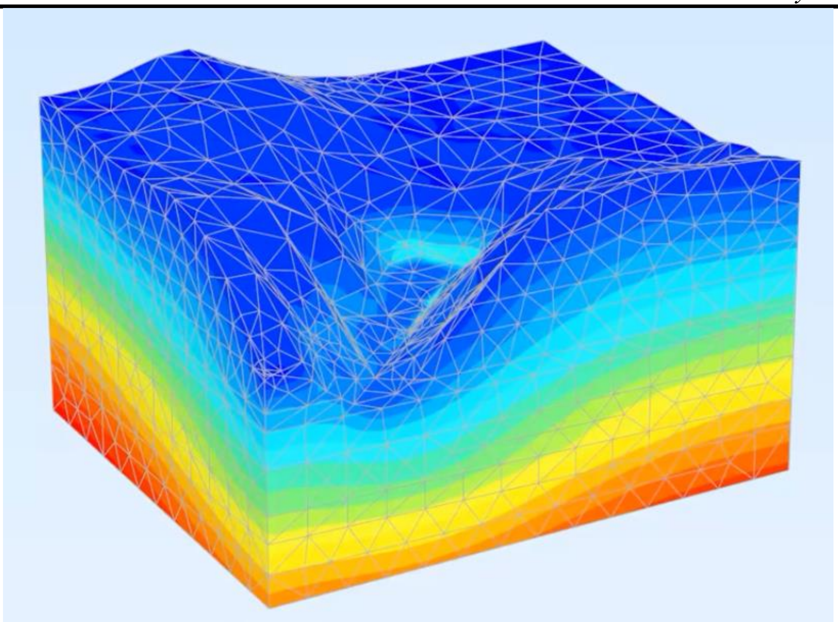
Программанын колдонулушу кеңири, мисалы, туннелдин айланасындагы пластикалык зонаны аныктоо (3-сүрөт), жантайыңкы туруктуулукту эсептөө (4-сүрөт), Plaxis 3Dде чектүү үч бурчтуу элементтерде пайда болгон нормалдуу чыңалууларды бөлүштүрүү (сүрөт). 5) [7,8]



Сүрөт 3 – Туннелдин айланасындагы пластикалык зоналарды эсептөө.



Сүрөт 4 – Откостун туруктуулугун эсептөө.



Сүрөт 6 – Plaxis 3Dде чектүү үч бурчтуу элементтерде түзүлгөн нормалдуу чыңалуулардын бөлүштүрүлүшү.

Эсептөөлөрдөн кийин программа төмөнкү мүнөздөгү маалыматтарды чыгаруу мүмкүнчүлүгүн берет:

• Деформациялык мүнөздөмөлөр боюнча - эсептөө аймагынын деформацияланган абалынын графикалык көрүнүшү жана деформацияланган чектүү элементтердин торчосу, жалпы жылышуулар, жылышуу өсүштөрү, жалпы деформациялар жана деформациялык өсүштөр түрүндө жеткиликтүү. Бардык жылыштарды жана деформацияларды визуалдык түрдө векторлор, изосызыктар жана тиешелүү маанилер менен түс контурлары аркылуу көрсөтүүгө болот.

• Стресс мүнөздөмөлөрү боюнча - эсептөө аймагынын стресс абалынын графикалык көрүнүшү эффективдүү стресстер, толук чыңалуулар, декарттык стресс компоненттери, жалпы тешикчелер жана ашыкча тешикчелер басымдары түрүндө жеткиликтүү. Стресстерди визуалдык түрдө изолинияларды жана түстүү контурларды тиешелүү маанилер менен көрсөтүүгө болот.

• Бөлүмдөр – бул параметр каралып жаткан геометриялык моделдин каалаган бөлүгүндө чыңалуулардын жана жылышуулардын бардык түрлөрүн бөлүштүрүү диаграммаларын түзүүгө мүмкүндүк берет.

• Маалыматтарды экспорттоо же отчеттун генератору. Бул функция алынган маалыматтарды Windows операциялык системасынын MS Word 2000-2010 тиркемесине экспорттоого мүмкүндүк берет, анда үч бурчтуу элементтердин, түйүндөрдүн жана кластерлердин саны, материалдын кирүүчү физикалык жана механикалык касиеттери жөнүндө маалымат камтылган.

Жогоруда айтылгандардын негизинде биз тоо массаларынын стресс абалын моделдөө, геотехникалык структуралардын туруктуулугун эсептөө үчүн Plaxis программалык продуктусун натыйжалуу колдонсо болот деген тыянак чыгарууга болот.

**Колдонулган адабияттар**


1. Электронная библиотека: https://ru.wikipedia.org/wiki/PLAXIS
2. Plaxis 2D – Referents manual, [electron resource], Netherlands 2011, www.plaxis.nl
3. Plaxis – инструмент инженера-геотехника. Примеры расчетов. // *CADmaster*. — 2002. — № 3. — С.62-65.
4. Plaxis version 8. General information [Electron resource]/ Plaxis bv, AN Delft, The Netherlands. – Access mode: www.plaxis.nl
5. Plaxis version 8. Material models manual [Electron resource]/ Plaxis bv, AN Delft, The Netherlands. – Access mode: www.plaxis.nl
6. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. «МИР», Москва 1979.
7. http://www.nipinfor.ru/construction/engineering_calculations/10013/
8. Усенов К.Ж., Алибаев А.П., Иманкулов М.А., Куваков С.Ж. Сравнительный анализ методов расчета запаса устойчивости бортов нагорных карьеров. //Вестник Жалал-Абадского государственного университета №4 (49), Жалал-Абад 2021 г., стр. 224-229.