

ISSN 1694-6065

ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР
НАН КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕХАНИКИ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ,
ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 49 (3), 2022 г

БИШКЕК-2022

УНБ

ISSN 1694-6065

**ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР НАН
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА**



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕХАНИКИ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ,
ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 49(3), 2022 г

БИШКЕК-2022

Журнал издается
с января
2001 года

Выходит 4 раза в год

Учредитель:
Институт геомеханики
и освоения недр
Национальной
Академии наук
Кыргызской
Республики.

Адрес редакции:
Кыргызская
Республика,
г. Бишкек,
ул. Медерова, 98,

тел: +996 312 541 115,
+996 312 54 11 17,
+996 554 62 40 68
факс: +996 312 541 117

Журнал
зарегистрирован в
Министерстве
юстиции КР
Свидетельство
№ 2179 от 25.03.2016

ISSN 1694-6065

Подписано в печать
26.09.2022 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, ifmgr@yandex.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);

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

Баймахан Р.Б. – д.т.н., профессор (РК);

Бийбосунов А.И. – д.ф.-м.н. (КР);

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

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

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

Исманбаев А.И. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

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

Никольская О.В. – д.т.н. (КР);

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

Рыбин А.К. – д.ф.-м.н. (КР);

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

Тлебаев М.Б. – д.т.н., профессор (РК)

Чечейбаев Б.Ч. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

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

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

УДК 531

ББК 22.25 © Институт геомеханики и
освоения недр НАН КР и Комитет по
теоретической и прикладной механике
Кыргызстана, 2022

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ

Выпуск сорок девятый (3), 2022 г.

УДК 622.02:531

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСТАНА

Кожоголов К.Ч., Абдиев А.А.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР,
Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Кыргызстан известен своими богатыми россыпными месторождениями золота и других ценных металлов, которые эксплуатируются уже несколько столетий. Разработка этих месторождений всегда была необходимостью для развития экономики страны. На сегодняшний день существуют многочисленные россыпные месторождения в разных частях Кыргызстана, их разведка и добыча продолжаются. Однако существует ряд проблем и вызовов, с которыми сталкиваются производители при разработке этих месторождений. В данной статье мы рассмотрим современное состояние россыпных месторождений Кыргызстана и перспективы их развития.

Ключевые слова: россыпное месторождение, тип, класс, минеральный состав, свойства песков, содержание, запасы

КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧАЧЫРАНДЫ КЕНДЕРИНИН АЗЫРКЫ АБАЛЫ

Кожоголов К.Ч., Абдиев А.А.

Кыргыз Республикасынын УИАнын Геомеханика жана жер казынасын
өздөштүрүү институту, И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик
техникалык университети

Кыргызстан бир нече кылымдан бери эксплуатацияланып келе жаткан алтын жана башка баалуу металлдардын бай чачыранды кендери менен белгилүү. Бул кендерди иштетүү ар дайым өлкөнүн экономикасын өнүктүрүү үчүн зарылчылык болуп келген. Бүгүнкү күндө Кыргызстандын ар кайсы жерлеринде көп сандаган чачынды кендер бар, аларды чалгындоо жана казып алуу иштери уланууда. Бирок, бул кендерди иштетүүдө өндүрүүчүлөр туш болгон бир катар көйгөйлөр жана чакырыктар бар. Бул макалада Кыргызстандагы чачынды кендердин азыркы абалын жана аларды өнүктүрүүнүн келечегин карайбыз.

Баштапкы сөздөр: чачынды кен, түрү, классы, минералдык курамы, кумдардын касиеттери, камтылышы, запастары

THE CURRENT STATE OF PLACER DEPOSITS IN KYRGYZSTAN

Kozhogulov K.Ch., Abdiev A.A.

Institute of Geomechanics and Subsoil Development

NAS of the Kyrgyz Republic, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

Kyrgyzstan is known for its rich placer deposits of gold and other valuable metals, which have been exploited for several centuries. The development of these deposits has always been a necessity for the development of the country's economy. To date, there are numerous placer deposits in different parts of Kyrgyzstan, their exploration and production continue. However, there are a number of problems and challenges that producers face when developing these deposits. In this article we will consider the current state of the placer deposits of Kyrgyzstan and the prospects for their development.

Keywords: placer deposit, type, class, mineral composition, sand properties, content, reserves

1. Введение

Россыпные месторождения (россыпи), группа осадочных месторождений полезных ископаемых, представляющих собой скопление обломочных горных пород, содержащих ценные минералы (в виде зёрен, их обломков или агрегатов). Формируются в результате разрушения горных пород экзогенными агентами физического и химического выветривания, переноса, сепарации устойчивых к механическому и химическому воздействию зёрен или агрегатов полезных компонентов и последующего осаждения с возникновением повышенных концентраций этих компонентов. Россыпные месторождения по типу полезных компонентов различают: благородных металлов (самородные золото, платина и др.), оловянные, вольфрамовые, титан-циркониевые, редкометальные, алмазные, драгоценных и поделочных камней, пьезооптического сырья; по числу полезных компонентов – однокомпонентные (золотые и др.) и комплексные (лопаритовые с танталом, ниобием, редкоземельные элементы), мономинеральные (алмазные и пр.) и полиминеральные

(ильменит-рутил-циркон-монацитовые и др.) [1]. Россыпные месторождения подразделяются на классы: элювиальный, делювиальный, коллювиальный, пролювиальный, аллювиальный (с русловым, косовым, долинным, дельтовым, террасовым подклассами), озёрный, прибрежноморской, гляциальный (с моренным и флювиогляциальным подклассами), золотой. По отношению к источнику питания выделяют россыпи ближнего сноса, дальнего сноса и переотложения. Первые (главным образом благородных металлов, оловянные, вольфрамовые, алмазные) формируются на расстоянии менее 15 км от коренных источников питания, имеют небольшие мощности (несколько метров) продуктивных пластов (песков россыпей) и сравнительно крупные размеры зёрен ценных минералов (свыше 0,5 мм). Россыпи дальнего сноса и переотложения образуются за счёт тяжёлых минералов (ильменит, рутил, циркон, титаномагнетит, монацит, лейкоксен, гранат, ставролит, кианит, силлиманит); характеризуются значительными мощностями (десятки метров) продуктивных пластов и сравнительно мелким (0,1–0,3 мм, редко 0,5 мм) однородным размером зёрен ценных минералов. По возрасту россыпные месторождения разделяют на современные и древние (от докембрия до кайнозоя). Чем древнее россыпное месторождение, тем значительнее литификация (процесс превращения рыхлых осадков в твердые породы), деформация и другие преобразования обломочных пород, содержащих полезный компонент. Древние (или ископаемые) россыпные месторождения обычно находятся в погребённом состоянии. По глубине залегания различают россыпные месторождения мелкозалегающие (до 15–20 м) и глубокозалегающие (до 300 м); по форме залежи – плаще-, линзо-, лентообразные, изометричные, в виде неправильного участка и др. Основные характеристики россыпного месторождения – ширина, протяжённость, глубина залегания и мощность продуктивных пластов, мощность перекрывающих пластов (торфов россыпей), содержание и запасы полезного компонента [2].

Из россыпных месторождений мира ежегодно в больших количествах добывают золото, цирконий, ниобий, РЗЭ, титан, олово, алмазы, тантал. Примеры крупных россыпных месторождений в мире: золотые – Бодайбинское (Восточная Сибирь, РФ), Ном (Аляска, США); платиноидов – Инаглинское (Восточная Сибирь, Россия); оловянные – Кинта (Малайзия), Банка (Индонезия); вольфрамовые – Иультинское (Магаданская область, РФ); титан-циркониевые – прибрежно-морские россыпи в Австралии, Индии, Шри-Ланке и др.; редкометалльные – россыпи в Демократической Республике Конго и Нигерии; алмазные – прибрежно-морские россыпи на атлантическом побережье Юго-Западной Африки (ЮАР, Намибия); драгоценных камней – россыпи в Шри-Ланке, Индии, Бразилии и др. [3].

В Кыргызстане известны 140 россыпных месторождений и 18 золотороссыпных районов, относящихся к пяти основным геолого-промышленным типам: алювиальный; алювиально-делювиальные; делювиально-пролювиальные и элювиально-делювиальные [4].

2. Методика исследования

Комплексный метод исследований, который включает в себя следующие виды работ и исследований: анализ научной, нормативно-методической и фондовой литературы; изучение, анализ и оценка физико-географических, горно-геологических, инженерно-геологических, горнотехнических и технологических условий отработки россыпных месторождений, участков горных работ россыпи, а также влияния горных разработок на окружающую среду; лабораторные методы исследований, включающие получение и обработку данных космической радарной съемки, натурные наблюдения; мониторинг, статистическая обработка выявленных новых горно-геологических данных. Поэтому комплексный метод является одним из наиболее развивающихся современных методов для прослеживания динамики изменения горно-геологических процессов, возникающих в подрабатываемых породных массивах.

3. Результаты и обсуждение

3.1 Золотороссыпные районы и месторождения

Основную минерально-сырьевую базу Кыргызстана составляют месторождения золота. Помимо золоторудных месторождений, выявлено и разведано значительное количество проявлений россыпного золота.

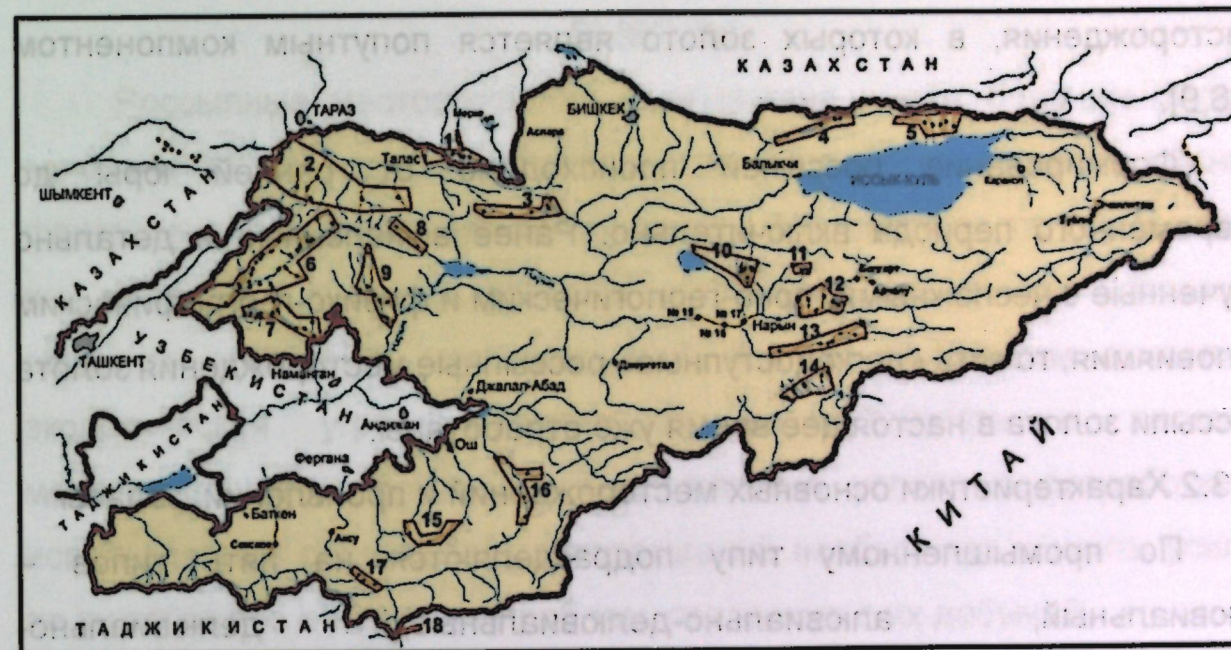


Рис.1 Схема расположения золотороссыпных районов Кыргызстана по Ваулину О.В. [4] в разрезе областей: I. Таласская: 1. Теректинский, 2. Южно-Таласский; II. Чуйская: 3. Сусамырский, 4. Кеминский; Отдельные месторождения – Аспара; III. Иссык-Кульская: 5. Южно-Кунгейский; Отдельные месторождения – Болгарт, Арчалу, Эчкилиташ, Куйлю; IV. Жалал-Абадская: 6. Чаткальский, 7. Терек-Кассанский, 8. Узунахматский, 9. Карасуйский; V. Нарынская: 10. Кумбельский, 11. Султансаринский, 12. Восточно-Нарынский, 13. Атбашинский, 14. Аксайский; Отдельные месторождения – Джергетал, № 15, № 16, № 17; VI. Баткенская: Отдельные месторождения – Сохское, Аксу (Шахимардан); VII. Ошская: 15. Кичик-Алайский, 16. Гульчинский, 17. Коксуйский, 18. Заалайский

Среди россыпных объектов ведущую роль играют россыпи аллювиального и аллювиально-пролювиального геолого-промышленных

типов современной гидрографической сети. Расположены они преимущественно в горных системах и характеризуются небольшими размерами и запасами при средних содержаниях золота 200-500 мг/м³. В относительном выражении около 2% всех ресурсов золота приходится на россыпные месторождения, 70% на рудные, 29% на комплексные месторождения, в которых золото является попутным компонентом [7,8,9].

Формирование россыпей происходило от ранней юры до современного периода включительно. Ранее выявленные и детально изученные с несложными горно-геологическим и физико-географическим условиями, то есть «легкодоступные» россыпные месторождения золота россыпи золота в настоящее время уже отработаны.

3.2 Характеристики основных месторождений и проявлений, запасы

По промышленному типу подразделяются на пять типов – алювиальный, алювиально-делювиальные, делювиально-пролювеальные и элювиально-делювиальные. По морфологическому типу в основном пластовые, струйные. По геоморфологическому – долинные пойменные террасированные россыпи третьей группы.

Гранулометрический и минеральный состав песков – галечник с песком и гравием и редкими (до 10%) мелкими (20, редко - 40-50 см) валунами; гравий и песок на 90% представлен сланцами; в шлихах шеелит, касситерит, магнетит, галенит, золото, пирит, киноварь. Средние размеры золотин – до 0,15 мм составляют 16,2%, 0,15+0,5 мм – 64,7%, 0,5+1,0 мм – 19,1%, зерна полуокатанные, пластинки – 7,2%, таблички – 57,1%, дендриты – 10,7%, комковатые – 25%. Технологические свойства песков и физико-механические свойства торфов в период геологоразведочных работ практически не изучались. Согласно информационным данным, полученным из государственного проекта концепции развития геологической и горнодобывающей отрасли Кыргызской Республики на 2023-2035 годы, в настоящее время

на государственном балансе числятся 99 месторождений россыпного золота с суммарными запасами 7,364 тонны или в среднем 74,4 кг на одно месторождение.

Таким образом, геологически изученные месторождения россыпного золота Кыргызстана в большинстве своем являются малыми.

ВЫВОДЫ

Россыпные месторождения Кыргызстана имеют большие запасы золота и других ценных металлов, и их разработка является важным фактором для развития экономики страны. Несмотря на это, существуют ряд проблем и вызовов, которые необходимо решить для успешного развития россыпных месторождений. К этим проблемам относятся: экологическая угроза, социальная неустойчивость в регионах месторождений и другие. Для достижения успеха в разработке и использовании россыпных месторождений необходимо усилить усилия по их развитию и решению проблем, связанных с их добычей.

Важным шагом к улучшению ситуации в россыпных месторождениях Кыргызстана является внедрение современных технологий и методов добычи, которые позволят снизить экологические риски и повысить эффективность производства. Также важно установить диалог с местными жителями и наладить с ними конструктивное взаимодействие, чтобы вместе найти решения проблем, связанных с добычей ресурсов.

Важной ролью в развитии россыпных месторождений Кыргызстана является поддержка со стороны государства, которое может создавать благоприятные условия для развития индустрии и обеспечивать контроль за соблюдением экологических и социальных стандартов. Также государство может инвестировать в современные технологии и научные исследования, которые помогут улучшить эффективность производства и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шило Н. А. Основы учения о россыпях. 2-е изд. М., 1985. – 400 с.

2. Словарь по геологии россыпей /Под ред. Н. А. Шило. М., 1985. – 197 с.
3. Месторождения металлических полезных ископаемых /Под ред. Авдониной В.В., Старостина В.И. 2-е изд. М., 2005. – 720 с.
4. Ваулин О. Россыпи золота Кыргызстана. Справочник. 2016. – 236 с.
5. Никоноров В.В., Караев Ю.В., Борисов Ф.И., Тольский В.И., Замалетдинов Т.С., Ларина Т.В., Горбанева Т.В. Золото Кыргызстана. Книга 1. Геология. Условия локализации. Бишкек: Наси, 2004. – 271 с.
6. Никоноров В.В., Караев Ю.В., Борисов Ф.И., Тольский В.И., Замалетдинов Т.С., Ларина Т.В., Горбанева Т.В. Золото Кыргызстана. Книга 2. Описание месторождений. Бишкек: Наси, 2004. – 272 с.
7. Кожогулов К.Ч., Кожогулов Б.К. Оценка перспективы развития золотодобывающей отрасли Кыргызской Республики//Горный журнал Казахстана №2, Алматы, 2015. – С.8-10.
8. Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетова Р.Ш. Комплексное освоение минеральных ресурсов/учебное пособие. КРСУ. 2019. – 288 с.
9. Абдиев А.Р., Мамбетова Р.Ш., Абдиев А.А. Совершенствование технологии и организации геологического изучения эксплуатируемых сложноструктурных месторождений /А.Р. Абдиев, Р.Ш.Мамбетова, А.А. Абдиев// Тенденции развития науки и образования, №60, ч.8, Научно-издательский центр «LJornal», Самара, 2020. – с. 57-64.
10. А. с. №4798. Планирование открытых горных работ на россыпных месторождениях / А.Р. Абдиев, Т.С. Умаров, А.А. Абдиев, У.Т. Казатов, А.Б. Ороков/ Кыргызпатент, 2022. – 10 с.

УДК 622.271+622.693.25

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИЗМЫ ВОЗМОЖНОГО ОБРУШЕНИЯ ОТВАЛЬНЫХ ЯРУСОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩА МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЗЫМЧАК, НАГРУЖЕННЫХ ОБОРУДОВАНИЕМ

Кожогулов Б.К., Кудрякова Е.Н., Тишурова В.С.

Учреждение проектно-исследовательский центр «Кен-Тоо»

Данная работа посвящена обоснованию параметров призмы возможного обрушения отвальных ярусов хвостохранилищ месторождения Бозымчак, нагруженных оборудованием.

С учетом различного положения горнотранспортного оборудования в приоткосной зоне на верхней площадке отвального яруса, отстраивался ряд потенциальных поверхностей скольжения. Проводились поверочные расчеты с учетом обеспечения коэффициента запаса устойчивости для любой из отстроенных поверхностей скольжения.

Ключевые слова: Откос, отвальные ярусы, горные машины и механизмы, хвостохранилище, обрушение.

ЖАБДУУЛАР МЕНЕН ЖҮКТӨЛГӨН БОЗЫМЧАК КЕНИ КЕҢИНИН ТӨГҮНГӨН КАТТАРЛАРЫНЫН КЫЙРЫШЫ МҮМКҮН ПРИЗМАНЫН ПАРАМЕТРЛЕРИН НЕГИЗДЕТҮҮ

Кожогулов Б.К., Кудрякова Е.Н., Тишурова В.С.

«Кен-Тоо» долборду изилдөө борбору

Бул иш жабдуулар жүктөлгөн Бозымчак кенинин калдык сактагычтарынын төгүндүлүү катмарларынын кулашы мүмкүн болгон призманын параметрлерин негиздөөгө арналган.

Төгүндүлөрдүн катмарынын үстүңкү аянтчасындагы жантайыңкы зонада тоо-кен транспорттук жабдуулардын ар кандай абалын эске алуу менен жылмышуунун бир катар потенциалдуу беттери курулган. Такталган эсептөөлөр ар кандай жылма беттердин туруктуулук запасынын коэффициентин камсыз кылууну эске алуу менен жүргүзүлгөн.

Баштапкы сөздөр: Эңкейиш, таштанды төгүүчү ярустар, тоо-кен машиналары жана механизмдери, калдыктар, үңкүрлөр

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE POTENTIAL COLLAPSE OF THE WASTE DUMP TIERS OF THE BOZYMCHAK TAILINGS DUMP, LOADED WITH EQUIPMENT

Kozhogulov B.K., Kudryakova E.N., Tishurova V.S.
Institute Design and Research Center «Ken-Too»

This work focuses on the justification of the parameters of the potential collapse prism of the tailings dump tiers of the Bozymchak deposit which are loaded with equipment.

A number of potential sliding surfaces were constructed, taking into account the different positions of the mining equipment in the near-slope area at the top site of the tailings dump tier. A number of potential sliding surfaces have been constructed to provide a factor of safety for any of the constructed sliding surfaces.

Keywords: Slope, waste tiers, mining machines and machinery, tailings, caving

В современных условиях при открытой разработке месторождений полезных ископаемых действующее предприятие располагает значительным парком горной техники: бульдозеры, автосамосвалы, вибрационные катки, фронтальные погрузчики, конвейеры передвижные, погрузчики различного подъема и др. В качестве вспомогательных машин и механизмов могут использоваться автомобили техпомощи с кран-стрелой на шасси и технологическим оборудованием, разные краны, которые могут быть использованы и при размещении отходов обогащения на хвостохранилищах. При этом, при расширении действующих хвостохранилищ привлекается дополнительное количество горных машин и оборудования.

Вес всех этих горных машин и оборудования в конечном итоге существенно влияет на устойчивость нагруженных отвалов.

Данная работа посвящена обоснованию параметров призмы возможного обрушения отвальных ярусов хвостохранилищ месторождения Бозымчак, нагруженных оборудованием.

Месторождение Бозымчак расположено в Ала-Букинском районе Джалал-Абадской области Кыргызской Республики.

В геоморфологическом отношении район проектируемого строительства расположен в пределах среднегорного комплекса типов рельефа. Рельеф резко пересеченный скалистый.

В процессе отработки данного месторождения возникла необходимость расширения существующих хвостохранилищ №1 и №2 обогатительной фабрики ГОК «Бозымчак».

При выборе машин и механизмов для горных работ на месторождении Бозымчак, при расширении хвостохранилищ, учитывалось использование имеющегося на предприятии горного оборудования, с уточнением его количества в соответствии с проектными объемами работ. Перечень имеющегося в наличии оборудования приведен в таблице 1.

Таблица 1

Перечень оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка	Списочное количество
1	Бульдозер	Б10М	1
2	Каток вибрационный	XS 122PD XCMG	1
3	Фронтальный погрузчик	XCMG ZL 50GL	1
4	Автосамосвал	MAZ 651705 231	2*
5	Передвижной конвейер	DY	10
6	Погрузчик радиального подъема	Bobcat S220	1

Примечание* - для бесперебойной укладки хвостовой массы в аварийных случаях предприятием предусматривается 1 (один) дополнительный автосамосвал марки MAZ 651705 231 в качестве резервного.

Вспомогательные машины и механизмы:

- автомобиль техпомощи КАМАЗ 43114 с кран-стрелой на шасси и технологическим оборудованием - 1 шт.;
- кран г/п 20 т - 1 шт.

В качестве основного оборудования, применяемого для укладки хвостов, используется самоходный телескопический стакер (рис. 1) в комплексе с мобильными передвижными конвейерами. Дополнительно

для погрузки и транспортировки отходов обогащения применяются погрузчики XCMG ZL50GL, Bobcat S220, автосамосвалы MA3-651705, разгруженную отвальную массу разравнивают бульдозером Б10М, уплотняют виброкатком XS122PD.

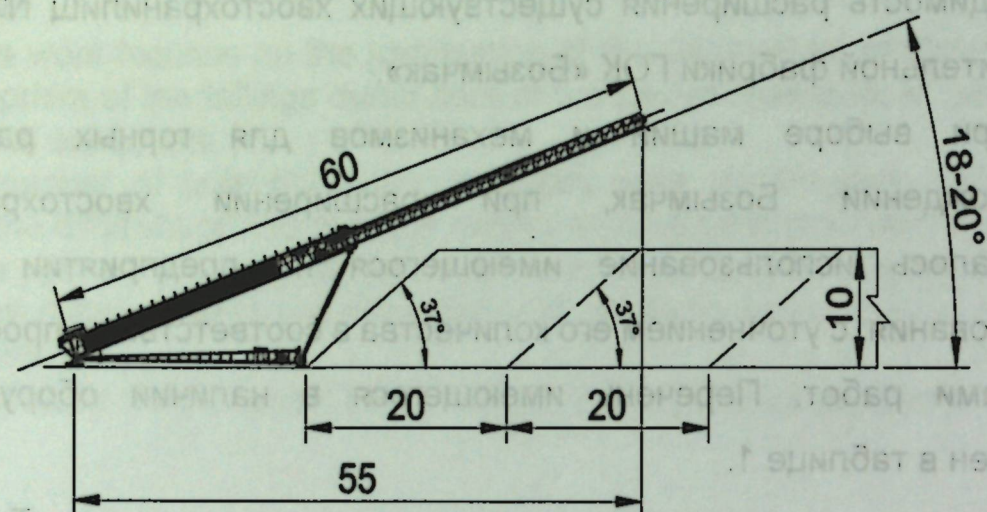


Рис. 1. Линейные размеры применяемого мобильного телескопического стакера

Устойчивость нагруженных отвалов при расширении хвостохранилищ, а также безопасная эксплуатация на отвалах горнотранспортного оборудования осуществляется при одновременном выполнении:

1. Обеспечения несущей способности пород под опорными элементами при работе оборудования.
2. Обеспечение устойчивости отвала с учетом нагрузки весом оборудования.

Несущую способность пород под опорными элементами оборудования определяют по формуле [1]:

$$q_0 = \frac{b}{4} \gamma N_\gamma + C_n N_c q N_q,$$

где q_0 – несущая способность складированных пород при двустороннем выдавливании основания; b – размер опорных поверхностей оборудования; q – интенсивность пригрузки на поверхность отвала; γ – плотность (удельный вес) отвальных пород; N_γ , N_c , N_q –

коэффициенты, зависящие от угла внутреннего трения отвальных пород, сцепления и частично от формы зоны разрушения. Коэффициент запаса несущей способности пород при статической нагрузке на поверхность отвала определяется: $n = q_0 / q_n$, где q_n – удельная нагрузка под опорными элементами оборудования.

Если коэффициент запаса несущей способности отдельных отвальных пород меньше единицы, то в этом случае для обеспечения возможности работы оборудования на отвалах необходимо применение специальных мероприятий.

При определении величин призмы возможного обрушения с учетом нагрузки веса горнотранспортного оборудования было принято условие перпендикулярного подъезда бульдозерной и автотранспортной техники к верхней бровке откоса яруса, что даёт возможность равномерного распределения весовых нагрузок по простиранию в приоткосных зонах ярусов отвалов.

Для расчета призмы возможного обрушения отвального яруса, нагруженного горнотранспортным оборудованием, использовалась расчетная схема, приведенная на рис. 2.

При этом в расчетный первый блок вводят расчетную дополнительную нагрузку от веса оборудования ΔP .

При расчете призмы возможного обрушения отвального яруса, нагруженного технологическим транспортом, распределение нагрузки принималось из расчета 2/3 на задний мост, 1/3 на передний мост.

С учетом различного положения горнотранспортного оборудования в приоткосной зоне на верхней площадке отвального яруса, отстраивался ряд потенциальных поверхностей скольжения. Проводились поверочные расчеты с учетом обеспечения коэффициента запаса устойчивости для любой из отстроенных поверхностей скольжения.

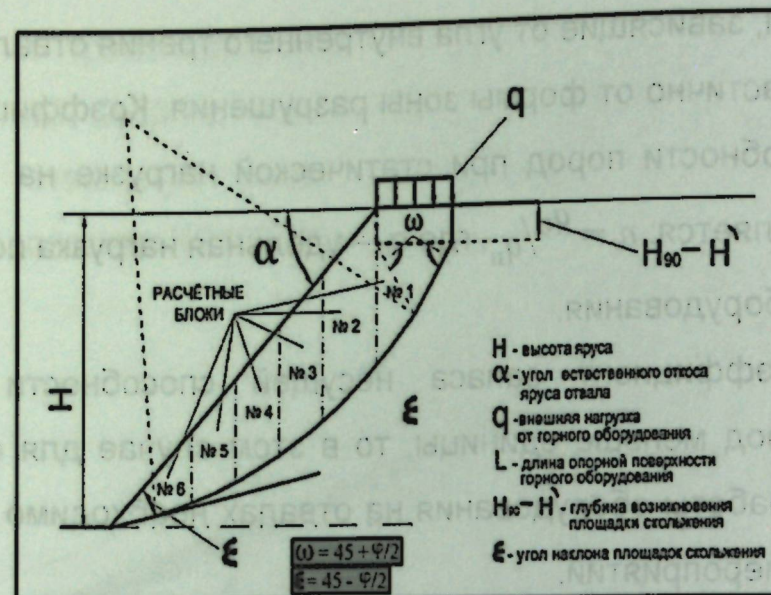


Рис. 2. Расчетная схема с нагрузкой оборудования

Результаты расчетов по определению ширины призмы возможного обрушения, с учетом нагрузки на отвальные ярусы веса автотранспортного, бульдозерного оборудования, и соблюдения коэффициента запаса устойчивости [2] для рабочих уступов $\eta = 1,3$ сведены в Таблицу 2.

Таблица 2 Ширина призмы возможного обрушения при нагрузке приоткосной части яруса отвала оборудованием

Ширина призмы возможного обрушения при высоте яруса отвала, м	
5	10
Автосамосвал МА3-651705	
0,5	0,9
Бульдозер 10М	
0,6	1,0
Виброкаток XS 122PD	
0,4	0,8
Погрузчик XCMG ZL50GL	
0,6	1,0

При этом, при расчете ширины возможного обрушения менее 1 м, рекомендуется принимать ширину призмы возможного обрушения равной 1 м [2]. Поэтому ширину призмы возможного обрушения принимают 1 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Кыргызской Республики о хвостохранилищах и горных отвалах № 57 от 2009 г.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» от 11 декабря 2013 г. № 599.

УДК 622.02:531

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА РАЗРАБОТКИ МАЛЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КЫРГЫЗСТАНА

Кожоголов К.Ч. Абдиев А.А.

Институт геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Россыпные золотые месторождения являются одним из важнейших природных ресурсов Кыргызстана. Многие малые россыпные месторождения расположены в отдаленных и труднодоступных районах. Вместе с этим, разработка малых россыпных месторождений является важной задачей для экономического развития местных бюджетов и в целом страны. Однако, традиционные методы добычи россыпного золота, неэффективны и оказывают отрицательное влияние на экономику предприятия, экологию и здоровье работников. В связи с этим, существует необходимость в совершенствовании способов разработки малых россыпных месторождений золота.

Ключевые слова: структурная неоднородность, напряженное состояние, деформации, геоакустический метод, упругие характеристики

КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧАКАН ЧАЧЫРАНДЫ АЛТЫН КЕНДЕРИН ИШТЕТҮҮ ЫКМАСЫН ӨРКҮНДӨТҮҮ

Кожоголов К.Ч., Абдиев А.А.

Кыргыз Республикасынын УИАнын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту, И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Чачынды алтын кендери Кыргызстандын эң маанилүү жаратылыш ресурстарынын бири болуп саналат. Көптөгөн чакан чачыранды кендер алыскы жана жетүүгө кыйын болгон аймактарда жайгашкан. Ошону менен бирге чакан чачынды кендерди иштетүү жергиликтүү бюджеттердин жана бүтүндөй өлкөнүн экономикалык өнүгүүсү үчүн маанилүү милдет болуп саналат. Бирок, алтынды казып алуунун салттуу ыкмалары натыйжасыз жана ишкананын экономикасына, экологияга жана жумушчулардын ден соолугуна терс таасирин тийгизет. Ушуга байланыштуу, чакан алтын кендерин иштетүү ыкмаларын жакшыртуу зарылдыгы бар.

Баштапкы сөздөр: структуралык ар түрдүүлүк, чыңалуу абалы, деформациялар, геоакустикалык ыкма, ийкемдүү мүнөздөмөлөр

IMPROVING THE METHOD OF DEVELOPING SMALL PLACER GOLD DEPOSITS IN KYRGYZSTAN

Kozhogulov K.Ch., Abdiev A.A.

Institute of Geomechanics and Subsoil Development
NAS of the Kyrgyz Republic, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

Placer gold deposits are one of the most important natural resources of Kyrgyzstan. Many small placer deposits are located in remote and hard-to-reach areas. At the same time, the development of small placer deposits is an important task for the economic development of local budgets and the country as a whole. However, traditional methods of alluvial gold mining are inefficient and have a negative impact on the economy of the enterprise, the environment and the health of employees. In this regard, there is a need to improve the methods of developing small placer gold deposits.

Keywords: structural heterogeneity, stress state, deformations, geoacoustic method, elastic characteristics

1. Введение

Цель данной работы - совершенствовать способы разработки малых россыпных месторождений Кыргызстана на основе использования передовых технологий и методов.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить существующие методы разработки малых россыпных месторождений.
2. Разработать новые методы разработки малых россыпных месторождений на основе использования передовых технологий.
3. Оценить эффективность новых методов разработки малых россыпных месторождений.

2. Методика исследования

Для достижения поставленной цели и задач были использованы следующие методы исследования:

1. Анализ научных и технических публикаций по теме исследования.
2. Обзор малых россыпных месторождений Кыргызстана.
3. Разработка новых методов разработки малых россыпных месторождений.
4. Сравнительный анализ эффективности новых методов разработки малых россыпных месторождений с традиционными методами.

В целом, разработка новых методов разработки малых россыпных месторождений с использованием передовых технологий является важной задачей для решения экономических и экологических проблем Кыргызстана. Использование этих методов может привести к увеличению доходов, снижению негативного влияния на окружающую среду и повышению качества жизни местного населения.

Одним из возможных препятствий для внедрения новых методов разработки малых россыпных месторождений может стать недостаток финансовых средств, необходимых для приобретения нового оборудования и проведения обучения персонала. В этом случае, можно рассмотреть возможность привлечения инвестиций от государства или частных инвесторов.

Также следует учитывать особенности геологической структуры малых россыпных месторождений. Некоторые месторождения могут быть труднодоступными или содержать токсичные вещества, что требует дополнительных мер безопасности при разработке.

3. Результаты и обсуждение

В результате исследования были разработаны новые методы разработки малых россыпных месторождений, основанные на использовании передовых технологий. Ключевыми компонентами новых методов являются:

1. Использование низкотоннажной техники, такой как мобильные грохоты и экскаваторы, для разработки грунта.

2. Применение гравитационных методов обогащения золота, таких как центробежная сепарация.

3. Использование биотехнологий для очистки отходов добычи золота.

Сравнительный анализ показал, что новые методы разработки малых россыпных месторождений являются более эффективными, чем традиционные методы разработки. Они позволяют уменьшить экологическое воздействие добычи золота и увеличить объем добычи.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основе проведенных исследований были разработаны новые методы разработки малых россыпных месторождений с использованием передовых технологий. Эти методы позволяют увеличить эффективность и экономичность добычи золота, а также минимизировать негативное влияние на окружающую среду. Рекомендуется проведение практических испытаний новых методов разработки малых россыпных месторождений для определения их дальнейшей эффективности и практической применимости.

Также необходимо учесть, что при внедрении новых методов разработки малых россыпных месторождений, может возникнуть необходимость в обучении персонала и приобретении нового оборудования. Однако в долгосрочной перспективе, это может привести к улучшению экономического и социального развития Кыргызстана.

Необходимо отметить, что новые методы разработки малых россыпных месторождений не должны заменять традиционные методы полностью, а должны использоваться в сочетании с ними. Это позволит оптимизировать процесс добычи золота и снизить экологическое воздействие на окружающую среду.

Интеграция новых технологий в разработку малых россыпных месторождений является необходимым шагом для устойчивого развития экономики и социального благополучия Кыргызстана. Она может

содействовать созданию новых рабочих мест, увеличению экспорта золота и сокращению влияния на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожогулов К.Ч., Кожогулов Б.К. Оценка перспективы развития золотодобывающей отрасли Кыргызской Республики//Горный журнал Казахстана №2, Алматы, 2015. – С.8-10.
2. Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетова Р.Ш. Комплексное освоение минеральных ресурсов/учебное пособие. КРСУ. 2019. – 288 с.
3. Петрова Л.В., Сивцева А.И., Алексеев А.М., Петров А.Н. Выбор системы разработки в условиях россыпного месторождения «Обрыв-Развалистый-Промежуточный»/ Л.В. Петрова, А.И. Сивцева, А.М. Алексеев, А.Н. Петров // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 11. С. 34–42.
4. Абдиев А.Р., Мамбетова Р.Ш., Абдиев А.А. Совершенствование технологии и организации геологического изучения эксплуатируемых сложноструктурных месторождений /А.Р. Абдиев, Р.Ш. Мамбетова, А.А. Абдиев// Тенденции развития науки и образования, №60, ч.8, Научно-издательский центр «LJornal», Самара, 2020. – С. 57-64.
5. Скаженик В.Б. Система автоматизированного проектирования разработки россыпных месторождений/В.Б. Скаженик//Горный информационно-аналитический бюллетень. 2012. – С. 150–152.
6. А. с. №4800. Способы открытой разработки россыпных месторождений/А.Р. Абдиев, А.Б. Ороков, У.Т. Казатов, Б.Д. Раимбеков, А.А. Абдиев / Кыргызпатент, 2022. – 10 с.
7. А. с. №4798. Планирование открытых горных работ на россыпных месторождениях/ А.Р. Абдиев, Т.С. Умаров, А.А. Абдиев, У.Т. Казатов, А.Б.Ороков/ Кыргызпатент, 2022. – 10 с.

УДК 622.271+622.693.25

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИШТАМБЕРДЫ

Кожогулов Б.К., Кудрякова Е.Н., Чернова Е.П., Тишурова В.С.

Учреждение проектно-исследовательский центр «Кен-Тоо»

В данной статье рассматриваются три способа укладки хвостового материала флотационного обогащения ОФ месторождения Иштамберды, в связи с изменением технологии извлечения золота и введением в технологический процесс переработку хвостов методом «Carbon in pulp» или «уголь в пульпе». Это повлечет за собой и изменение объема вместимости чаши хвостохранилища за счет перехода от наливного складирования к сухому. Основным показателем для выбора одного из способов укладки хвостов, а, следовательно, и оценки устойчивости конструкции хвостохранилища, служит коэффициент устойчивости, рассчитанный для каждого отдельного расчетного случая с учетом всех связей и взаимодействий, а не для отдельных участков. Двумерный анализ устойчивости склонов проводился в соответствии с методом предельного равновесия SRM с использованием программного обеспечения MIDAS GTS NX в статических и псевдостатических (сейсмическая нагрузка) условиях.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, хвостовое хозяйство, коэффициент устойчивости, запас прочности, полусухие хвостовые отложения.

ИШТАМБЕРДИ КЕНИНИН КОЛДОНУУ ЖАЙЛАРЫНЫН

ТУРУКТУУлугуна баа берүү

Кожогулов Б.К., Кудрякова Е.Н., Чернова Е.П., Тишурова В.С.

«Кен-Тоо» долборду изилдөө борбору

Бул макала алтынды казып алуу технологиясынын өзгөрүшүнө жана калдыктарды кайра иштетүүдө көмүртектин же алтынды кайра иштетүү технологиясы көмүрдүн технологиялык процесске

киргизилишине байланыштуу Иштамберди кенин флотациялык байытуунун калдыктарын үймөктөп коюунун үч жолу каралат. Бул ошондой эле калдыктарды сактоочу жайдан кургак сактоого өтүүгө байланыштуу калдык сактоочу жайдын сыйымдуулугунун өзгөрүшүнө алып келет. Калдыктарды топтоо ыкмаларынын бирин тандоонун, демек, калдыктарды сактоочу жайдын структурасынын туруктуулугун баалоонун негизги көрсөткүчү болуп, айрым участкалар үчүн эмес, бардык байланыштарды жана өз ара аракеттенүүлөрдү эске алуу менен ар бир жеке долбоордук учур үчүн эсептелген туруктуулуктун коэффициенти саналат. Эки өлчөмдүү эңкейиштин туруктуулугун талдоо SRM чектик тең салмактуулук ыкмасына ылайык MIDAS GTS NX программасын колдонуу менен статикалык жана псевдостатикалык (сейсмикалык жүктөө) шарттарда жүргүзүлгөн.

Баштапкы сөздөр: гидротехникалык курулуштар, калдык сактоочу жайлар, туруктуулук коэффициенти, коопсуздук чеги, жарым-жартылай кургак калдыктар.

ASSESSMENT OF THE STABILITY OF THE ISHTAMBERDY TAILINGS DAM STRUCTURE

Kozhogulov B.K., Kudryakova E.N., Chernova E.P., Tishurova V.S.
Institute design and research center «Ken-Too»

This article discusses three ways of stacking the flotation enrichment tailing material of the Ishtamberdy field's coaxial factory, in connection with the change of gold extraction technology and introduction of the «Carbon in pulp» method into the process of tailing processing or «coal in pulp». This would also entail a change in the capacity of the tailing basin from bulk storage to dry storage. The stability factor calculated for each individual calculation, taking into account all the links and interactions, is the main indicator for choosing one of the tailings management techniques and therefore for assessing the stability of the tailing management facility design rather than for individual sites. The two-dimensional stability analysis of the slopes was carried out in accordance with the SRM extreme balance method using the MIDAS GTS NX software under static and pseudo-static (seismic load) conditions.

Keywords: hydraulic structures, tail farms, factor of safety, strength storage, semi-dry tailings deposits.

Золоторудное месторождение Иштамберды расположено в центральной части Кассанского блока Чаткал-Кураминской складчатой

области. Кассанский блок представляет собой часть среднего массива с общей антиклинальной структурой [1].

Хвостохранилище расположено на северо-востоке от обогатительной фабрики в сухом логу, в правом притоке р. Иштамбердысай. На участке под хвостохранилище, расположенный в долине U-образного лога шириной 40 м в его нижней части и 180 м – по верху, то результатом проходки шурфов глубиной до 3 м, бурения скважин глубиной до 75,0 м и геофизическим данным (ВЭЗ, СЭЗ) в геолого-литологическом строении принимаются участие скальные породы. Они представлены в обнажениях и в коренном залегании: сланцами, гранитами и гранодиоритами, песчаниками, алевролитами, известняками, конгломератами, трещиноватыми, выветрелыми, а также перекрывающими их элювиальными и делювиальными отложениями верхнечетвертичного – современного возраста. Физико-механические свойства пород приведены в [2].

Створ существующей дамбы хвостохранилища расположен на месте сужения сая. Ширина сая в нижней части – 30-40 м, в верхней части – 180-200 м. В месте сужения сая борта с углом 45-50°, с выходом в них коренных пород и глыбовых отложений. Поверхность левого и правого борта большей частью задернована, также с выходами скальных образований и глыбовых отложений.

К настоящему времени было выполнено два проекта для складирования отходов производства рудника «Иштамберды»: Проект 1 – «намывное складирование», выполненный в 2009 г. и Проект 2 – «сухое складирование», выполненный Учреждением Проектно-исследовательский центр (ПИЦ) «Кен-Тоо» в 2016 г. Связано это с изменением технологии извлечения золота и введением в технологический процесс переработку хвостов флотации обогатительной фабрики по методу «Carbon in pulp» или «уголь в пульпе» на гидрометаллургическом цехе, который включает и изменение метода

складирования хвостов флотации. От намывного складирования (по Проекту 1) переходят к сухому (по Проекту 2) с увеличением объема чаши хвостохранилища. В хвостохранилище будут складировать полусухие (20% влажности) хвосты флотационного обогащения ОФ Иштамберды. При этом для увеличения объема хвостохранилища должны нарезаться полки по чаше с выполаживанием откосов.

Хвостохранилище было сформировано до отметки 2023 м. согласно Проекта 1, а в последующем уже по Проекту 2.

Оценку устойчивости хвостохранилища производили по трем расчетным схемам с разным способом формирования хвостовых отложений:

1. Выше отметки 2032 м наполнение хвостохранилища происходит послойно, совместно со строительством дамб обвалования высотой по 3 м на каждом слое (рис. 1). Данная расчетная схема создавалась для рассмотрения возможности существенного увеличения объема складирования в связи с производственной необходимостью.

2. Наполнение хвостохранилища происходит путем чередования способов складирования: послойно, совместно со строительством дамб (рис. 2) и послойно совместно со строительством дамб обвалования высотой по 3 м, и способом отвалообразования с уклоном откоса $m = 7,0$.

3. Выше отметки 2032,0 м наполнение хвостохранилища происходит только способом отвалообразования с уклоном откоса $m = 2,0$, высота каждого слоя 10 м (рис. 3).

При этом, конечная отметка заполнения сухими хвостами (отметка 2080 м) остается без изменений.

В ходе расчета оценки устойчивости каждой расчетной схемы, проведенной с помощью программного обеспечения, рассматривалась конечная конфигурация хвостового хозяйства, которая включает в себя пионерную дамбу, дамбы обвалования, упорную призму, хвостовые отложения, грунтовое основание. Двумерный анализ устойчивости

склонов проводился в соответствии с методом предельного равновесия SRM с использованием программного обеспечения MIDAS GTS NX [3] в статических и псевдостатических (сейсмическая нагрузка) условиях.

Для поиска наиболее опасной поверхности сдвига и определения коэффициентов устойчивости применялся метод SRM – предельное равновесие по методу снижения прочности (метод конечных элементов) [4], при котором используются сдвиговые и прочностные характеристики модели Мора-Кулона. В основе метода лежит последовательное, пропорциональное одновременное снижение прочности (c – удельное сцепление и φ – угол внутреннего трения) и перерасчет напряженно-деформированного состояния (НДС) массива. НДС на заключительном этапе – наиболее вероятный сценарий разрушения массива.

Необходимо также отметить, что оценка устойчивости выполняется для всей конструкции хвостохранилища в целом, с учетом всех связей и взаимодействий, а не для отдельных участков.

В результате проведения расчетов по устойчивости по трем расчетным схемам, определено, что:

- Расчетная схема №1. Конструкция хвостохранилища статически не устойчива.

- Расчетная схема №2. Конструкция хвостохранилища будет находиться в устойчивом состоянии и в статических условиях, и при сейсмическом воздействии.

- Расчетная схема №3. Конструкция хвостохранилища не устойчива при сейсмическом воздействии.

Выводы:

1. Конструкция хвостохранилища по расчетной схеме №2 имеет запас прочности и устойчивости. Рассчитанные коэффициенты запаса прочности превышают минимально необходимые нормативные значения как в статических, так и в псевдостатических условиях.

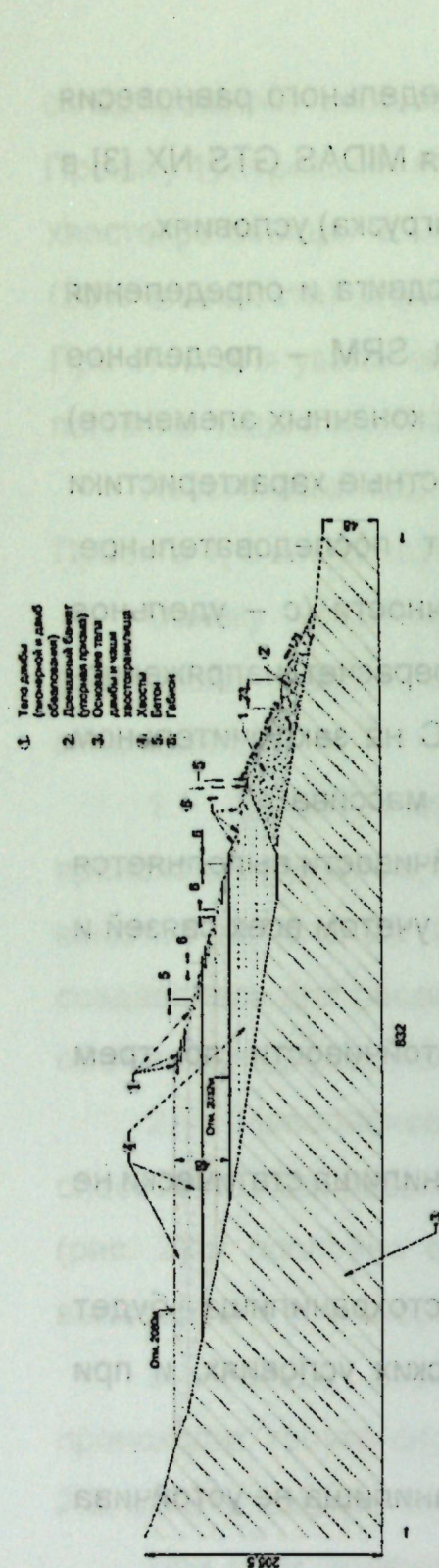


Рис. 3. Наполнение хвостохранилища совместно со строительством дамб обвалования

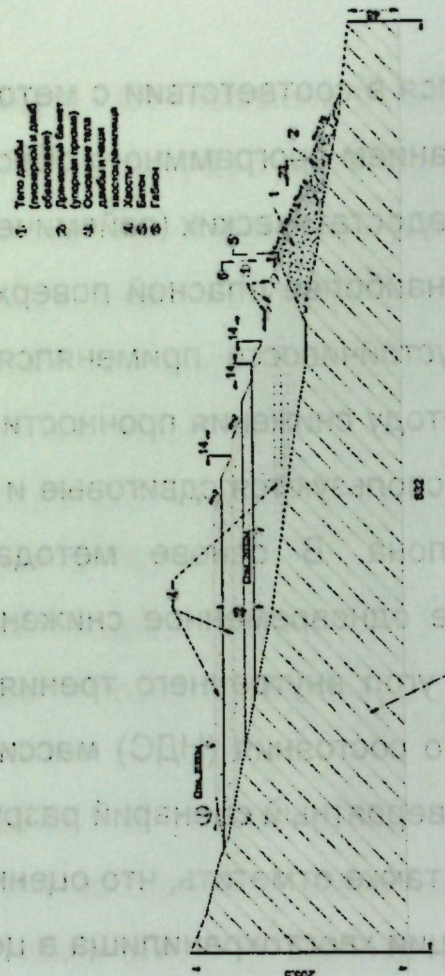


Рис. 4. Наполнение хвостохранилища с помощью способа отвалообразования

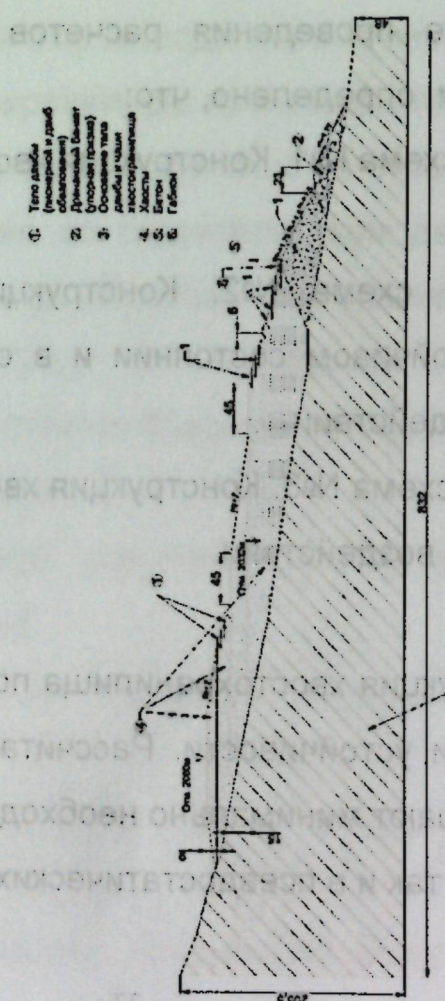


Рис. 5. Наполнение хвостохранилища путем чередования способов формирования

2. Проектная конструкция хвостохранилища учитывает существующее положение на данный момент и спроектирована таким образом, чтобы выдерживать потенциальное динамическое смещение во время максимального землетрясения.

3. Установлено, что наиболее опасные поверхности деформаций находятся в пределах хвостовых отложений без оставления бермы достаточной ширины, как по расчетной схеме №1, когда дамбы обвалования возводятся каскадом одна над другой на всю высоту до конечной отметки (2080,0 м) складирования хвостов.

4. С целью уменьшения концентрации сдвиговых усилий, дальнейшее наполнение хвостохранилища производить с обязательным оставлением ширины бермы не менее 45м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дженчураева Р.Д. Золоторудные месторождения Кыргызстана / Р.Д. Дженчураева, Н.Т. Пак, В.В. Никоноро, Е.А. Ивлева. Бишкек: 2020. 534 с.
2. Кожогулов К.Ч. Физико-механические свойства руд и вмещающих пород месторождения Иштамберды / К.Ч. Кожогулов, Ж.М. Ганиев // Современные проблемы механики сплошных сред. 2014. Вып. 19. С. 30–38.
3. Программный продукт MIDAS GTS NX / Москва. URL: <https://midasoft.ru/products/midas-gts-nx/>
4. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике / А.Б. Фадеев. М.: Недра, 1987. 168 с.
5. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд. М.: Мир, 1979.

УДК 532.517

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА OPENFOAM

Абдимуталипова З.К., Курбаналиев А.Ы.

Ошский государственный университет

Проведено результаты численного моделирования турбулентного течения воздушного потока в помещении с использованием подхода вычислительной гидродинамики для решения осредненной по Рейнольдса уравнения Навье - Стокса для жидкости. Представлены и сравнены безразмерные скорости для различных моделей турбулентности: стандартный $k - \varepsilon$, стандартный $k - \omega$, RNG $k - \varepsilon$, $k - \omega$ SST. Результаты объясняют, что все модели турбулентности дают почти одинаковые результаты.

Ключевые слова: плоская струя, модели турбулентности, RNG $k - \varepsilon$, $k - \omega$ SST, вентиляция.

OPENFOAM ПАКЕТИН КОЛДОНУУ АРКЫЛУУ БӨЛМӨДӨГҮ ТУРБУЛЕНТТҮҮ АБА АГЫМЫН САНДЫК МОДЕЛДӨӨ

Абдимуталипова З.К., Курбаналиев А.Ы.

Ош мамлекеттик университети

Бөлмөдөгү турбуленттүү аба агымын сандык моделдөөнүн натыйжалары суюктук үчүн Рейнольдс-орточолонгон Навье-Стокс теңдемесин чечүү үчүн суюктуктун эсептөө динамикасынын ыкмасын колдонуу менен ишке ашырылат. Өлчөмсүз ылдамдыктар ар кандай турбуленттик моделдер үчүн берилген жана салыштырылган: стандарттуу $k - \varepsilon$, стандарттык $k - \omega$, RNG $k - \varepsilon$, $k - \omega$ SST. Натыйжалар бардык турбуленттик моделдер дээрлик бирдей натыйжаларды берерин түшүндүрөт.

Баштапкы сөздөр: тегиз струя, турбуленттүү моделдер, RNG $k - \varepsilon$, $k - \omega$ SST, желдетүү.

NUMERICAL SIMULATION OF TURBULENT AIR FLOW IN A ROOM USING THE OPENFOAM PACKAGE

Abdimutalipova Z.K., Kurbanaliev A.Y.

Osh State University

A numerical simulation of the air flow in a room was carried out using the CFD approach to solve the Reynolds-averaged Navier-Stokes equation for a liquid. Dimensionless velocities are presented and compared for various turbulence models: standard $k - \varepsilon$, standard $k - \omega$, RNG $k - \varepsilon$, $k - \omega$ SST. The results explain that all turbulence models give almost the same results.

Keywords: plain jet, turbulence models, RNG $k - \varepsilon$, $k - \omega$ SST, ventilation.

Введение. Движение воздуха и явление его переноса являются очень важными характеристиками теплового комфорта человека. Скорость связана с распределением температуры, а также с уровнями турбулентности. Таким образом, распределение скорости воздуха играет жизненно важную роль в проектировании внутреннего состояния помещения. Данная работа посвящена изучению модели воздушного потока с точки зрения распределения скоростей в различных местах для сравнения результатов различных моделей турбулентности. Численное моделирование проводилось для 2D и 2D моделей.

В последние годы при проектировании вентиляционных систем все чаще используются методы вычислительной гидродинамики, позволяющие проводить трехмерное моделирование турбулентных струйных течений. В инженерной практике стали широко применяться подходы, дающие оценку параметров течения на основе численного решения осредненных по Рейнольдсу стационарных или нестационарных уравнений Навье - Стокса. Численное моделирование проводилось путем решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса с использованием OpenFOAM.

В настоящей работе представляются результаты численного моделирования турбулентного течения воздуха в замкнутом помещении с помощью OpenFOAM.

Постановка задачи. Рассматривается течение воздуха в помещении с размерами 3 м и 1 м соответственно. Геометрия и расчетная сетка были созданы с помощью утилиты blockMesh в OpenFOAM. Для моделирования использовался решатель pisoFoam, а постобработка выполнялась в Paraview. Использовались следующие модели турбулентности: Standard $k - \varepsilon$, Standard $k - \omega$, RNG $k - \varepsilon$, $k - \omega$ SST. Для этого моделирования использовалась 2D модель комнаты. На передней стенке у потолка имеется щель естественной вентиляции с высотой щели $h = 0.056H$, а на задней стенке у земли имеется открытый выход высотой $h = 0.16H$. Число $Re = 5000$ и зависит от высоты входного отверстия, скорости входного отверстия и условий окружающего воздуха, поэтому ожидается, что поток будет иметь турбулентные характеристики. Усредненные по времени результаты подтверждены экспериментальными результатами [1]. Связь давления и скорости решалась алгоритмом PISO [2]. Временные и турбулентные члены были дискретизированы с использованием эйлеровой и ограниченной линейной схем соответственно [2]. На рисунке 1. и 2. показано числовые области.

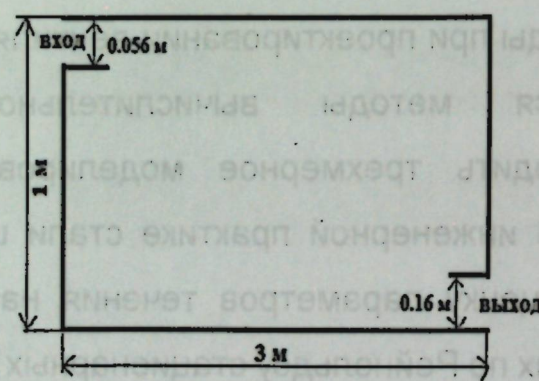


Рис. 1-Геометрия 2D модели

Начальные и граничные условия. Рассматривается изотермическое движение воздуха, описываемого моделью несжимаемой жидкости с постоянными физическими свойствами: плотность $\rho = 1.23 \text{ кг/м}^3$, динамическая вязкость $\mu = 1.79 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

На вход в помещение подается воздух со скоростью 0.455 м/с и создается циркуляцию воздуха внутри помещения.

На выходной границе задавались мягкие граничные условия. Остальные границы расчетной области – твердые стенки, на которых задавались условия прилипания. Для нашей задачи граничные условия определяются нулевым градиентом давления по нормали к стенке – zeroGradient. На всех границах расчетной области необходимо задать граничные условий для основных переменных (см. табл. 1).

Таблица 1 – Использованные граничные условия.

Переменная	Скорость, м/с	Давление, Па	k , $\text{м}^2/\text{с}^2$	ω , $1/\text{с}$	ε , $\text{м}^2/\text{с}^3$
Граница					
Вход	fixedValue; uniform (1.3 0 0);	zeroGradient	fixedValue; uniform 0.00630828 4;	fixedValue; \$internalField ;	fixedValue; uniform 0.020031953;
выход	zeroGradient;	fixedValue; uniform 0;	zeroGradient t	zeroGradient ;	zeroGradient;
стенка	noSlip;	zeroGradient	kqRWallFunction; uniform 0.00630828 4;	omegaWallFunction; \$internalField ;	epsilonWallFunction; uniform 0.020031953;
Передняя и задняя	empty	empty	empty	empty	empty

Дискретизация расчетной области производится методом контрольных объемов. Эти данные нужно указать в файлах fvSchemes и fvSolution находящиеся в папке system. В файле fvSchemes необходимо указать выбранные схемы дискретизации всех членов уравнения(1), а также описать интерполяционные схемы для вычисления потоков через грани контрольных объемов (см. табл. 2).

В данном случае для решения СЛАУ применяется алгоритм PISO, в котором нужно указать число внутренних коррекций для полей скорости и давления (см. табл. 3).

Таблица 2 – Использованные схемы дискретизации

Слагаемое	Схема аппроксимации в пакете OpenFOAM	Порядок точности схемы
Градиент	cellLimitedGausslinear 1	Второй
Дивергенция	bounded Gauss limitedLinear 1;	Второй
Лапласиан	Gauss linear corrected;	Второй
Интерполяция	linear	Первый

Таблица 3 – Решатели уравнений для основных переменных

Переменная	Решатель	Точность
Давления	GAMG решатель с использованием сглаживателя GaussSeidel	1e-6
U, k, ε, omega	Smooth Solver решатель с использованием сглаживателя symGaussSeidel	1e-5

Использовались параметры вычислительного алгоритма, обеспечивающие дискретизацию по пространству и времени со вторым порядком точности.

Модели турбулентности.

1. $k - \varepsilon$ модель. Наиболее популярной моделью с двумя дифференциальными уравнениями является $k - \varepsilon$ модель, предложенная Чоу (1945) [3] и получившая дальнейшее развитие в исследованиях Лаундера –Джонса (1972) [4].

Уравнение для кинетической энергии турбулентности:

$$\rho \frac{\partial k}{\partial t} + \rho \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \rho \varepsilon + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] \quad (1)$$

Уравнение для удельной скорости диссипации:

$$\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \rho \bar{u}_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = c_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - c_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] \quad (2)$$

Динамическая вихревая вязкость

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (3)$$

Турбулентные напряжения Рейнольдса

$$\tau_{ij} = -\rho \overline{u_i' u_j'} = \rho \mu_t \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} \quad (4)$$

Модельные константы:

$$c_{\varepsilon 1} = 1.44; \quad c_{\varepsilon 2} = 1.92; \quad C_\mu = 0.09; \quad \sigma_k = 1.0; \quad \sigma_\varepsilon = 1.3.$$

2. $k - \omega$ – модель. Ниже представлена базовая двухслойная модель Ментера(1993) [5]:

Уравнение для кинетической энергии турбулентности:

$$\rho \frac{\partial k}{\partial t} + \rho \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \beta^* \rho k \omega + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \sigma_k \mu_t \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] \quad (5)$$

Уравнение для удельной скорости диссипации:

$$\rho \frac{\partial \omega}{\partial t} + \rho \bar{u}_j \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \quad (6)$$

$$= \gamma \frac{\omega}{k} \tau_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \beta \rho \omega^2 + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \sigma_\omega \mu_t \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + 2(1 - F_1) \rho \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j}$$

Динамическая вихревая вязкость

$$\mu_t = \rho \frac{k}{\omega} \quad (7)$$

Турбулентные напряжения Рейнольдса

$$(8)$$

$$\tau_{ij} = -\rho \overline{u_i' u_j'} = \rho \mu_t \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij}$$

$$\beta^* = 0.09; \quad \beta_1 = 0.075; \quad \sigma_{k1} = 0.5; \quad \sigma_{\omega 1} = 0.5;$$

3. $k - \omega$ SST - модель. Подводя итог модельным уравнениям модели $k - \omega$ SST, таковы:

Кинетическая энергия турбулентности:

$$\frac{\partial k}{\partial t} + u_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = P_k - \beta^* k \omega + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \sigma_k v_T) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] \quad (9)$$

Удельная скорость рассеяния:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + u_j \frac{\partial \omega}{\partial x_j} = \alpha S^2 - \beta \omega^2 + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \sigma_\omega v_T) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + 2(1 - F_1) \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_i} \frac{\partial \omega}{\partial x_i} \quad (10)$$

Кинематическая вихревая вязкость:

$$v_T = \frac{\alpha_1 k}{\max(\alpha_1 \omega, S F_2)} \quad (11)$$

Коэффициенты замыкания и вспомогательные соотношения:

$$F_2 = \tanh \left[\left[\max \left(\frac{2\sqrt{k}}{\beta^* \omega y}, \frac{500\nu}{y^2 \omega} \right) \right]^2 \right] \quad (12)$$

$$P_k = \min \left(\tau_{ij} \frac{\partial U_i}{\partial x_j}, 10\beta^* k \omega \right) \quad (13)$$

$$F_1 = \tanh \left\{ \left[\min \left[\max \left(\frac{\sqrt{k}}{\beta^* \omega y}, \frac{500\nu}{y^2 \omega} \right), \frac{4\sigma_{\omega 2} k}{CD_{k\omega} y^2} \right] \right]^4 \right\} \quad (14)$$

$$CD_{k\omega} = \max \left(2\rho \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_i} \frac{\partial \omega}{\partial x_i}, 10^{-10} \right) \quad (15)$$

$$\alpha_1 = \frac{5}{9}, \quad \alpha_2 = 0.44 \quad \beta_1 = \frac{3}{40}, \quad \beta_2 = 0.0828$$

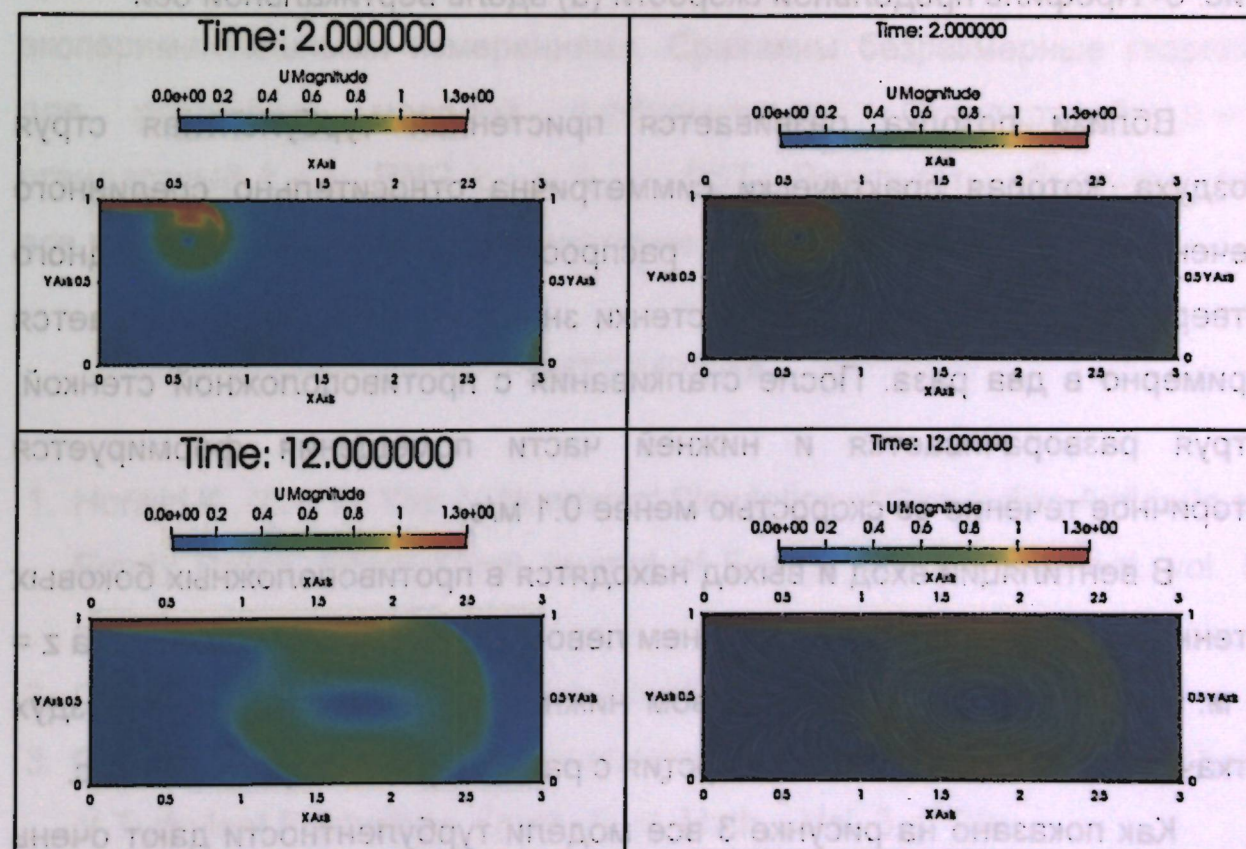
$$\beta^* = \frac{9}{100}, \quad \sigma_{k1} = 0.85 \quad \sigma_{k2} = 1 \quad \sigma_{\omega 1} = 0.5 \quad \sigma_{\omega 2} = 0.856 \quad (17)$$

4. RNG $k - \varepsilon$ - модель. Более современная версия $k - \varepsilon$ - модели турбулентности предложена в работах [4-5]. Эта модель использует те же уравнения (1-2) что и стандартная $k - \varepsilon$ - модель турбулентности, но с другими коэффициентами:

$$C_\mu = 0.085; \quad C_{\varepsilon 1} = 1.42; \quad \widetilde{C}_{\varepsilon 2} = 1.68; \quad \sigma_k = 0.72; \quad \sigma_\varepsilon = 0.72. \quad (18)$$

$$C_{\varepsilon 2} = \widetilde{C}_{\varepsilon 2} + \frac{C_\mu \lambda^3 (1 - \frac{\lambda}{\lambda_0})}{1 + \beta \lambda^3}; \quad \lambda = \frac{k}{\varepsilon} \sqrt{2S_{ij}S_{ji}}; \quad \beta = 0.012; \quad \lambda_0 = 4.38 \quad (19)$$

Результаты и обсуждения. Структура течения в помещении показано на рисунке 3, на котором в нескольких сечениях помещения приведены поля модуля скорости. Как показано входной поток всасывается в палату и изгибается к земле. В ходе расчетов был определен профиль продольной скорости (u) вдоль вертикальной оси в двух точках $x = 1H$ и $2H$, а предыдущее вычислительное исследование также было выполнено Zuo и Chen [6].



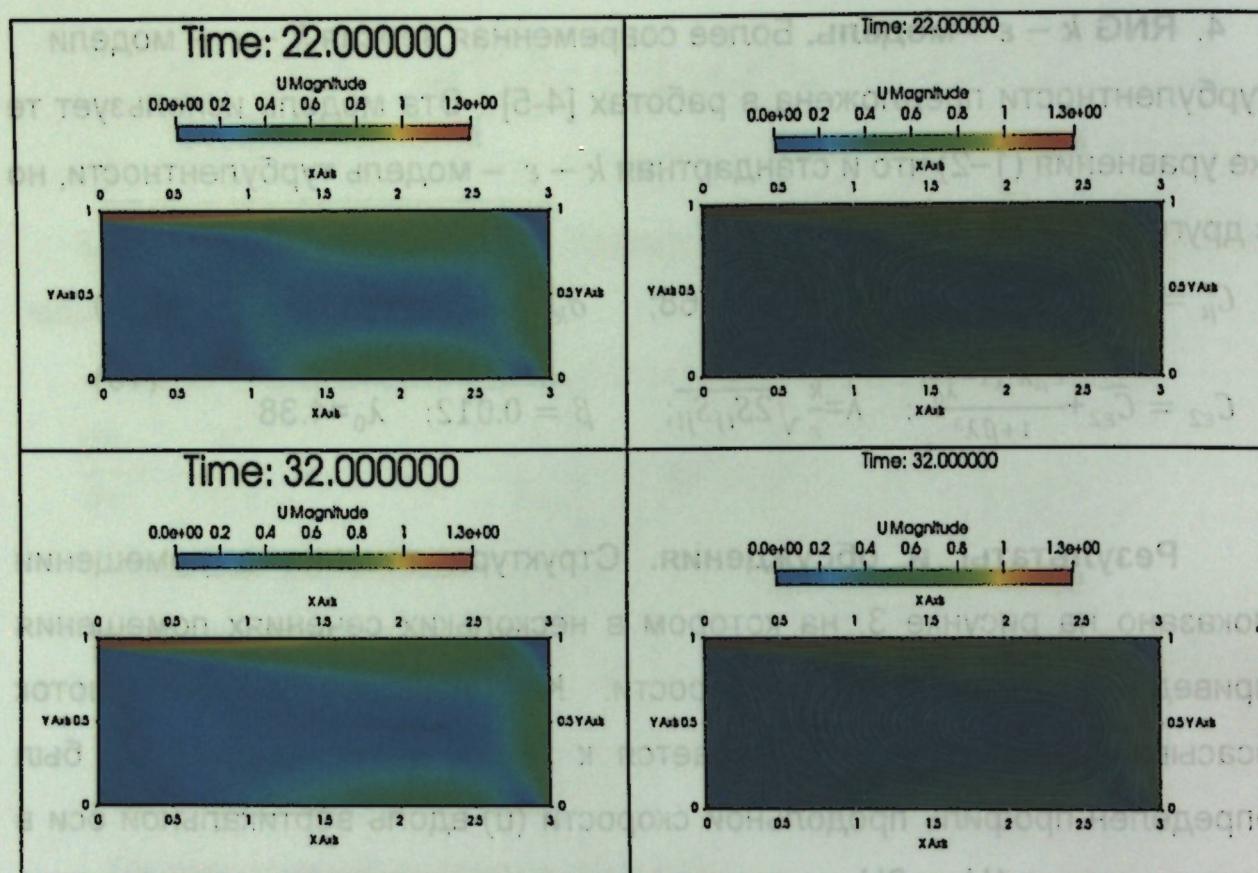


Рис. 3- Профиль продольной скорости (u) вдоль вертикальной оси

Вблизи потолка развивается пристенная турбулентная струя воздуха, которая практически симметрична относительно срединного сечения помещения. По мере распространения струи от входного отверстия до противоположной стенки значения скорости уменьшается примерно в два раза. После столкновения с противоположной стенкой, струя разворачивается и нижней части помещения формируется вторичное течение со скоростью менее 0.1 м/с.

В вентиляции вход и выход находятся в противоположных боковых стенках. Вход расположен в верхнем левом углу на боковой стенке на $z = 6$ м. Выходное отверстие в правом нижнем углу. Загрязненный воздух откачивается из выходного отверстия с равномерной скоростью 1 м/с.

Как показано на рисунке 3 все модели турбулентности дают очень близкие результаты к экспериментальным данным в 2D модели. В рамках

этих выходных данных стандартные результаты k- ω и SST незначительно отличаются от других результатов.

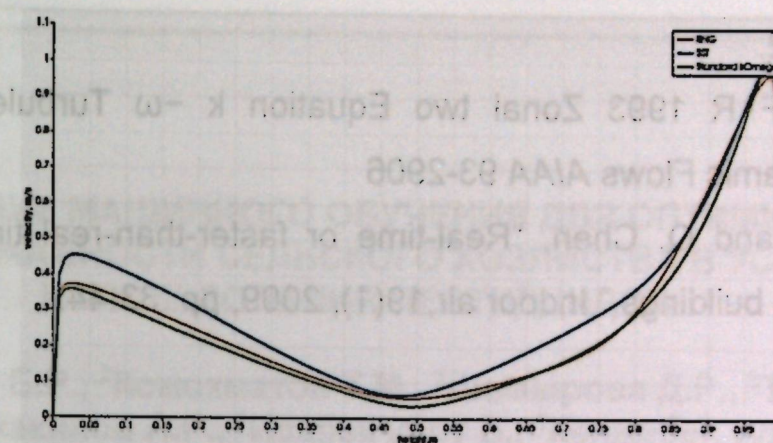


Рис. 3 – Безразмерное распределение скоростей

Выводы. Было проведено численное моделирование турбулентное течения воздуха в помещении с помощью пакета OpenFOAM и представленные результаты хорошо согласуются с доступными экспериментальными измерениями. Сравнены безразмерные скорости для различных моделей турбулентности: Стандартный $k - \epsilon$, стандартный $k - \omega$, RNG $k - \epsilon$, $k - \omega$ SST. Результаты объясняют, что все модели турбулентности дают почти одинаковые результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Horikiri K., Yao Y., Yao J., Numerical Simulation of Convective Airflow in an Empty Room, International Journal of Energy and Environment, vol. 5, issue 4, 2011
2. OpenFOAM User Guide version 6.0 (2018)
3. Chou P.Y. On the Velocity Correlations and the Solution of the Equations of Turbulent Fluctuation. Quart. Appl. Math., Vol. 3, p. 38.

4. Jones W.P. The prediction of laminarization with a two equation model of turbulence. Jones W.P., Launder B.E. Int. J. Heat Mass Transfer, 15:301-314, 1972.
5. Menter F R 1993 Zonal two Equation $k-\omega$ Turbulence Models for Aerodynamic Flows AIAA 93-2906
6. W. Zuo and Q. Chen, "Real-time or faster-than-real time simulation of airflow in buildings," Indoor air, 19(1), 2009, pp. 33-44.

УДК:517.534

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАДАЧ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

¹Сабитов Б.Р., ²Кожокматов Т.М., ²Шамырова Д.Р., ³Турдубаева А.Б., ¹Джакипов А.Р., ¹Исабек уулу Б., ¹Кенжебек уулу А., ¹Ма-Тянь -Ю. Р.
¹КНУ им. Ж.Баласагына, ²КГТУ им. И. Раззакова, ³КРСУ им.Б.Ельцина

В данной работе изучается важная задача сельского хозяйства повышение качества урожайности с умеренным использованием пестицидов. Особенно важно учитывать массовое производство фермерами и сельхозпроизводителями продуктов сельского хозяйства. Одной из важных задач в данном случае является управления качеством производимой продукции. Изучается возможность применения алгоритмов машинного обучения к широкому кругу задач сельского хозяйства.

Ключевые слова: прогнозирование урожайности, искусственные нейронные сети, модель многослойного персептрона, линейная регрессия, метод опорных векторов.

ПЕСТИЦИДДЕРДИ КОЛДОНУУ АРТЫНДА АЙЫЛ ЧАРБА ТҮШҮМҮ МАКСАТТАРЫН ОПТИМАЛАШТЫРУУ ҮЧҮН МАШИНА ҮЙРӨНҮҮНҮ КОЛДОНУУ

¹Сабитов Б.Р., ²Кожокматов Т.М., ²Шамырова Д.Р., ³Турдубаева А.Б.,
¹Джакипов А.Р., ¹Исабек уулу Б., ¹Кенжебек уулу А., ¹Ма-Тян-Ю. Р.

¹КНУ им. Ж.Баласагына, ²КМТУ им. И.Раззакова, ³Б.Ельцин атындагы КРСУ

Бул макалада айыл чарбасынын маанилуу милдети — пестициддерди нормалдуу пайдалануу менен тушумдун сапатын жогорулатуу болуп саналат. Айрыкча дыйкандардын жана айыл чарба продук-цияларынын вндуруштук масса-сын эсепке алуу маанилуу. Мында маанилуу милдеттердин бири продукциянын сапатын башкаруу болуп

саналат. Машина менен уйренуунун алгоритмдерин айыл чарба проблемаларынын кенири чейресуне колдонуу мумкунчулугу изилденип жатат.

Баштапкы сөздөр: түшүмдү болжолдоо, жасалма нейрон түйүндөрүү, көп катмарлуу перцептрон модели, сызыктуу регрессия, колдоо вектордук ыкма.

APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO OPTIMIZE AGRICULTURAL YIELD OBJECTIVES UNDER PESTICIDE USE

¹Sabitov B.R., ²Kozhokmatov T.M., ²Shamyrova D.R., ³Turdubaeva A.B., ¹Dzhakipov A.R., ¹Isabek uulu B., ¹Kenzhebek uulu A., ¹Ma-Tian-Yu. R.

¹KNU im. Zh. Balasagyna, ² KSTU im. I. Razzakova, ³ B. Yeltsin KRSU

In this paper, the important task of agriculture is to improve the quality of yields with moderate use of pesticides. It is especially important to take into account the mass production of agricultural products by farmers and agricultural producers. One of the important tasks in this case is product quality management. The possibility of applying machine learning algorithms to a wide range of agricultural problems is being studied.

Keywords: yield prediction, artificial neural networks, multilayer perceptron model, linear regression, support vector machine.

Введение

Прогнозирование урожайности является важнейшей задачей исследований по оптимизации и интенсификации сельскохозяйственного производства. Точное предвидение природных условий на год вперед может оказать существенное влияние на управленческие решения, касающиеся выбора культур, размещения в севооборотах, применяемых агротехнических приемов и долгосрочного планирования землепользования. Одним из наиболее важных аспектов точного земледелия является устойчивость. Новизна этого исследования заключается в том, чтобы доказать влияние параметров окружающей среды температуры, пестицидов и осадков на устойчивое сельское хозяйство и экономическую эффективность на уровне посевных площадей регионов республики. Кроме того, прогнозирование будущих

значений урожайности основных культур для 7 регионов. Исследованию рассматривается использование метода опорных векторов машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ) для оценки влияния факторов окружающей среды и агротехнических параметров на урожайность сельскохозяйственных культур и прогнозирования урожайности. С помощью искусственных нейронных сетей (ИНС) была построена высокоэффективная модель многослойного персептрона (MLP) для точного прогнозирования урожайности, температуры, инсектицидов и осадков на основе данных об окружающей среде. Набор данных собран из разных регионов республики, включая температуру, пестициды, количество осадков и урожайность пшеницы. В этом исследовании мы использовали линейную регрессию, метод опорных векторов и нейронные сети для точного прогнозирования урожайности, температуры, инсектицидов и осадков на основе данных об окружающей среде.

Пестициды незаменимы в сельскохозяйственном производстве. Они использовались фермерами для борьбы с сорняками и насекомыми, и сообщалось о значительном увеличении их количества в сельскохозяйственной продукции. Около трети сельскохозяйственной продукции производится в зависимости от применения пестицидов. Без использования пестицидов потери урожая фруктов составили бы 78 %, урожая овощей — 54 %, а урожая зерновых — 32 %.

Таким образом, пестициды играют решающую роль в снижении заболеваемости и повышении урожайности во всем мире. Таким образом, необходимо обсудить процесс развития сельского хозяйства; историческая перспектива, типы и особенности использования пестицидов; и поведение пестицидов, его загрязнение и неблагоприятное воздействие на природную среду. Обзорное исследование показывает, что развитие сельского хозяйства во многих местах мира имеет долгую

историю. Историю использования пестицидов можно разделить на три периода времени. Пестициды классифицируются по различным классификационным терминам, таким как химические классы, функциональные группы, способы действия и токсичность. Пестициды используются для уничтожения вредителей и борьбы с сорняками с использованием химических ингредиентов; следовательно, они также могут быть токсичными для других организмов, включая птиц, рыб, полезных насекомых и нецелевые растения, а также для воздуха, воды, почвы и сельскохозяйственных культур. Кроме того, загрязнение пестицидами удаляется от целевых растений, что приводит к загрязнению окружающей среды. Такие химические остатки воздействуют на здоровье человека через загрязнение окружающей среды и пищевых продуктов. Кроме того, факторы, связанные с изменением климата, также влияют на применение пестицидов и приводят к увеличению использования пестицидов и загрязнению пестицидами. Таким образом, этот обзор предоставит научную информацию, необходимую для применения пестицидов и управления ими в будущем.

Методы исследования.

Целевая переменная: урожайность/площадь.

Модель прогнозирования: линейная регрессия, SVR, ANN

Понимание данных: отсутствующие данные, выбросы, корреляция, выбор признаков, конечная нелинейная функция выглядит следующим образом:

$$\frac{\text{Урожай}}{\text{Площадь}} = F$$

(вода, ультрафиолетовая излучение, удобрения, пестициды, регионы, категории), где F сигмоидальная функция нейронной сети.

В случае линейной модели, коэффициент линейной модели указывает, какие функции оказывают наибольшее влияние на результат

прогнозирования. Например, пестициды в квадрате имеют самый сильный эффект, а область пересечения 2 (фиктивная переменная) имеет самый слабый эффект.

Эта работа организована следующим образом: Сначала данные считываются и исследуются. Затем выполняется очистка данных. Затем исследуются и сравниваются различные методы моделирования. Для работы с базами данных устанавливаем следующий необходимый пакет программ. Здесь мы включили обычный пакет работы с графикой, представление элементов базы данных в массивы данных и работы с базами данных. Установили, также необходимый пакет sklearn с соответствующими библиотеками работы с базами данных, алгоритмами линейной регрессии и метода опорных векторов. Отдельно установлено пакеты keras и tensorflow для работы с нейронными сетями. Вот пакет установленных библиотек.

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from scipy import stats
import seaborn as sns
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.model_selection import cross_val_score
from sklearn.model_selection import KFold
from sklearn.svm import SVR
from sklearn.feature_selection import RFECV
from keras.models import Sequential
from keras.layers.core import Dense, Activation
from keras.callbacks import EarlyStopping
from keras.callbacks import ModelCheckpoint
from keras.wrappers.scikit_learn import KerasRegressor
import tensorflow as tf
```

Рис.1. Список, установленных библиотек.

Для работы с базами данных и ее предварительной обработки и загружаем данные.

	id	water	uv	area	fertilizer_usage	yield	pesticides	region	categories
0	169	5.615	65.281	3.230	0	7.977	8.969	0	b,a,c
1	476	7.044	73.319	9.081	0	23.009	7.197	0	c,a,d
2	152	5.607	60.038	2.864	2	23.019	7.424	0	d,a
3	293	9.346	64.719	2.797	2	28.066	1.256	0	d
4	10	7.969	NaN	5.407	1	29.140	0.274	0	c,d

Рис .2. Данные

Основные признаки базы данных следующие.

1. Вода: У воды был выброс данных, который был удален. Среднее количество воды, полученное гектаром (используется в исходной форме, имеет выброс в id 586 или строку 38)
2. Ультрафиолет -uv: Среднее количество света, получаемого гектаром (используется в исходной форме). Кажется, что у них нет никакой корреляции между урожайностью.
3. Удобрения использование: уровень удобрения (используется в исходной форме, мы предполагаем, что эти уровни кратны постоянному значению)
4. Пестициды: Количество пестицидов, использованных на гектар (используется в исходной форме)
5. Регион: код региона (6 фиктивных переменных (существует 7 регионов) определены для представления каждого региона)
6. Категории: список используемых пестицидов через запятую.
7. Зависимая прогнозируемая переменная определяется следующим образом:

Урожайность на гектар=общий урожай, разделенный на площадь фермы в гектарах.

Некоторые корреляционные связи между функцией и целевыми переменными:

На основе структуры базы данных, возможные отношения между каждой функцией и выходными данными следующие:

1. Вода: линейная
2. УФ-ультрафиолет: Нет видимой корреляции
3. Использование удобрения: линейное
3. Пестициды: Квадрат
4. Регион: рассматривается как фиктивная переменная
5. Категории: Считаются фиктивными переменными

Наш общий модель теперь будет иметь следующий вид:

Урожайность/площадь= f (вода, ультрафиолет, удобрения_использование, пестициды, регион, категории).

Результаты исследования. Приведем результаты прогнозирования алгоритмов линейной регрессии, метода опорных векторов и нейронной сети.

Гистограмма процента ошибки прогнозирования линейной регрессии

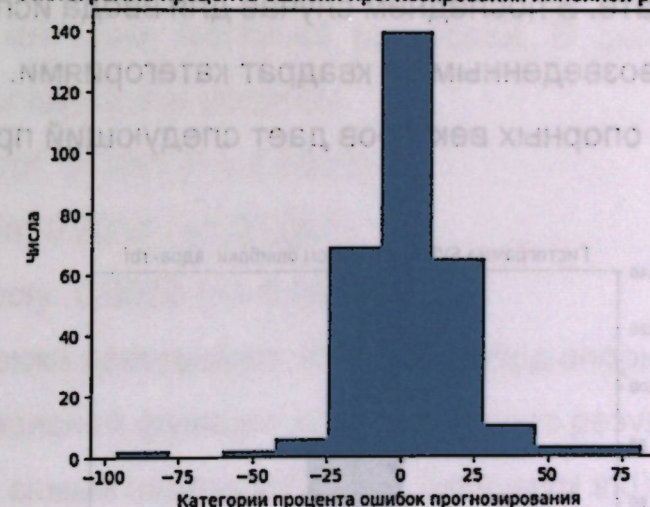


Рис.3. Гистограмма прогнозирования ошибки при линейной регрессии.

Теперь приведем сравнение линейной регрессии с точными данными.

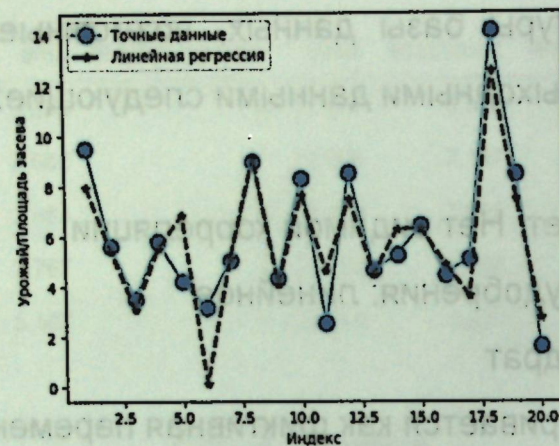


Рис.4. Прогнозирование при линейной регрессии.

Ошибка алгоритма MSE -со всеми исходными данными следующая:

0.0109 (+/- 0.0017)

R^2 - модели: 0.7020 (+/- 0.0618)

Значение г-квадрата, равное 0,7, означает, что линейная зависимость недействительна. В следующем методе ультрафиолет uv заменяется категориями в квадрате. В последнем случае для ввода используются все исходные данные с возведенными в квадрат категориями.

Применение метода опорных векторов дает следующий процент ошибки результата.

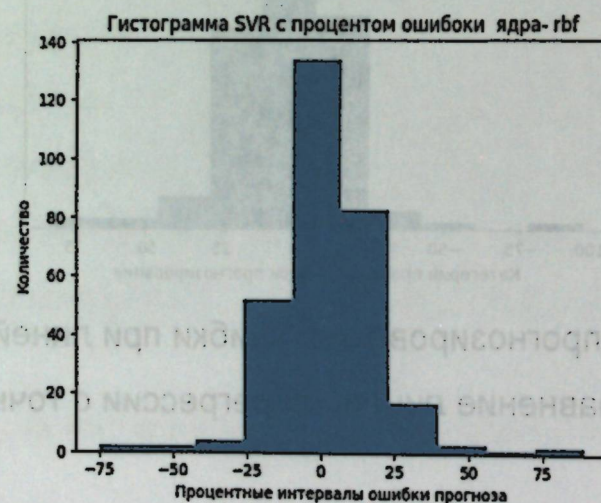


Рис.5. Гистограмма прогнозирования ошибки при использовании алгоритма метода опорных векторов.

Сравним прогнозируемые данные с точными значениями методом опорных векторов.

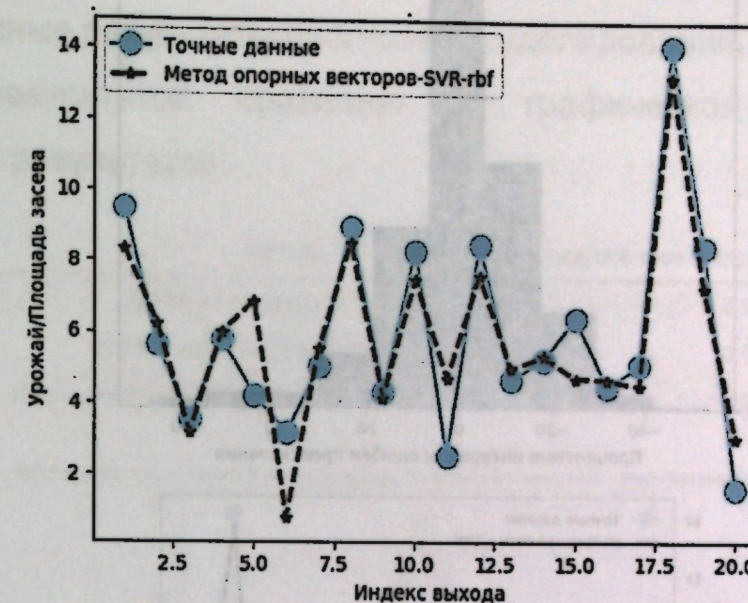


Рис.6. Прогнозирование методом опорных векторов.

Из сравнительного графика видно, что данный метод лучше подходит по сравнению с методом линейной регрессии. В данном случае ошибки варьируются следующим образом

MSE для svr_rbf: 0.0046 (+/- 0.0003)

MSE для svr_lin: 0.0054 (+/- 0.0007)

MSE для svr_poly: 0.0050 (+/- 0.0006)

Результаты, также показывают, что SVR-метод опорных векторов с ядром радиальной базисной функции дает наилучшие результаты, наименьшую ошибку MSE и самый надежный метод (минимум std). Поэтому в качестве представителя выберем SVR с ядром rbf из этой группы.

Теперь перейдем более совершенному методу — искусственным нейронным сетям. Ниже приведены результаты реализации ИНС

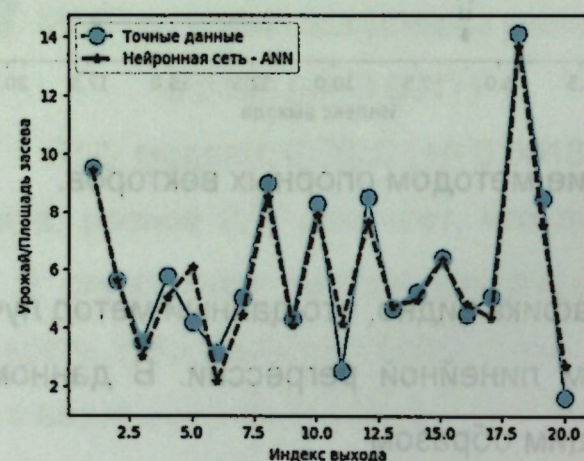
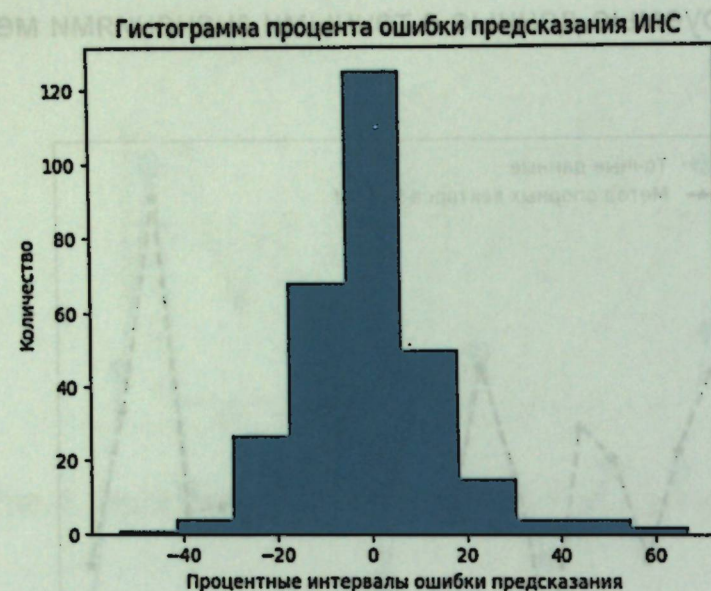


Рис.7. Гистограммы интервалов ошибки и прогнозирование искусственными нейронными сетями (ИНС).

В данном случае ИНС обучается моделировать систему. Сети имеют три средних скрытых слоя с 20 нейронами. Функции активации выбраны как сигмоидальные, и используется пакет Keras. Ошибка MSE составляет:

Ошибка MSE для ИНС составляет 0.0051 (+/- 0.0016)

Сравнение моделей

Теперь сравним все методы. Здесь сравниваются результаты лучшей модели каждого раздела. Как видно из таблицы ниже, ANN дает лучший прогноз, а SVR_rbf — самый надежный метод.

В данном случае можно использовать и другие методы, такие как случайный лес или градиентный бустинг. Они могут дать более результативные результаты прогноза и моделирования. Ниже приведены таблица результатов сравнения и графическое представление полученных результатов:

	Методы	MSE	Среднеквадратичное отклонение
0	Линейная регрессия	0.005316	0.000345
1	Метод опорных векторов	0.004604	0.000132
2	Искусственный нейронный сеть	0.004804	0.000220

Гистограмма процента ошибки предсказания моделей машинного обучения (тестовые данные)

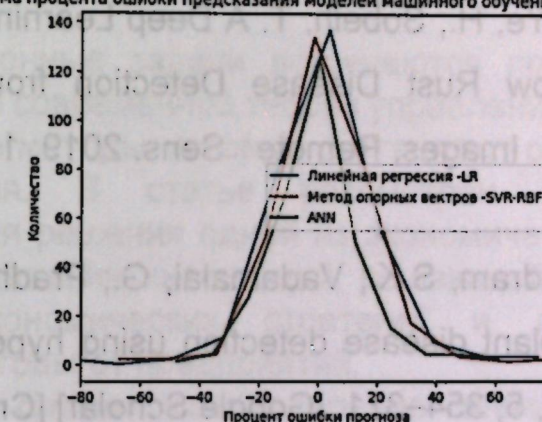


Рис.8. Сравнение результатов прогнозирования машинным обучением и искусственными нейронными сетями (ИНС).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой работе использовались различные методы машинного обучения для моделирования урожайности на основе таких характеристик, как вода, пестициды, солнечная радиация, естественные удобрения, пестициды. Были реализованы и сравнено несколько методов. Модели отсортированы от самых простых алгоритмов машинного обучения до самых сложных использованных нейронных сетей, и все они были хорошо обучены. Коэффициент линейной модели указывает, какие функции оказывают наибольшее влияние на результат. Например, пестициды в квадрате имеют самый сильный эффект

коэффициента корреляции. Некоторые фиктивные переменные как ультрафиолет, а регионы имеют самый слабый эффект корреляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Polder, G.; Blok, P.M.; de Villiers, H.A.C.; van der Wolf, J.M.; Kamp, J. Potato Virus Y Detection in Seed Potatoes Using Deep Learning on Hyperspectral Images. *Front. Plant Sci.* 2019, 10. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
2. Zhang, X.; Han, L.; Dong, Y.; Shi, Y.; Huang, W.; Han, L.; González-Moreno, P.; Ma, H.; Ye, H.; Sobeih, T. A Deep Learning-Based Approach for Automated Yellow Rust Disease Detection from High-Resolution Hyperspectral UAV Images. *Remote Sens.* 2019, 11, 1554. [Google Scholar] [CrossRef]
3. Golhani, K.; Balasundram, S.K.; Vadamalai, G.; Pradhan, B. A review of neural networks in plant disease detection using hyperspectral data. *Inf. Process. Agric.* 2018, 5, 354–371. [Google Scholar] [CrossRef]

УДК: 51-7+004.021 (045)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аширбаев Б. Ы., Алымбаева Ж.А., Жармат к. Б.

Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б. Н. Ельцина
Кыргызский Государственный Технический Университет им. И.Раззакова

Оптимизационные задачи встречаются почти во всех отраслях науки и техники. В современной теории управления широко используются оптимизационные методы, которые составляют основу математического программирования. В статье рассмотрен метод динамического программирования решения одной из экономических задач, а именно – задачи о распределении инвестиций, решающей проблему нахождения оптимальных экономических стратегий и получения при этом максимальной выгоды от предприятий.

Ключевые слова: распределение инвестиций, динамическое программирование, функциональные уравнения, условная оптимизация, безусловная оптимизация.

ИНВЕСТИЦИЯЛАРДЫ ОПТИМАЛДЫК БӨЛҮШҮҮ МАСЕЛЕСИН ДИНАМИКАЛЫК ПРОГРАММАЛОО МЕТОДУ МЕНЕН ЧЕЧҮҮ

Аширбаев Б. Ы., Алымбаева Ж.А., Жармат к. Б.

Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университети
Исхак Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Оптималдаштыруу көйгөйлөрү илим менен техниканын дээрлик бардык тармактарында кездешет. Заманбап башкаруу теориясында математикалык программалоонун негизин түзгөн оптималдаштыруу ыкмалары кеңири колдонулат. Макалада экономикалык маселелердин бирин чечүү үчүн динамикалык программалоо ыкмасы каралат, атап айтканда, оптималдуу экономикалык стратегияларды табуу жана ишканалардан максималдуу пайда алуу маселесин чечүүчү инвестицияларды бөлүштүрүү маселеси.

Баштапкы сөздөр: инвестицияларды бөлүштүрүү, динамикалык программалоо, функционалдык теңдеме, шарттуу оптималдаштыруу, шартсыз оптималдаштыруу.

SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF INVESTMENTS BY THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD

Ashirbaev B. Y., Alymbaeva Zh.A., Zharmat K. B.

Kyrgyz-Russian Slavic University named after B. N. Yeltsin

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

Optimization problems encountered in almost all branches of science and technology. In modern control theory, optimization methods are widely used, which form the basis of mathematical programming. The article considers a method of dynamic programming for solving one of the economic problems, namely, the problem of the distribution of investments, which solves the problem of finding optimal economic strategies and obtaining the maximum benefit from enterprises.

Keywords: distribution of investments, dynamic programming, functional equations, conditional optimization, unconditional optimization.

Введение. Для решения многих задач оптимизации, включающих большое число переменных и ограничений в виде неравенства, классический аппарат математики оказался непригодным. В результате пришла идея разбивать задачу большой размерности на подзадачи, включающих всего по несколько переменных, и последующего решения общей задачи по частям. Именно эта идея стала основой при создании метода динамического программирования.

В основе метода динамического программирования лежит принцип оптимальности, впервые сформулированный в 1953 г. американским математиком Р. Э. Беллманом: каково бы ни было состояние системы в результате какого-либо числа шагов, на ближайшем шаге нужно выбирать управление так, чтобы оно в совокупности с оптимальным управлением на всех последующих шагах приводило к оптимальному выигрышу на всех оставшихся шагах, включая выигрыш на данном шаге.

При решении задачи на каждом шаге выбирается управление, которое

должно привести к оптимальному выигрышу. Если считать все шаги независимыми, тогда оптимальным управлением будет то управление, которое обеспечит максимальный выигрыш именно на данном шаге [1].

Постановка задачи. Инвестор выделяет средства в размере D условных единиц, которые должны быть распределены между n предприятиями. Каждое i -тое предприятие при инвестировании в него средств x_i приносит прибыль $f_i(x_i)$ условных единиц, $i=1...n$. Нужно выбрать оптимальное распределение инвестиций между предприятиями, обеспечивающее максимальную прибыль.

Решение задачи. Обозначим x_i капиталовложение в i -тое предприятие, тогда целевая функция (ЦФ) примет вид представленный в формуле (1).

$$F = \sum_{i=1}^n f_i(x_i) \rightarrow \max \quad (1)$$

Ограничение объёма средств (D , денежных единиц) равняется сумме объёмов средств на каждом из предприятий, а объём средств на каждом предприятии должен быть больше или равен нулю (2).

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i = D \\ x_i \geq 0 \quad (\forall i \in n) \end{cases} \quad (2)$$

В методе динамического программирования, на первом этапе решения задачи, называемом *условной оптимизацией*, определяются функция Беллмана и оптимальные управления для всех возможных состояний на каждом шаге, начиная с последнего в соответствии с алгоритмом обратной прогонки. На последнем, n -м шаге, оптимальное управление определяется функцией Беллмана, а дальнейшие вычисления производятся согласно рекуррентному соотношению, связывающему функцию Беллмана на каждом шаге с этой же функцией, но вычисленной на предыдущем шаге.

$$\begin{cases} F(S) = \max\{W_k(S, x_k)\} & x_k \in X \\ F_k(S) = \max\{W_k(S, x_k) + F_{k+1}(S_1(S, x_k))\} & x_k \in X \end{cases} \quad (3)$$

Безусловная оптимизация. После того, как функция Беллмана и соответствующие оптимальные управления найдены для всех шагов с n -го по первый, осуществляется второй этап решения задачи, называемый безусловной оптимизацией. Пользуясь тем, что на первом шаге состояние системы известно – это ее начальное состояние S_0 , можно найти оптимальный результат за все n шагов и оптимальное управление на первом шаге x_1 , которое этот результат доставляет. После применения этого управления система перейдет в другое состояние $S_1(S, x_1^*)$, зная которое, можно, пользуясь результатами условной оптимизации, найти оптимальное управление на втором шаге x_1^* , и так далее до последнего n -го шага [2, 3].

Пример. На развитие трех предприятий выделено 5 у.д.е (условных денежных единиц). Известна эффективность капитальных вложений в каждое предприятие, заданная значением нелинейной функции $f_i(x_i), i = 1, 2, 3$ представленной в табл. 1. Необходимо распределить выделенные средства между предприятиями таким образом, чтобы получить максимальный суммарный доход.

Таблица 1.

Объем инвестиций x_i	Ожидаемая прибыль предприятия		
	f_1	f_2	f_3
0	0	0	0
1	2	1	3
2	4	2	6
3	6	6	8
4	8	10	9
5	10	12	10

Условная оптимизация. На основании метода динамического программирования [2, 3] для решения задачи строится динамические таблицы. Количество этих таблиц будет на единицу меньше чем число предприятий.

Сначала определим оптимальную стратегию распределения денежных средств между первым и вторым предприятием. Для этого

построим промежуточную динамическую таблицу (таблица 2) выполняя следующие действия:

1. Значения x_1 и x_2 заносим в первую строку и в первый столбец таблицы (они могут принимать целочисленные значения от 0 до 5 включительно).
2. Во второй столбец и во вторую строку заносим заданные значения прибыли $f_1(x_1)$ и $f_2(x_2)$ соответственно.
3. В последующих строках таблицы записываются суммы $f_1(x_1) + f_2(x_2)$ т.е. общая прибыль для различного распределения между первым и вторым предприятием, с учетом того, что сумма инвестируемых средств должна быть строго равна 5 у. д. е.
4. Выберем максимальный прибыль для определенной суммы инвестирования (из каждого диагонального блока) и заносим их в последний столбец таблицы. На основе всего этого получим таблицу 2.

Таблица 2.

$x_1 \backslash x_2$	0	1	2	3	4	5	
$f(x_1) \backslash f(x_2)$	0	1	2	6	10	12	$\max\{f(x_1), f(x_2)\}$
0	0	1	2	6	10	12	0
1	2	2	3	4	8	12	$\max\{2, 1\} = 2$
2	4	4	5	6	10	-	$\max\{4, 2\} = 4$
3	6	6	7	8	-	-	$\max\{6, 5, 4, 6\} = 6$
4	8	8	9	-	-	-	$\max\{8, 7, 6, 8, 10\} = 10$
5	10	10	-	-	-	-	$\max\{10, 9, 8, 10, 12, 12\} = 12$

Теперь определим оптимальную стратегию распределения денежных средств между третьим и двумя другими предприятиями. Для этого построим итоговую динамическую таблицу (таблица 3) выполняя следующие действия:

1. Значения $x_1 + x_2$ и x_3 заносим в первую строку и в первый столбец таблицы (они могут принимать целочисленные значения от 0 до 5 включительно).
2. Во второй столбец заносим определенные значения максимальной прибыли из последнего столбца предыдущей таблицы, а во вторую строку заданные значения $f_3(x_3)$.
3. В последующих строках таблицы записываются суммы $f_1(x_1) + f_2(x_2) + f_3(x_3)$ т.е. общая прибыль для различного распределения между третьим и двумя другими предприятиями, с учетом того, что сумма инвестируемых средств должна быть строго равна 5 у. д. е.
4. Выберем максимальный прибыль для определенной суммы инвестирования (из каждого диагонального блока) и заносим их в последний столбец таблицы. На основе всего этого получим таблицу 3.

Таблица 3.

$x_1 + x_2$	x_3	0	1	2	3	4	5	
$f(x_3)$	0	0	3	6	8	9	10	$\max\{f(x_1) + f(x_2) + f(x_3)\}$
0	0	0	3	6	8	9	10	0
1	2	2	5	8	8	11	-	$\max\{2,3\} = 3$
2	4	4	7	10	12	-	-	$\max\{4,5,6\} = 6$
3	6	6	9	12	-	-	-	$\max\{6,7,8,9\} = 8$
4	10	10	13	-	-	-	-	$\max\{10,9,10,8,9\} = 10$
5	12	12	-	-	-	-	-	$\max\{12,13,12,12,11,10\} = 13$

На этом этап условной оптимизации завершен. Приступаем к безусловной оптимизации.

Безусловная оптимизация. Из таблицы 3 получаем, что максимальный инвестиционный доход 13 у. д. е. получается при $x_1 + x_2 = 4$ и $x_3 = 1$. На основе таблицы 2 определяем величину оставшихся денежных средств, приходящуюся на долю первого и второго предприятия. На этом этапе максимальный инвестиционный доход 12 у. д. е. получается при $x_1 = 0$ и $x_2 = 4$. Таким образом, оптимальное

решение задачи построено, этап безусловной оптимизации метода динамического программирования завершен. Для достижения максимальной суммарной ожидаемой прибыли по всему производственному объединению равной 13 у. д. е. следует не выделять средств первому предприятию, второму предприятию следует выделить 4 у. д. е, а третьему предприятию — 1 у. д. е.

Заключение. Инвестиционная деятельность, в той или иной степени, присуща любому предприятию, поскольку она представляет собой один из наиболее важных аспектов его функционирования: как инвестиционные решения часто неразрывно связаны с остальными видами деятельности компаний. При решении данных задач целесообразно использовать модели динамического программирования, которые позволяют оптимизировать стандартный подход использованием информационных технологий. Основное достоинство принципа оптимальности в том, что он позволяет свести задачу с большим числом измерений к более простому виду и решать конкретную задачу не изолированно, а во взаимосвязи со множеством подобных задач. Данная оценка эффективности инвестиционных проектов носит рекомендательную характеристику и служит инструментом поддержки принятия управленческого решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман; под редакцией Н.Н. Воробьева - Москва: Издательство иностранной литературы, 1960. - 549 с.
2. Лежнев А. В. Динамическое программирование в экономических задачах: учебное пособие / А. В. Лежнев. — 3-е изд. (эл.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. -179 с.
3. Окулов, С.М. Динамическое программирование / С.М. Окулов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2018. - 136 с.

УДК 532.54

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ОБТЕКАНИЯ ДВУМЕРНОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ

Турганбаева А. Б.

Ошский государственный педагогический университет, г.Ош

В данной работе проведено исследование возможностей двухпараметрических моделей турбулентности при моделировании обтекания плоской пластины и двумерной модели местности. Математическую основу моделирования составляют осреднённые по Рейнольдсу стационарные уравнения Навье-Стокса. Численное решение основных уравнений проведено при помощи пакета OpenFOAM. Сравнение результатов численных расчетов с соответствующими экспериментальными данными позволяет сделать вывод о том, лучшее согласие по профилям скорости и размеру зоны обратных токов соответствует имплементированной в пакет OpenFoam RNG k-ε-модели турбулентности.

Ключевые слова: пристеночные функции, OpenFoam, simpleFoam, отрыв потока, k-ε- RNG модель, k-ω модель.

ЭКИ ӨЛЧӨМДҮҮЛҮКТҮН АЙЛАНАСЫНДАГЫ ТУРБУЛЕНТТҮҮ АГЫМДЫН ЖЕРГИЛИКТҮҮ МОДЕЛДЕРИ

Турганбаева А. Б.

Ош мамлекеттик педагогикалык университети, Ош ш.

Бил иште жалпак пластинанын жана жер бетинин эки өлчөмдүү моделинин айланысындагы агымдарды моделдештирүү учурундагы турбуленттүүлүктүн эки параметрлүү моделдеринин мүмкүнчүлүктөрүн изилдөө каралды. Моделдештирүүнүн математикалык негизин Рейнольдстун ыкмасы менен ортолоштурулган Навье-Стокстун тендемелери түздү. Негизги тендемелерди сандык чечүү OpenFOAM пакетинин жардамында жүргүзүлдү. Тескери агымдын узундугу жана ылдамдыктын профили боюнча мыкты дал келүүчүлүктү OpenFOAM пакетине киргизилген турбуленттүүлүктүн RNG k-ε-модели камсыз кылары сандык эсептөөлөрдүн жыйынтыктарын эксперименталдык берилгендер менен салыштыруу көрсөттү.

Баштапкы сөздөр: дубалга жакын функциялар, OpenFoam, simpleFoam, агымдын ажыроосу, k-ε- RNG модель, k-ω модель.

MODELING OF TURBULENT FLOW AROUND A TWO-DIMENSIONAL TERRAIN MODEL

Turganbaeva A.B.

Osh State Pedagogical University, Osh, Kyrgyz Republic

In this paper, the capabilities of two-parameter turbulence models for modeling the flow around a flat plate and a two-dimensional terrain model are investigated. The mathematical basis of the simulation is based on the Reynolds-averaged stationary Navier-Stokes equations. The numerical solution of the basic equations was carried out using the OpenFOAM package. Comparison of the results of numerical calculations with the corresponding experimental data allows us to conclude that the good agreement on the velocity profiles and the size of the reverse current zone corresponds to the k-ε- RNG turbulence model implemented in the OpenFOAM package.

Keywords: wall functions, OpenFoam, simpleFoam, flow separation, k-ε- RNG model, k-ω model.

Введение. В преимущественно горных странах, таких как Кыргызстан, где большие площади суши покрыты сплошными горными массивами, сложный рельеф оказывает очень значительное влияние на рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере, которое редко может быть описано простыми моделями [1]. Упрощенные алгоритмы, которые были внедрены в модели нормативной дисперсии в течение последних десятилетий, позволили справиться с такими явлениями, как первое воздействие шлейфа на ближайший холм. Эти модели, как правило, сохраняют гипотезы стационарности потока и горизонтальной однородности, которые больше не действуют, когда сложность рельефа приводит к циркуляции в мезомасштабе и локальном масштабе.

В данной работе проведено моделирование поля атмосферного течения над плоской пластиной и двумерной модели местности. Математическую основу моделирования составляют осреднённые по Рейнольдсу стационарные уравнения Навье-Стокса. Численное решение

основных уравнений проведено при помощи пакета OpenFOAM [2]. Пакет программ OpenFOAM успешно применяется во многих прикладных задачах механики сплошных сред [3-5].

Математическая модель. Основу математической модели рассматриваемой задачи составляют уравнения неразрывности и переноса импульса, которые в нашем случае имеют следующий вид:

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0; \quad \frac{\partial (U_i U_j)}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu \frac{\partial U_i}{\partial x_j} - \overline{u_i u_j} \right) - 2\epsilon_{ijk} \overline{\omega_j} U_k; \quad (1)$$

где $i, j, k = 1, 2, 3$, U_i и u_i – средняя и пульсационная составляющие вектора скорости потока в направлении координаты x_i , ρ и ν – плотность и коэффициент кинематической вязкости жидкости, p – давление, $\overline{\omega_j}$ – средняя составляющая угловой скорости вращения Земли в направлении координаты x_i .

В уравнении (1) напряжения Рейнольдса $\overline{u_i u_j}$ в рамках приближения Бусинеска, связаны со средним потоком с помощью линейной и изотропной вихревой вязкости следующим образом [6, 7]:

$$-\overline{u_i u_j} = 2\nu_t S_{ij} - \frac{2}{3} k \delta_{ij} \quad (2)$$

где $\nu_t = C_\mu k^2 / \epsilon$ – вихревая или турбулентная вязкость, а $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right)$ – тензор вязких напряжений.

Значения коэффициентов, применяемых у этой работы двухпараметрических моделей турбулентности в этих моделях приведены в табл. 1.

В данной работе использовался численный метод, представленный в [3-7] с соответствующей геометрией местности, шероховатостью и граничными условиями. Измерения в аэродинамической трубе или в

полевых условиях на эталонном участке местности использовались для задания граничных условий выше по потоку. Однородное условие Неймана было применено для всех переменных потока на внешних границах.

Таблица 1. Константы двухпараметрических моделей турбулентности.

Модели турбулентности	C_μ	C_1	C_2	σ_k	σ_ϵ
Стандартная k - ϵ модель	0.09	1.44	1.92	1.0	1.3
Модифицированная k - ϵ модель	0.033	1.46	1.83	1.0	2.38
k - ϵ -RNG модель	0.085	$1.42 - C_{1R}$	1.68	0.7179	0.7179

где $C_{1R} = \eta(1 - \eta/4.38)/(1 + 0.015\eta^3)$, $\eta = \sqrt{2S_{ij}S_{ij}k}/\epsilon$.

Все расчеты относятся к почти двумерному приближению. Поэтому в этих случаях моделировался только двумерный поток с использованием ортогональных криволинейных сеток. Численное моделирование использует дискретизацию уравнений (1) - (3) методом конечных объемов и алгоритм SIMPLE для сопряжения давления и скорости на неравномерной сетке с использованием стационарного решателя simpleFoam открытого пакета OpenFOAM.

Обтекание плоской пластины (модель равнинной местности). Скорость свободного потока была равна $U_0 = 10$ м/с, сила Кориолиса не учитывалась. На рис. 1 показаны результаты расчетов с помощью двух моделей турбулентности, толщина пограничного слоя была равна $\delta = 500$ м, где сплошная линия представляет эмпирическую зависимость из работы [8].

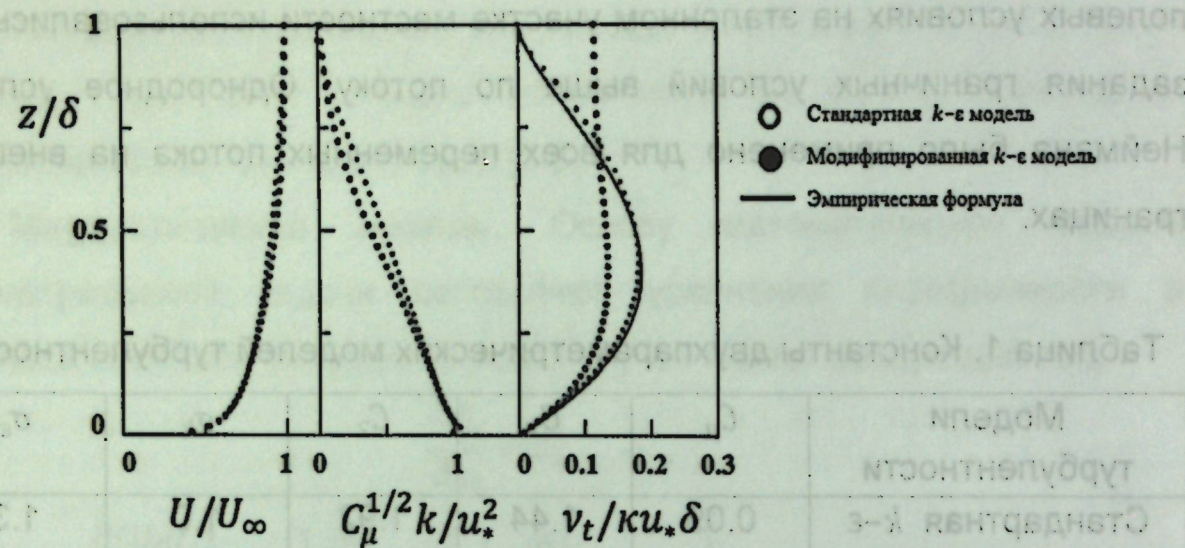


Рис. 1. Моделирование обтекания плоской модели местности.

Как видно из рис. 1, что полученные с помощью стандартной и модифицированной моделей турбулентности численные профили продольной компоненты вектора скорости U и кинетической энергии турбулентности k , достаточно взаимосогласованы.

Обтекание холма треугольной формы. Рассмотренная задача (см. рис. 2) экспериментально изучена в работе [9].

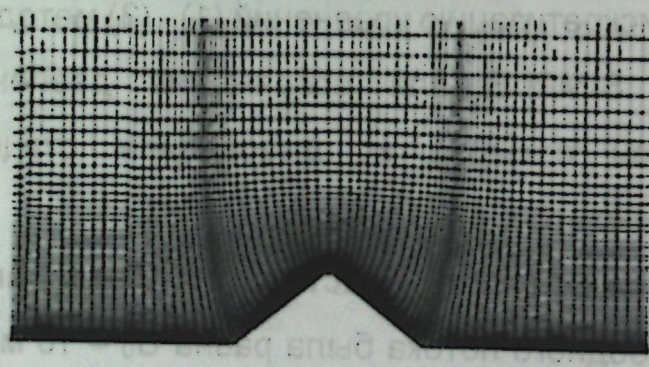


Рис. 2. Неравномерная сетка вокруг треугольного гребня.

В этой работе экспериментально изучено влияние низкого гребня на структуру среднего течения и турбулентности пограничного слоя. Эксперимент проведен в большой метеорологической аэродинамической трубе. Двумерный треугольный гребень, имеющий наклон от 2 до 1 и высоту h около $1/10$ толщины пограничного слоя, располагался

перпендикулярно потоку воздуха. Были проведены экспериментальные измерения среднего и турбулентного течения в пограничном слое в различных положениях относительно гребня и сравнены с измерениями в потоке без гребня. Наибольший эффект гребня состоит в том, чтобы вызвать область разделительного пузыря или полости с сильно уменьшенным, но рециркулирующим средним потоком и очень интенсивной турбулентностью; эта область простирается на расстояние $13H$ вниз по течению от вершины гребня и на максимальную высоту $2.5H$. Кроме того, в результате образуется расширенная область следа, в которой средняя скорость уменьшается, а турбулентность значительно усиливается на больших расстояниях x за гребнем. Экспериментальные наблюдения показывают, что толщина следа увеличивается примерно пропорционально $\sqrt{x/h}$, в то время как возмущения средней скорости, напряжения Рейнольдса и отклонения флуктуаций скорости затухают как $(x/h)^{-1}$.

В табл. 2 показаны численные значения точки повторного присоединения потока со соответствующими экспериментальными данными.

Координаты точки присоединения потока измеряется от вершины треугольного холма с координатой $x=0$ и $z=H=15$ см.

На следующем рис.3 показаны поперечные профили продольной скорости в различные сечения вниз по потоку, проведено сравнение результатов численных расчетов при использовании $k-\varepsilon$ — (сплошная кривая), $k-\varepsilon$ RNG (пунктирная линия) и $k-\varepsilon$ PDM (пунктирная линия с точкой) моделей с соответствующими экспериментальными измерениями. Соответствие между экспериментом и расчетом следует признать удовлетворительным.

Таблица 2. Точка присоединения потока при обтекании холма треугольной формы.

Название	Источник	Координаты точки присоединения
Эксперимент	[9]	$13.0H$
Измененная $k-\varepsilon$ -модель	[10]	$10.0H$
Измененные константы $k-\varepsilon$ -модель	[11]	$12.0H$
$k-\varepsilon$ -модель	Текущие расчеты	$9.8H$
$k-\omega$ модель		$11.0H$
PDM		$9.8H$
$k-\varepsilon$ -RNG модель		$13.5H$
Измененные константы		$16.5H$

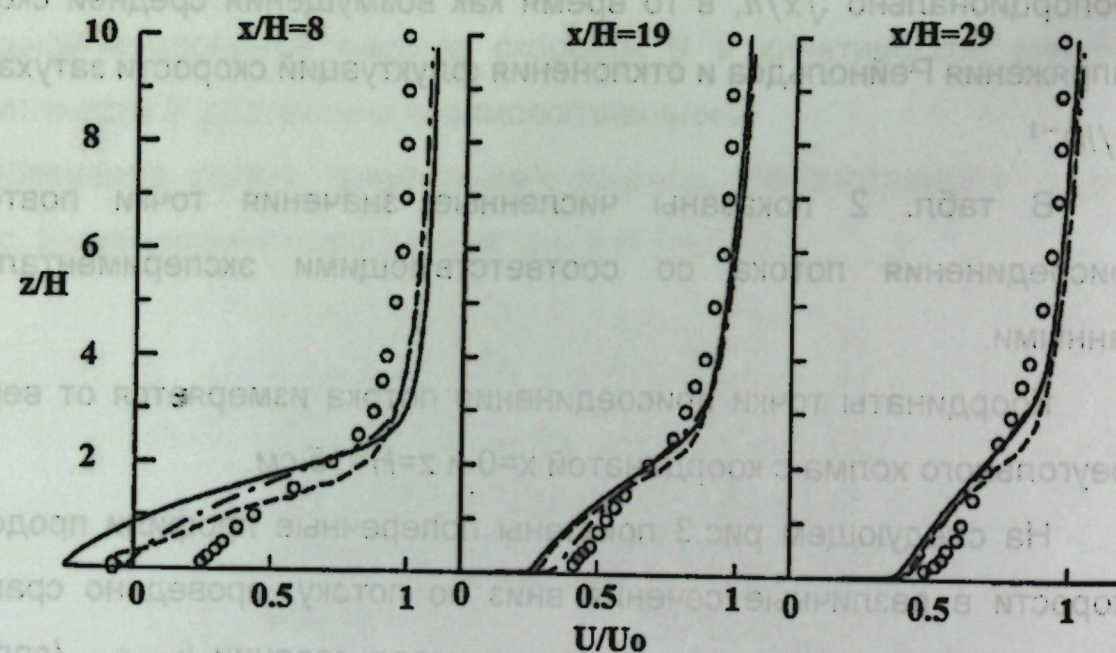


Рис. 3. Сравнение профилей продольной скорости.

Обтекания холма треугольной формы с препятствием. Высота холма равна $H=15\text{см}$, основание холма имела длину $B=19.25\text{см}$. Препятствие, высотой $h=20\text{см}$, располагалось на расстоянии $G=32\text{см}$ вверх по потоку от центра треугольного холма (см. рис 4). В расчетах использована $k-\varepsilon$ -RNG модель турбулентности. Пористость

препятствия была равна 50%. На рис. 5 показаны линии тока для случаев отсутствия (рис. 5а) и присутствия (рис. 5б) препятствия.

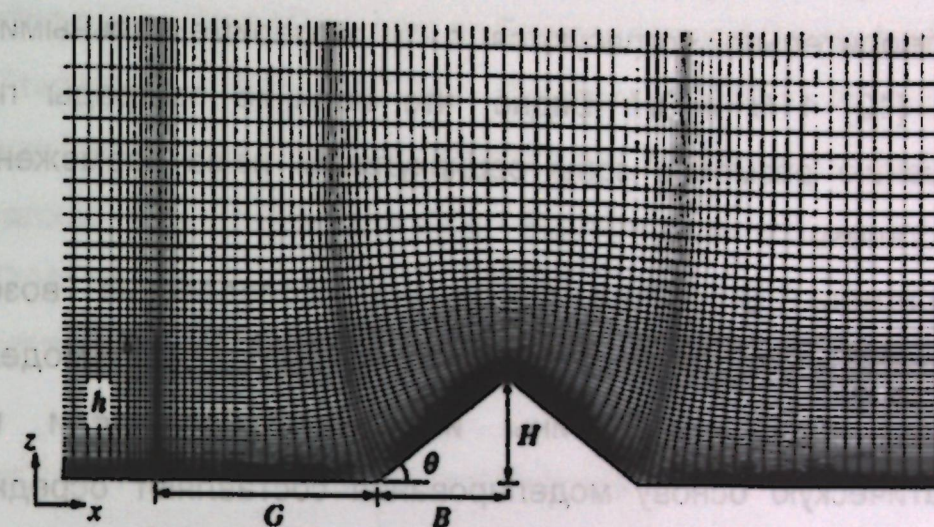
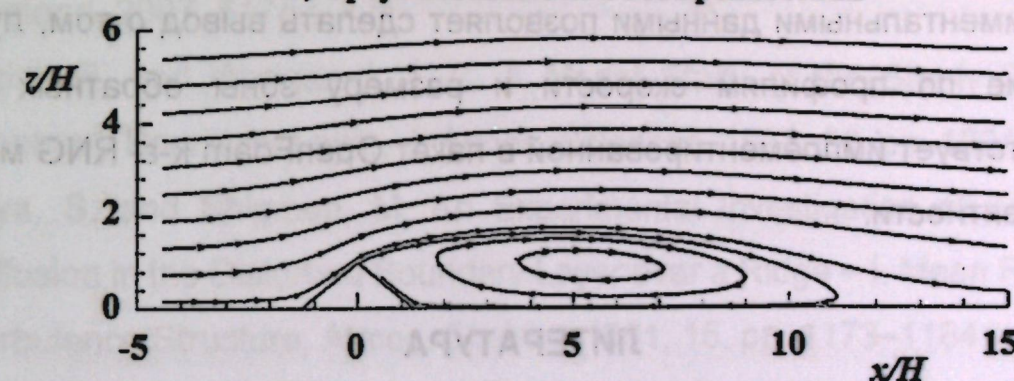


Рис. 4. Неравномерная сетка для обтекания холма треугольной формы.

а) Треугольный холм без препятствия



б) Треугольный холм с препятствием

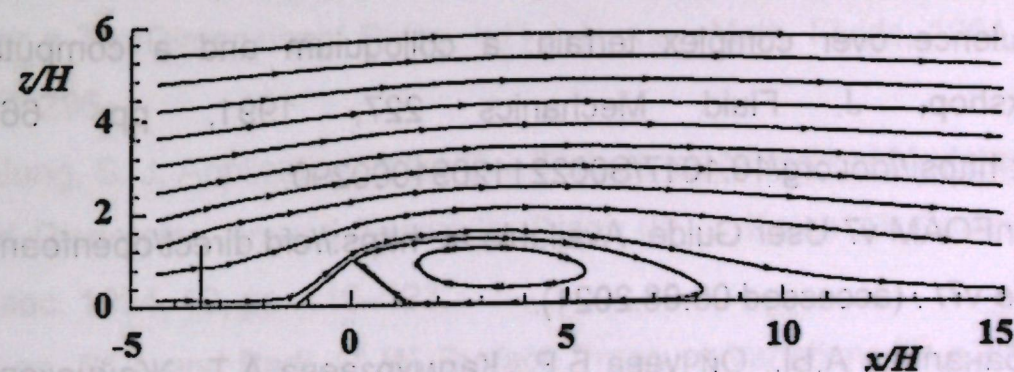


Рис. 5. Линии тока для случаев отсутствия (рис. 5а) и присутствия (рис. 5б) препятствия.

Из рис. 5аб видно, что координаты точки обратного присоединения потока при отсутствии и присутствия пористой преграды удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными работы [12] 11Н и 8Н. Видно, что наличие преграды приводит к уменьшению размеров зоны рециркуляции из-за торможения потока препятствием.

Выводы. В работе проведено исследование возможностей двухпараметрических моделей турбулентности при моделировании обтекания плоской пластины и двумерной модели местности. Математическую основу моделирования составляют осреднённые по Рейнольдсу стационарные уравнения Навье-Стокса. Численное решение основных уравнений проведено при помощи пакета OpenFOAM. Сравнение результатов численных расчетов с соответствующими экспериментальными данными позволяет сделать вывод о том, лучшее согласие по профилям скорости и размеру зоны обратных токов соответствует имплементированной в пакет OpenFoam $k-\varepsilon$ - RNG модели турбулентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hunt, J.C.R., Tampieri, F., Weng, W.S., Carruthers, D.J. Air flow and turbulence over complex terrain: a colloquium and a computational workshop, J. Fluid Mechanics 227, 1991, pp. 667-688, DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022112091000290>.
2. OpenFOAM v7 User Guide. Available at: <https://cfd.direct/openfoam/user-guide-v7/>. (accessed 05.08.2021).
3. Курбаналиев А.Ы., Ойчуева Б.Р., Калмурзаева А.Т., Жайнаков А.Ж., Култаев Т.Ч. Критическое сравнение различных версий пакета OpenFOAM на задаче моделирования водослива // Вычислительные технологии. 2021. Т. 26. № 2. С. 44-57.

4. A. I. Kurbanaliev, A. R. Maksutov, G. S. Obodoeva and B. R. Oichueva. Using OpenFOAM Multiphase Solver interFoam for Large Scale Modeling. Proceeding of The World Congress on Engineering and Computer Science, San Francisco, USA, 22-24 October, 2019. Available at: <http://www.iaeng.org/publication/WCECS2019/>. (accessed 01.08.2021).
5. Курбаналиев А.Ы., Жайнаков А.Ж. Верификация открытого пакета OpenFOAM на задачах прорыва дамб. Теплофизика и аэромеханика / Институт теплофизики СО РАН, - Новосибирск, 2013. Т. 20, №4, с. 461-472.
6. Ferziger J. H., Peric M. Computational Methods for Fluid Dynamics. Berlin: Springer Verlag, 2002, 423 p.
7. H. K. Versteeg, W. Malalasekera. An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method. 2nd edition, Pearson education Limited, England, 2007, 517p.
8. Brost, R. and Wyngaard, J. C. A Model Study of the Stably Stratified Planetary Boundary Layer, J. Atmos. Sciences, 1978, 36, pp. 1821-182.
9. Arya, S. and Shipman, M. An Experimental Investigation of Flow and Diffusion in the Disturbed Boundary Layer over a Ridge – I. Mean Flow and Turbulence Structure, Atmos. Environ, 1981, 15, pp. 1173-1184.
10. Mouzakis, F. N., Bergeles, G. C. Numerical Prediction of Turbulent Flow over a TwoDimensional Ridge, Int'l J. Numer. Meth. Fluids, 1991, 12, pp. 297-296
11. Jung, S. J. Application of the E- ε Turbulence Numerical Model to a Flow and Dispersion Around Triangular Ridge (I)', J. Korea Air Pollution Res. Assoc. 1994, 10, pp. 116-123.
12. Lee, S. J. and Park, C. W. Surface Pressure Variations on a Triangular Prism by Porous Fences in a Simulated Atmospheric Boundary Layer. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 1997, 73, pp. 45-58.

УДК 519. 633

РАЗНОСТНАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Осмонканов А.М., Асанкожоева Н.Т.

КГТУ им. И.Раззакова

В данной статье приведены основные теоретические сведения, необходимые для математического моделирования процессов теплопроводности. Подробно разобран метод конечных разностей, как метод, необходимый для решения дифференциального уравнения в частных производных.

Ключевые слова: метод конечных разностей, температура в теле, во внутренних точках сетки, разность уравнения.

ЖЫЛУУЛУКТУ ӨТКӨРҮҮЧҮЛҮКТҮН ТЕҢДЕМЕСИН ЧЕЧҮҮНҮН АЙЫРМА СХЕМАСЫ

Осмонканов А.М., Асанкожоева Н.Т.

КМТУ им. И.Раззакова

Бул макалада жылуулук өткөрүмдүүлүк теңдемесинин сандык чечимдери келтирилген. Акыркы айырмачылыктар ыкмасы менен чечүү майда-чүйдөсүнө чейин талкууланат.

Баштапкы сөздөр: чектүү айырма ыкмасы, нерсенин температурасы, тордун ички чекиттеринде, теңдеменин айырмасы.

DIFFERENCE SCHEME FOR SOLVING THE HEAT CONDUCTIVITY EQUATION

Osmonkanov A.M., Asankozhoeva N.T.

KSTU im. I. Razzakova

This article presents a numerical solution of the thermal conductivity equation. The solution by the finite difference method is considered in detail.

Key words: the finite difference method, the temperature in the body, at the inner points of the grid, the difference of the equation.

Для решения задач теплопроводности в твердых телах сложной формы используются аналитические и численные методы. Решения возможны при известных краевых условиях, включающих начальное распределение температур в теле и граничные условия на поверхности тела, которые могут быть заданы одним из трех способов: температурой поверхности, тепловым потоком и коэффициентом теплоотдачи [1.2].

Из численных методов решения задач теплопроводности в настоящее время наиболее ценным и широко используемым является метод конечных разностей.

Рассмотрим численное решение уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \quad (1.1)$$

где u - температура, x - пространственная координата, t - время и λ - коэффициент температуропроводности.

для значений аргументов $x \in [0; 1.6]$, $t \in [0; 1]$ при заданных начальном $u(x,t)|_{t=0} = \sin(0.55x + 0.03)$ (1.2) и граничных $u(0,t) = 2 \cdot t + 0.03$ и $u(1.6,t) = 0.7895$ (1.3) условиях. Принять $\lambda = 1$, шаг изменения пространственной координаты равным 0.2, временной – 0.2.

Получить максимальное и минимальное значения температуры в рассмотренной области, построить графики изменения температуры в точки области $x=1.2$ и при значении времени $t=0.6$.

При решении дифференциального уравнения в частных производных наиболее часто используется метод конечных разностей (МКР) [1]. Идея МКР решения краевых задач весьма проста и видна уже из самого названия: вместо производных в дифференциальном уравнении используются их конечноразностные аппроксимации. При построении дискретных аппроксимаций краевых дифференциальных задач нужно стремиться увязать две, возможно, противоречивые цели: хорошее качество аппроксимации и эффективное устойчивое решение

получающихся при этом алгебраических систем.

При использовании МКР для задач теплопроводности твердое тело представляют в виде совокупности узлов. Аппроксимируя (заменяя) частные производные дифференциального уравнения (1.1.) конечными разностями получают систему линейных алгебраических уравнений для определения температуры, как локальной характеристики в каждом узле сетки. Полученная система является незамкнутой, для ее замыкания используют разностное представление граничных условий. В результате получают замкнутую систему линейных алгебраических уравнений, которую решают численными методами с помощью компьютера.

Заменяя производные, входящие в уравнение. (1.1), разностным отношением, получим конечно- разностные уравнения:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} \approx \frac{\Delta_t u(x,t)}{\Delta t} \quad \text{и} \quad \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \approx \frac{\Delta_x^2 u(x,t)}{(\Delta x)^2} \quad (1.4),$$

где приращение аргументов по времени и по пространственной координате принимаются постоянными, равными $\Delta t = t_{j+1} - t_j = \tau = 0.2$ и $\Delta x = x_{j+1} - x_j = h = 0.2$

соотношения (1.4) в дифференциальное уравнение с частными производными (1.1), получаем разность уравнения для искомого решения $u(x_i, t_j)$ на сетке значений аргумента по пространственной 0.4 и временной -0.2 переменным:

$$\frac{\Delta_t u(x_i, t_j)}{\tau} = \lambda \frac{\Delta_x^2 u(x_i, t_j)}{h^2} \quad (1.5)$$

Разность первого порядка по времени заменяется разностями

$$\Delta_t u(x_i, t_j) = u(x_i, t_j) - u(x_i, t_j - \tau) \quad (1.6)$$

Разность второго порядка по пространственной координате заменяется разностями

$$\Delta_x^2 u(x_i, t_j) = u(x_i - h, t_j) - 2 \cdot u(x_i, t_j) + u(x_i + h, t_j). \quad (1.7)$$

Аналогичные разностные соотношения делений применились при

решении краевой задачи обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка.

Поставив соотношение (1.6) и (1.7) в уравнения (1.5), приходим к системе алгебраических уравнений относительно значений температуры в узлах $u(x_i, t_j)$:

$$\frac{u(x_i, t_j) - u(x_i, t_{j-1})}{\tau} = \lambda \cdot \frac{u(x_{i-1}, t_j) - 2 \cdot u(x_i, t_j) + u(x_{i+1}, t_j))}{h^2} \quad (1.8)$$

Уравнения (1.8) позволяют вычислить решение во внутренних точках сетки области определения решения. Число уравнений системы (1.8) меньше числа неизвестных. Недостающие уравнения находятся из начального (1.2) и граничных (1.3) условий.

Начальное условие (2) при $t=0$ в точках x_i имеют вид:

$$u(x_i, 0) = \sin(0.55x + 0.03) \quad (1.9)$$

Для изменения на концах изменения пространственной переменной (1.3) имеем:

$$u(0, t_j) = 2t_j + 0.03, \quad u(1.6, t_j) = 0.7895 \quad (1.10)$$

Если у нас шаг по пространственной координате равным 0.2, шаг по временной координате – 0.2. Значит, координаты x , в которых определяется решение, равняются $x=0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1; 1.2; 1.4; 1.6$.

Временная координата t принимает значения $t=0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1$.

$$\sigma \cdot u(x_{i-1}, t_j) - \alpha \cdot u(x_i, t_j) + \sigma \cdot u(x_{i+1}, t_j) = -\tilde{u}(x_i, t_{j-1}). \quad (1.11)$$

Здесь введены обозначения

$$\sigma = \frac{\lambda \cdot \tau}{h^2}, \quad \alpha = 1 + 2 \cdot \sigma. \quad (1.12)$$

рассчитаем наши $\sigma; \alpha$

$$\sigma = \frac{1 \cdot (0.2)}{(0.2)^2} = 5 \quad \text{и} \quad \alpha = 1 + 2 \cdot 5 = 11$$

граничные условия имеют вид:

из (1.2) и (1.3):

$$u(0; 0) = 2 \cdot 0 + 0,03 = 0,03$$

$$u(0; 0.2) = 2 \cdot 0.2 + 0,03 = 0.43$$

$$u(0; 0.4) = 2 \cdot 0.4 + 0,03 = 0.83$$

$$u(0; 0.6) = 2 \cdot 0.6 + 0,03 = 1.23$$

$$u(0; 0.8) = 2 \cdot 0.8 + 0,03 = 1.63$$

$$u(0; 1) = 2 \cdot 1 + 0,03 = 2.03 \quad (1.13)$$

$$u(1.6; 0) = 0.7895$$

$$u(1.6; 0.2) = 0.7895$$

$$u(1.6; 0.4) = 0.7895$$

$$u(1.6; 0.6) = 0.7895$$

$$u(1.6; 0.8) = 0.7895$$

$$u(1.6; 1) = 0.7895 \quad (1.14)$$

На каждом временном слое необходимо решить систему (1.11) из четырнадцати уравнений. Перепишем систему (1.13) в развернутом виде:

$$\begin{cases} 5 \cdot u(0; 0.2) - 11 \cdot u(0.2; 0.2) + 5 \cdot u(0.4; 0.2) = -u(0.2; 0) \\ 5 \cdot u(0.2; 0.2) - 11 \cdot u(0.4; 0.2) + 5 \cdot u(0.6; 0.2) = -u(0.4; 0) \\ 5 \cdot u(0.4; 0.2) - 11 \cdot u(0.6; 0.2) + 5 \cdot u(0.8; 0.2) = -u(0.6; 0) \\ 5 \cdot u(0.6; 0.2) - 11 \cdot u(0.8; 0.2) + 5 \cdot u(1; 0.2) = -u(0.8; 0) \\ 5 \cdot u(0.8; 0.2) - 11 \cdot u(1; 0.2) + 5 \cdot u(1.2; 0.2) = -u(1; 0) \\ 5 \cdot u(1; 0.2) - 11 \cdot u(1.2; 0.2) + 5 \cdot u(1.4; 0.2) = -u(1.2; 0) \\ 5 \cdot u(1.2; 0.2) - 11 \cdot u(1.4; 0.2) + 5 \cdot u(1.6; 0.2) = -u(1.4; 0) \end{cases} \quad (1.15)$$

$$\begin{cases} -11 \cdot u(0.2; 0.2) + 5 \cdot u(0.4; 0.2) = -u(0.2; 0) - 5 \cdot u(0; 0.2) \\ 5 \cdot u(0.2; 0.2) - 11 \cdot u(0.4; 0.2) + 5 \cdot u(0.6; 0.2) = -u(0.4; 0) \\ 5 \cdot u(0.4; 0.2) - 11 \cdot u(0.6; 0.2) + 5 \cdot u(0.8; 0.2) = -u(0.6; 0) \\ 5 \cdot u(0.6; 0.2) - 11 \cdot u(0.8; 0.2) + 5 \cdot u(1; 0.2) = -u(0.8; 0) \\ 5 \cdot u(0.8; 0.2) - 11 \cdot u(1; 0.2) + 5 \cdot u(1.2; 0.2) = -u(1; 0) \\ 5 \cdot u(1; 0.2) - 11 \cdot u(1.2; 0.2) + 5 \cdot u(1.4; 0.2) = -u(1.2; 0) \\ 5 \cdot u(1.2; 0.2) - 11 \cdot u(1.4; 0.2) = -u(1.4; 0) - 5 \cdot u(1.6; 0.2) \end{cases} \quad (1.16)$$

$$\begin{cases} u_1 - 0,454u_2 = 0,1046 \\ 5u_1 - 11u_2 + 5u_3 = -0,004 \\ 5u_2 - 11u_3 + 5u_4 = -0,006 \\ 5u_3 - 11u_4 + 5u_5 = -0,008 \\ 5u_4 - 11u_5 + 5u_6 = -0,010 \\ 5u_5 - 11u_6 + 5u_7 = -0,012 \\ 5u_6 - 11u_7 = -3,9605 \end{cases} \quad (1.17)$$

Проанализировав аналитическое решение уравнения теплопроводности, можно сделать вывод, что решение удастся получить только для простейших условий, для тел простой формы, при этом отмечается высокая вычислительная сложность. При помощи численного метода всегда возможно удовлетворить граничным условиям задачи и решать сложные задачи, недоступные для аналитических методов. Вычислительная сложность задачи значительно меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быкова О.Г. Информатика. Математические методы в процессах добычи нефти и газа: методические указания по выполнению курсовой работы. Спб, 2010. 39 с.
2. Кудинов В. А., Кудинов И. В. Методы решения уравнений теплопроводности. Самара, 2012. 280 с.
3. Карпович Д. С. Моделирование и численное решение уравнения теплопроводности «Энерго и ресурсосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии. Минск, 2014., 311с.

УДК: 336.71.340(571.1)

ПОЛИТИКА АУДИТА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В БАНКОВСКОМ И ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ

Аскарова М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М.
КГТУ им.И.Раззакова

Эта статья маркетинговой деятельности современной компании по методологическим вопросам и антикризисного управления.

Ключевые слова: Антикризисное управление, маркетинг и бизнес-вопросы, кризисная ситуация, анализ эффективности.

БАНК ЖАНА ФИНАНСЫ СЕКТОРУНУН МААЛЫМАТ СИСТЕМАЛАРЫНЫН АУДИТ САЯСАТЫ

Аскарова М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М.
И.Раззакова атн. КМТУ

Бул макалада методологиялык маселелер жана кризистик башкаруу боюнча заманбап компаниянын маркетингдик иш-аракеттери болуп саналат.

Баштапкы сөздөр: Антикризистик башкаруу, маркетинг ишмердүүлүгү, ишканалардын көйгөйлөрү, кризистик ситуациялар, натыйжалуулукту анализдөө.

INFORMATION SYSTEMS AUDIT POLICY FOR THE BANKING AND FINANCIAL SECTOR

Askarova M.M., Erkinbaev T. D., Abdieva L. K., Osmonkanov A.M.
KSTU named of I.Razzakov

This article is a marketing activity of a modern company on methodological issues and crisis management.

Key words: Crisis management, marketing and business issues, crisis situation, efficiency analysis.

В последние годы деловые операции в банковском и финансовом секторе все больше зависят от компьютеризированных информационных систем. В настоящее время стало невозможно отделять информационные технологии от бизнеса банков и финансовых учреждений. Необходимо уделять особое внимание вопросам корпоративного управления информационными системами в компьютеризированной среде и мерам контроля за безопасностью в целях защиты информационных и информационных систем.

Применение информационных технологий привело к значительным изменениям в методах обработки и хранения данных учреждениями банковского и финансового секторов, и в настоящее время этот сектор готов к тому, чтобы одобрить различные изменения, такие, как банковские операции через Интернет, электронные деньги, электронные чеки и электронные чекикоммерция и др., как самые современные методы оказания услуг клиентам.

Телекоммуникационные сети играют каталитическую роль в расширении и интеграции информационных систем (далее ИС) внутри учреждений и между ними, облегчая доступ к данным для различных пользователей. С учетом исключительно важного значения ИУ необходимо постоянно следить за безопасностью финансовых систем. Структурированные, четко определенные и задокументированные стратегии, стандарты и руководящие принципы безопасности закладывают основу для надежной безопасности ИС, и каждое учреждение обязано определять, документировать, передавать, осуществлять и проверять безопасность ИС для обеспечения конфиденциальности, целостности, достоверности и своевременное предоставление информации, которая имеет первостепенное значение для деловых операций.

Банки должны внедрить надежную систему внутреннего аудита. В целях укрепления доверия к инспекционной системе при выявлении случаев мошенничества/злоупотребления служебным положением необходимо принять необходимые меры для усиления инспекционно-ревизионного механизма и повышения квалификации должностных лиц инспекционного отдела. Инспекционный отдел в штаб-квартире должен возглавлять достаточно высокопоставленный офицер, подчиняющийся непосредственно президенту. Даже если у банка есть региональные офисы, должен быть механизм аудита под руководством высокопоставленного сотрудника в качестве главы регионального офиса для проведения периодических аудитов филиалов, находящихся под их юрисдикцией. Офицеры, размещенные в этом отделе, должны иметь достаточный опыт и знания.

Развитие информационных технологий оказывает огромное влияние на проведение ревизий. Информационная технология способствовала реорганизации традиционных бизнес-процессов в целях обеспечения эффективного функционирования и улучшения связи внутри организации и между организациями и ее клиентами. Аудит в компьютеризированной и сетевой среде в Кыргызстане все еще находится в зачаточном состоянии, а установившаяся практика и процедуры эволюционируют. Хорошо спланированный и структурированный аудит необходим для управления рисками, мониторинга и контроля информационных систем в любой организации.

Аудит ИС представляет собой систематическое независимое изучение информационных систем и окружающей среды для определения того, достигнуты ли поставленные цели. Аудит также описывается как непрерывный поиск соответствия. Аудиторы могут не обязательно проверять всю систему. Они могут рассматривать только часть или части ее. Основные направления аудита информационной

безопасности детализируются на следующие: аттестацию; контроль защищенности информации; специальные исследования технических средств и проектирование объектов в защищенном исполнении [6].

1. Аттестация объектов информатизации по требованиям безопасности информации:

- аттестация автоматизированных систем, средств связи, обработки и передачи информации;
- аттестация помещений, предназначенных для ведения конфиденциальных переговоров;
- аттестация технических средств, установленных в выделенных помещениях.

2. Контроль защищенности информации ограниченного доступа:

- выявление технических каналов утечки информации и способов несанкционированного доступа к ней;
- контроль эффективности применяемых средств защиты информации.

3. Специальные исследования технических средств на наличие побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН):

- ПК, средства связи и обработки информации;
- локальные вычислительные системы;
- оформления результатов исследований в соответствии с требованиями СБ и СТЭК.

4. Проектирование объектов в защищенном исполнении:

- разработка концепции информационной безопасности;
- проектирование автоматизированных систем, средств связи, обработки и передачи информации в защищенном исполнении;
- проектирование помещений, предназначенных для ведения конфиденциальных переговоров.

Аудит охватывает прежде всего следующие широкие основные области деятельности:

- а) сбор информации;
- б) сопоставление информации.

Виды аудита: Для категоризации аудита применяются различные методы. Одним из таких методов классификации является разделение аудита на два типа, например, аудит адекватности (также называемый системным аудитом) и аудит соответствия. Другой метод позволяет классифицировать аудит по уровням - внутренний аудит, внешний аудит. Еще одним методом категоризации является ревизия сторонами - Первой стороной, Второй стороной и Третьей стороной. Наиболее распространенными видами ревизий являются финансовый аудит, аудит соблюдения требований, аудит информационных систем и аудит операций [3].

Факторы, которые следует учитывать для обеспечения информационной безопасности банков Кыргызской Республики:

Обеспечение информационной безопасности в банковской сфере Кыргызской Республики является критически важной задачей. Некоторые из факторов, которые следует учитывать для обеспечения информационной безопасности в банках Кыргызской Республики, включают в себя:

- Законодательные требования: Банки Кыргызской Республики должны соблюдать требования Положения об информационной безопасности и других соответствующих законов, например, Закон о банковской тайне.
- Угрозы безопасности: Банки должны учитывать различные угрозы информационной безопасности, такие как кибератаки, вредоносное ПО, фишинг, внутренние угрозы и другие.

- Риски и уязвимости: Банки должны регулярно оценивать свои системы и процессы на наличие рисков и уязвимостей, которые могут привести к утечке информации или другим нарушениям безопасности.
- Управление доступом: Банки должны иметь строгую политику управления доступом, которая ограничивает доступ к конфиденциальной информации только необходимым сотрудникам.
- Контроль и мониторинг: Банки должны контролировать и мониторить все свои системы и процессы, чтобы обнаружить любые нарушения безопасности.
- Культура безопасности: Банки должны создать культуру безопасности внутри организации, которая будет способствовать повышению осведомленности сотрудников о проблемах безопасности и снижению рисков.
- Обучение и подготовка: Банки должны обучать своих сотрудников и регулярно проводить учения и тренировки для того, чтобы быть готовыми к возможным инцидентам информационной безопасности.
- Сотрудничество с другими банками: Банки должны сотрудничать друг с другом и с органами государственного управления для обмена информацией об угрозах безопасности и разработки лучших практик в области информационной безопасности.

Учет этих факторов поможет банкам Кыргызской Республики обеспечить надежную информационную безопасность, защитить конфиденциальность и целостность своей информации, а также уменьшить риски утечки и нарушений безопасности. Это важно для сохранения доверия клиентов, защиты банковских средств и поддержания стабильности финансовой системы в целом.

По некоторым данным несколько примеров, связанных с политикой аудита информационных систем в банковском и финансовом секторе Кыргызстана:

- В соответствии с требованиями Центрального Банка Кыргызстана (ЦБК), банки должны проводить аудит информационных систем как минимум один раз в год, чтобы убедиться в их безопасности и соответствии международным стандартам. Это обязательное требование, которое необходимо соблюдать для поддержания доверия клиентов к банку.
- В 2020 году Национальный банк Кыргызстана (НБК) опубликовал рекомендации по проведению аудита информационных систем в банках (ПОЛОЖЕНИЕ о минимальных требованиях к внешнему аудиту банков и других небанковских финансово-кредитных организаций, лицензируемых Национальным банком Кыргызской Республики), в которых были указаны основные принципы аудита, а также предложены рекомендации по улучшению системы безопасности информации. Эти рекомендации являются руководством для банков, которые хотят повысить уровень безопасности своих информационных систем.
- В 2019 году банк "Бакай" провел аудит своих информационных систем в соответствии с международными стандартами ISO/IEC 27001. В результате аудита были выявлены некоторые уязвимости в системе безопасности информации, которые были устранены с помощью рекомендаций аудитора. Этот опыт показывает, что проведение аудита по международным стандартам является эффективным способом улучшения безопасности информационных систем банка.
- В 2021 году банк "Кыргызстан" провел аудит своих информационных систем в соответствии с требованиями ЦБК. В результате аудита было выявлено несколько уязвимостей, которые были устранены с помощью рекомендаций аудитора. Этот случай показывает, что проведение регулярного аудита является важным инструментом для поддержания безопасности информационных систем банка.

Выводы:

Нарушения политики аудита информационных систем в банковском и финансовом секторе Кыргызстана становится очевидным, что безопасность информационных систем является одной из наиболее важных задач в данной отрасли. Эти случаи подчеркивают необходимость регулярного аудита и мониторинга, а также строгих политик и процедур в области информационной безопасности. В связи с этим, финансовые учреждения должны принимать все возможные меры для защиты конфиденциальных данных своих клиентов, включая обновление информационных систем, проведение тестирования на проникновение и обучение персонала. Кроме того, финансовые учреждения должны работать в тесном сотрудничестве с органами правопорядка и регуляторными органами, чтобы обеспечить максимальную безопасность и защиту данных.

В целом, существует необходимость в постоянном улучшении политики аудита информационных систем в банковском и финансовом секторе, чтобы защитить клиентов от потенциальных киберугроз и обеспечить надежность финансовых операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаш, А.В. Информационная безопасность: Лабораторный практикум / А.В. Бабаш, Е.К. Баранова, Ю.Н. Мельников. - М.: КноРус, 2019. - 432 с.
2. Бабаш, А.В. Информационная безопасность. Лабораторный практикум: Учебное пособие / А.В. Бабаш, Е.К. Баранова, Ю.Н. Мельников. - М.: КноРус, 2013. - 136 с.
3. Баранова, Е.К. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. - М.: Риор, 2018. - 400 с.

4. Глинская, Е.В. Информационная безопасность конструкций ЭВМ и систем: учебное пособие / Е.В. Глинская, Н.В. Чичварин. - М.: Инфра-М, 2018. - 160 с.

5. Гришина, Н.В. Информационная безопасность предприятия: Учебное пособие / Н.В. Гришина. - М.: Форум, 2018. - 118 с. Аудит информационной безопасности, под общей редакцией А. П. Курило, 2006 г.

6. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Кожоголов Камчибек Чонмурунович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Кыргызской Республики, директор Института геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики, e-mail: ifmgp@yandex.ru;

2. Абдиев Азиз Арстанбекович, старший преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и ГИС технологии» Кыргызского горно-металлургического института им. акад. У. Асаналиева Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, e-mail: samgy0091@mail.ru;

3. Кожоголов Бакытбек Камчибекович, кандидат экономических наук, директор Проектно-исследовательского Центра «Кен-Тоо», e-mail: bamb25@yandex.ru;

4. Кудрякова Евгения Николаевна, ГИП гидротехнические сооружения Проектно-исследовательского Центра «Кен-Тоо», e-mail: kudriakova60@mail.ru.

5. Тишурова Виктория Сергеевна, горный инженер Проектно-Исследовательского Центра «Кен-Тоо», магистрант КНАУ им. К.И. Скрябина, e-mail: vika.g.99@mail.ru;

6. Чернова Екатерина Петровна, главный горный инженер Проектно-исследовательского центра «Кен-Тоо», e-mail: katerina_cherno@mail.ru.;

7. Абдимуталипова Зейнура Каныбековна, преподаватель Ошского государственного университета, г.Ош, ул.Ленина 331, e-mail: 1986zeinura@gmail.com.;

8. Курбаналиев Абдыкерим Ырысбаевич, д.ф.-м.н., зав. кафедрой Ошского государственного университета, г.Ош, ул. Ленина 331, e-mail: kurbanaliev@rambler.ru.;
9. Сабитов Барат Рахманович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой "Информационные технологии и программирования" Кыргызского национального университета им. Ж.Баласагына, sabitov.baratbek@mail.ru.;
10. Кожокматов Тургуналы Молдалиевич, ст. преподаватель каф Прикладная информатика" КГТУ им. И. Раззакова,
11. Шамырова Динара Ракетаевна, аспирант каф Прикладная информатика КГТУ им. И. Раззакова, shamyrova-d@mail.ru.
12. Турдубаева Аида Бактыбековна, аспирант кафедры Прикладная информатика КГТУ им. И. Раззакова, e-mail: aida.baktybekovna1212@gmail.com.;
13. Джакипов А.Р. магистрант Кыргызского национального университета им. Ж.Баласагына, sabitov.baratbek@mail.ru.;
14. Исабек уулу Б. магистрант Кыргызского национального университета им. Ж.Баласагына, sabitov.baratbek@mail.ru.;
15. Кенжебек уулу А. магистрант Кыргызского национального университета им. Ж.Баласагына, sabitov.baratbek@mail.ru.;
16. Ма-Тянь -Ю. Р. магистрант Кыргызского национального университета им. Ж.Баласагына, sabitov.baratbek@mail.ru.;
17. Аширбаев Бейшембек Ыбышевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры «Прикладная математика и информатика» КРСУ им.Б. Ельцина, e-mail: ashirbaev-58@mail.ru.;
18. Алымбаева Жазгул Абдыкапаровна, ст. преп. Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова, e-mail: jazi_spflower@mail.ru.;

19. Жармат кызы Бегимай, магистрант Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова, e-mail: begaiymzharmatkyzy@gmail.com
20. Турганбаева А. Б. Ошский государственный педагогический университет, г.Ош, e-mail: mir_ayuka@mail.ru
21. Осмонканов Анарбек Модонович, к.ф.-м.н., доцент, зав. каф «Высшая математика» КГТУ им. И. Раззакова, e-mail: a.osmonkanov@mail.ru
22. Асанкожоева Назира Талантбековна, магистрант каф Прикладная математика и информатика, talantbekova7@gmail.com.
23. Аскарлова М.М., магистрант КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызская Республика, email: myrzaiym.askarova.kk@gmail.com
24. Эркинбаев Тургунбек Дилдегазиевич, ст. препод, КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызская Республика, email: turgumbek1987@gmail.ru
25. Абдиева Лилия Кадимовна, ст.преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, e-mail: liliaabdieva@mail.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);
 - инициалы автора(ов) и фамилия(и) – 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.	Кожогулов К.Ч., Абдиев А.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСТАНА.....	3
2.	Кожогулов Б.К., Кудрякова Е.Н., Тишурова В.С. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИЗМЫ ВОЗМОЖНОГО ОБРУШЕНИЯ ОТВАЛЬНЫХ ЯРУСОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩА МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЗЫМЧАК, НАГРУЖЕННЫХ ОБОРУДОВАНИЕМ.....	11
3.	Кожогулов К.Ч. Абдиев А.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА РАЗРАБОТКИ МАЛЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КЫРГЫЗСТАНА.....	18
4.	Кожогулов Б.К., Кудрякова Е.Н., Чернова Е.П., Тишурова В.С. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИШТАМБЕРДЫ.....	23
5.	Абдимуталипова З.К., Курбаналиев А.Ы. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА OPENFOAM.....	30
6.	Сабитов Б.Р., Кожокматов Т.М., Шамырова Д.Р., Турдубаева А.Б, Джакипов А.Р., Исабек у Б., Кенжебек у. А., Ма-Тянь-Ю. Р. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАДАЧ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ.....	41
7.	Аширбаев Б. Ы., Алымбаева Ж.А., Жармат к. Б. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	53
8.	Турганбаева А. Б. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ОБТЕКАНИЯ ДВУМЕРНОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ.....	60
9.	Осмонканов А.М., Асанкожоева Н.Т. РАЗНОСТНАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.....	70

10.	Аскарлова М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М. ПОЛИТИКА АУДИТА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В БАНКОВСКОМ И ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ.....	76
11.	СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	85
12.	ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ.....	88
13.	СОДЕРЖАНИЕ (на русском, кыргызском и английском языках).....	90

МАЗМУНУ

бет

1.	Кожоголов К.Ч., Абдиев А.А. КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧАЧЫРАНДЫ КЕНДЕРИНИН АЗЫРКЫ АБАЛЫ.....	3
2.	Кожоголов Б.К., Кудрякова Е.Н., Тишурова В.С. ЖАБДУУЛАР МЕНЕН ЖҮКТӨЛГӨН БОЗЫМЧАК КЕНИ КЕҢИНИН ТӨГҮНГӨН КАТТАРЛАРЫНЫН КЫЙРЫШЫ МУМКҮН ПРИЗМАНЫН ПАРАМЕТРЛЕРИН НЕГИЗДЕТҮҮ....	11
3.	Кожоголов К.Ч., Абдиев А.А. КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧАКАН ЧАЧЫРАНДЫ АЛТЫН КЕНДЕРИН ИШТЕТҮҮ ЫКМАСЫН ӨРКҮНДӨТҮҮ	18
4.	Кожоголов Б.К., Кудрякова Е.Н., Чернова Е.П., Тишурова В.С. ИШТАМБЕРДИ КЕНИНИН КОЛДОНУУ ЖАЙЛАРЫНЫН ТУРУКТУУЛУГУНА БАА БЕРҮҮ.....	23
5.	Абдимуталипова З.К., Курбаналиев А.Ы. ОПЕНФОАМ ПАКЕТИН КОЛДОНУУ АРКЫЛУУ БӨЛМӨДӨГҮ ТУРБУЛЕНТТҮҮ АБА АГЫМЫН САНДЫК МОДЕЛДӨӨ.....	30
6.	Сабитов Б.Р., Кожокматов Т.М., Шамырова Д.Р., Турдубаева А.Б., Джакипов А.Р., Исабек уулу Б., Кенжебек уулу А., Ма-Тян-Ю. Р. ПЕСТИЦИДДЕРДИ КОЛДОНУУ АРТЫНДА АЙЫЛ ЧАРБА ТҮШҮМҮ МАКСАТТАРЫН ОПТИМАЛАШТЫРУУ ҮЧҮН МАШИНА ҮЙРӨНҮҮНҮ КОЛДОНУУ.....	41
7.	Аширбаев Б. Ы., Алымбаева Ж.А., Жармат к. Б. ИНВЕСТИЦИЯЛАРДЫ ОПТИМАЛДЫК БӨЛҮШҮҮ МАСЕЛЕСИН ДИНАМИКАЛЫК ПРОГРАММАЛОО МЕТОДУ МЕНЕН ЧЕЧҮҮ.....	53
8.	Турганбаева А. Б. ЭКИ ӨЛЧӨМДҮҮЛҮКТҮН АЙЛАНАСЫНДАГЫ ТУРБУЛЕНТТҮҮ АГЫМДЫН ЖЕРГИЛИКТҮҮ МОДЕЛДЕРИ.....	60
9.	Осмонканов А.М., Асанкожоева Н.Т. ЖЫЛУУЛУКТУ ӨТКӨРҮҮЧҮЛҮКТҮН ЧЕЧҮҮНҮН АЙЫРМА СХЕМАСЫ.....	70
10.	Аскарова М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М. БАНК ЖАНА ФИНАНСЫ СЕКТОРУНУН МААЛЫМАТ СИСТЕМАЛАРЫНЫН АУДИТ САЯСАТЫ.....	76
11.	АВТОРЛОР ТУУРАЛУУ МААЛЫМАТ.....	85
12.	ЖУРНАЛГА ЖАРЫЯЛОО ҮЧҮН ДОКУМЕНТТЕРГЕ ТАЛАПТАР...	88
13.	МАЗМУНУ (кыргыз, орус жана англис тилдеринде).....	90

CONTENTS

1.	Kozhogulov K.Ch., Abdiev A.A. THE CURRENT STATE OF PLACER DEPOSITS IN KYRGYZSTAN.....	3
2.	Kozhogulov B.K., Kudryakova E.N., Tishurova V.S. JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE POTENTIAL COLLAPSE OF THE WASTE DUMP TIERS OF THE BOZYMCHAK TAILINGS DUMP, LOADED WITH EQUIPMENT	11
3.	Kozhogulov K.Ch., Abdiev A.A. IMPROVING THE METHOD OF DEVELOPING SMALL PLACER GOLD DEPOSITS IN KYRGYZSTAN	18
4.	Kozhogulov B.K., Kudryakova E.N., Chernova E.P., Tishurova V.S. ASSESSMENT OF THE STABILITY OF THE ISHTAMBERDY TAILINGS DAM STRUCTURE.....	23
5.	Abdimutalipova Z.K., Kurbanaliev A.Y. NUMERICAL SIMULATION OF TURBULENT AIR FLOW IN A ROOM USING THE OPENFOAM PACKAGE.....	30
6.	Sabitov B.R., Kozhokmatov T.M., Shamyrova D.R., Turdubaeva A.B., Dzhakipov A.R., Isabek uulu B., Kenzhebek uulu A., Ma-Tian- Yu. R. APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO OPTIMIZE AGRICULTURAL YIELD OBJECTIVES UNDER PESTICIDE USE.....	41
7.	Ashirbaev B. Y., Alymbaeva Zh.A., Zharmat K. B. SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF INVESTMENTS BY THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD.....	53
8.	Turganbaeva A.B. MODELING OF TURBULENT FLOW AROUND A TWO- DIMENSIONAL TERRAIN MODEL.....	60
9.	Osmonkanov A.M., Asankozhоеva N.T. DIFFERENCE SCHEME FOR SOLVING THE HEAT CONDUCTIVITY EQUATION.....	70
10.	Askarova M.M., Erkinbaev T. D., Abdieva L. K., Osmonkanov A.M. INFORMATION SYSTEMS AUDIT POLICY FOR THE BANKING AND FINANCIAL SECTOR	76
11.	INFORMATION ABOUT AUTHORS.....	85
12.	REQUIREMENTS FOR PAPERS FOR PUBLICATION.....	88
13.	CONTENTS (in russian, kyrgyz and english languages).....	90

CONTENTS

1	Kozhagulov K.Ch., Abdiev A.A. THE CURRENT STATE OF PLACER DEPOSITS IN KYRGYZSTAN	3
2	Kozhagulov B.K., Kudayakova E.N., Tishurova V.S. JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE POTENTIAL COLLAPSE OF THE WASTE DUMP TERS OF THE BOZYMCHAK TAILINGS DUMP, LOADED WITH EQUIPMENT	11
3	Kozhagulov K.Ch., Abdiev A.A. IMPROVING THE METHOD OF DEVELOPING SMALL PLACER GOLD DEPOSITS IN KYRGYZSTAN	18
4	Kozhagulov B.K., Kudayakova E.N., Chernova E.P., Tishurova V.S. ASSESSMENT OF THE STABILITY OF THE ISHTAMBERDY TAILINGS DAM STRUCTURE	23
5	Abdimutalipova Z.K., Kurbanaliev A.Y. NUMERICAL SIMULATION OF TURBULENT AIR FLOW IN A ROOM USING THE OPENFOAM PACKAGE	30
6	Saplov B.R., Kozhokmatov T.M., Shamurova D.R., Turdubayeva A.B., Dzhalipov A.R., Isabek uulu B., Kenzhebek uulu A., Ma-Tian-Yu L. APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO OPTIMIZE AGRICULTURAL YIELD OBJECTIVES UNDER PESTICIDE USE	41
7	Ashirbayev B.Y., Aymurzaeva Zh.A., Zharmal K.B. SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF INVESTMENTS BY THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD	53
8	Turdubayeva A.B. MODELING A TWO-DIMENSIONAL FLOW AROUND A TWO-DIMENSIONAL OBJECT	60
9	Ostonbekov A.A. DIFFERENCE SCHEME FOR SOLVING THE HEAT CONDUCTION EQUATION	70
10	Askarova M.M., Erkinbayev I.D., Abdiev A.A., Ostonbekov A.A. INFORMATION SYSTEMS FOR THE BANKING	76
11	INFORMATION ABOUT AUTHORS	82
12	REQUIREMENTS FOR PAPERS FOR PUBLICATION	88
13	CONTENTS (in Russian, Kyrgyz and English languages)	90

Подписано к печати 26.09.2022 г.

Формат 60x84 1/8. Объем 12,0 п.л.

Бумага офсетная. Тираж 200 экз

Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Учебно-издательский центр «Авангард»

720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34 б

I SSN 1694-6065



9771694606007