

РЕЗЮМЕ. Ушбу ишнинг мақсади лантан асосли купратларда тешикли ток ташувчиларнинг локаллашган ҳолатлари мавжудлигининг мезонларини (яъни шартларини) аниқлаш ва металл-диэлектрик ўтишлар муаммосини ҳал қилишдан иборат. Тешикли легирланган лантан асосли купрат бирикмаларда бир вақтда содир бўладиган иккита турли хил металл-диэлектрик ўтишларини ўрганиш учун янги икки ток ташувчили купратли ўтаўтказгич модели таклиф қилинди. Тешикли ток ташувчилар киришма ва полярон зоналарида жойлашганда кичик радиусли допантлар билан легирланган лантан асосли ўтаўтказгичларда бу металл-диэлектрик ўтишлари мос равишда кенг легирлаш диапазонида ва нисбатан пастроқ легирлаш даражаларида содир бўлишини кўрсатдик.

РЕЗЮМЕ. Целью данного исследования является определение критериев (т.е. условий) существования локализованных состояний дырочных носителей и решение проблемы металл-диэлектрик переходов в лантановых купратах. Нами предлагается новая модель купратного сверхпроводника с двумя носителями для изучения двух различных металл-диэлектрик переходов, происходящих одновременно в дырочно-легированных лантановых купратных соединениях. Показано, что, когда дырочные носители находятся в примесных и поляронных зонах, эти металл-диэлектрик переходы в лантановых сверхпроводниках с легирующими примесями малого радиуса происходят соответственно в широком диапазоне легирования и при относительно более низких уровнях легирования.

SUMMARY. The purpose of this research is to determine the criteria (i.e. conditions) for the existence of the localized states of hole carriers and solve the problem of metal-insulator transitions in *La*-based cuprates. We propose a new two-carrier cuprate superconductor model for studying two distinct metal-insulator transitions occurring simultaneously in hole-doped *La*-based cuprate compounds. We demonstrate that when hole carriers reside in impurity and polaron bands, these metal-insulator transitions in *La*-based superconductors with small-radius dopants occur accordingly in a wide doping range and relatively lower doping levels.

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В РЕГИОНЕ РАЗРАБОТКИ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СУРГИЛЬ

М.Б.Жоллыбеков – директор Каракалпакского филиала Центра государственной экологической экспертизы
Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан

Б.С.Тлеумуратова – доктор физико-математических наук, профессор
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук ККО АН РУз

Э.П.Уразымбетова – доктор философии технических наук (PhD)
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Таянч сўзлар: Орол денгизининг куриган туби, оғир металллар, тупроқ ифлосланиши, техноген таъсир, фазвий-вақт динамикаси, градиент индикацияси.

Ключевые слова: осушенное дно Арала, тяжелые металлы, загрязнение почв, техногенное воздействие, пространственно-временная динамика, градиентная индикация.

Key words: dried-up bottom of the Aral Sea, heavy metals, soil pollution, technogenic impact, spatio-temporal dynamics, gradient indication.

Введение. Освоение месторождений углеводородов связано с сильнейшей нагрузкой на природную среду. Негативные воздействия осуществляются как в пределах территорий самих месторождений, так и в ближайших населенных пунктах. Происходит загрязнение почв, поверхностных водоемов и водотоков, подземных вод, разрушение почвенного покрова и ухудшение экологических условий для биоты [1].

Газовые месторождения генерируют значительный объем пластовой воды, которая после переработки сбрасывается в непосредственной близости от газовых месторождений [2]. В составе сточных вод содержится множество опасных элементов, включая растворенные и диспергированные углеводородные компоненты, химические добавки, пластовые минералы, тяжелые металлы, природные радиоактивные минералы (NORM), растворенные вещества, ионы и так далее [3].

Загрязнение почв и подземных вод тяжёлыми металлами является одной из наиболее серьёзных экологических проблем, особенно в районах разработки газовых месторождений [2, 4]. Тяжёлые металлы, поступающие из геогенных и антропогенных источников, способны накапливаться в растениях и животных, попадая в пищевую цепочку человека. Они отличаются стойкостью и токсичностью, распространяясь в окружающей среде под воздействием воздуха и водных потоков. Почва служит основным хранилищем этих

элементов, где они могут мигрировать в результате геохимических процессов, таких как растворение и адсорбция [5, 6]. Всё это усложняет контроль загрязнения и создаёт угрозу для сельского хозяйства и здоровья населения.

Тяжелые металлы, попавшие в воздушную среду с газопылевыми выбросами, путем седиментации и с атмосферными осадками, осаждаются на рельеф местности, накапливаются и загрязняют почву [7]. Хорошо известно, что тяжелые металлы не поддаются химическому разложению и должны быть физически удалены или преобразованы в нетоксичные соединения. В мировой практике экологического мониторинга разработано множество методов и приемов уменьшения содержания тяжелых металлов в почвах. Оформились направления, основанные на использовании приоритетных групп микроорганизмов, водорослей, растений и животных [8]. К сожалению в условиях чрезмерной засоленности почвогрунтов ОДА этот метод неприменим.

Наиболее перспективным на наш взгляд является метод фиторемедиация – это совокупность технологий, использующих различные растения для локализации, уничтожения или извлечения загрязняющих веществ. Фиторемедиация – это новая технология, использующая различные растения для разложения, извлечения, локализации или иммобилизации загрязняющих веществ из почвы и воды [9].

В Приаралье проблема с загрязнением окружающей среды тяжелыми металлами возникла в связи с открытием месторождений природного газа Западный Арал с предварительной оценкой запасов в объеме 11 млрд. кубометров и месторождения Сургиль, запасы которого составляют около 120 млрд. кубометров природного газа. На ближайшую перспективу намечено строительство 110 километрового трубопровода для доставки природного газа из разработанного месторождения Сургиль для Кунградского содового завода [10, 11], что чревато дополнительным экологическим стрессом в виде разрушения почвенного и растительного покрова. Контроль за экологической безопасностью столь масштабной деятельности проводится согласно Закону «Об охране природы» (1992) и Положению «О государственной экологической экспертизе», утвержденному Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 949 от 22 ноября 2018 года. В результате мониторинга деятельности на вышеуказанных месторождениях Министерством экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Каракалпакстан и проведенных научных исследований в рамках программы фундаментальных исследований Академии наук Республики Узбекистан [12] накоплен достаточный объем фактических данных по состоянию природной среды в данном регионе. Однако обработка полученной информации заключалась в основном только в сравнении данных по загрязняющим веществам с их ПДК.

Следует отметить, что в публикациях, включая зарубежные, по данной тематике отсутствует анализ информации, направленный на выявление закономерностей и трендов динамики состояния окружающей среды. Между тем антропогенное загрязнение почв является высоко динамичным во времени и пространстве. Его изменчивость обусловлена накоплением загрязняющих веществ, разрушением органических соединений и их превращением в неорганические формы, химическими реакциями между компонентами почвогрунтов, влиянием микрофлоры и наземной биоты, диффузными, капиллярно-конвективными и инфильтрационными процессами, способностью среды к самоочищению, а также ветровой эрозией поверхностных загрязнённых слоёв [10, 11, 12].

Особую пространственную динамичность длительному антропогенному воздействию загрязнителей на осушенном дне Арала (ОДА) придают изменения орографии, вызванные усыханием моря. Каждый из вышеуказанных процессов заслуживает отдельного углубленного исследования с целью определения их вклада в динамичность состава почвогрунтов вблизи промышленных объектов. Такие исследования в регионе разработки газовых месторождений Сургиль насколько нам известно, не проводились.

В данной работе решается более скромная задача: не вникая в механизм указанных процессов и опираясь только на данные контактных измерений (анализа проб почвогрунтов на содержание тяжёлых металлов), получить количественную оценку пространственно-временной динамики техногенного загрязнения почвогрунтов тяжёлыми металлами в окрестностях отдельно взятой скважины (резервуаров сброса пластовой воды) Сургиль 54 в периоде 2006-2022гг.

Данные. Фоновыми показателями состава почв считаются данные (Проект заявления о воздействии на окружающую среду, 2012) для 2006г., непосредственно предшествующего началу разработок газовых месторождений на этапе разведки и проектирования. Для оценки состояния почв на первом этапе (2011-2012гг.) деятельности компании СП ООО «UzKorGasChemical» использовались материалы полевых исследований, приведенные в работах [10]. Данные на 2022г. полученные автором¹ в ходе полевых исследований на том же участке, что и данные 2011-2022гг., анализируются впервые. В состав данных входят результаты анализа проб почвогрунтов, объемы слива пластовой воды, механический состав почв.

Область исследования (красная точка) находится на юго-западе вала Архангельского, (рис.1), самые высокие точки которого проходят по его центру (пунктирная линия).



Рис.1. Осушенное дно Арала в 2006г. (слева) и 2022г. (справа).

Общий план расположения скважин газового месторождения Сургиль и точки отбора проб почвогрунтов изображены на рис.1. Исследования проводились на радиальных отрезках в направлениях к северу, югу, северо-востоку-востоку, юго-юго-западу на расстояниях 100м, 500м, 1000м от Устюртского газо-химического комплекса (УГХК).

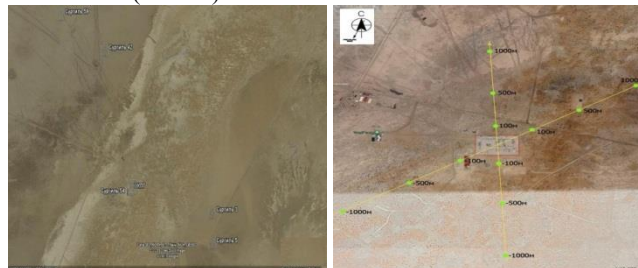


Рис. 2. Точки отбора проб около месторождения Сургиль.

Выбор этих направлений обусловлен макро и микрорельефом местности, гидрогеологическими условиями, механическим составом почв, а также ветровым режимом, обуславливающим эоловый перенос загрязняющих веществ с преобладанием северного и северо-восточного направлений (рис.2).

Методы. В исследовании использовался комплексный подход, сочетающий количественные и мониторинговые методы. К количественным методам относятся разработанный авторами метод градиентной индикации степени загрязнения, основанный на анализе пространственной динамики, оценка суммарной концентрации поллютантов, сравнительный статистический анализ техногенного загрязнения почв в разные

годы. Мониторинговые методы заключаются в методах отбора проб почвогрунтов и их последующего анализа.

Метод градиентной индикации степени загрязнения тем или иным ингредиентом, основанный на анализе пространственной динамики, заключается в вычислении среднего градиента G относительной величины $P = C_i/\Phi$ (превышение фонового значения концентрации) по радиальному направлению от источника:

$$G = \frac{1}{n\Phi} \sum_{i=1}^n \frac{C_{i-1} - C_i}{x_{i-1} - x_i}$$

где Φ – средняя фоновая концентрация загрязняющих веществ в k -м направлении, C_i – концентрация в i -й точке отбора проб.

Коэффициент G отражает степень влияния промышленного объекта на распределение загрязнителей в почве: при $G=0$ влияние отсутствует; $0 < G$ – концентрация вещества возрастает с расстоянием от источника; $-1 < G < 0$ – незначительно уменьшается; $G < -1$ – резко снижается, что указывает на накопление загрязнителей вблизи источника.

Поскольку загрязнение окружающей среды – это нежелательное воздействие путем ввода в нее загрязняющих веществ, качественное влияние промышленного объекта определяется по степени вредности или полезности данного ингредиента почвогрунтов. Метод градиентной индикации степени загрязнения служит для количественной классификации влияния промышленного объекта на окружающую среду. Кроме того метод градиентной индикации позволяет определить R_d – радиус загрязнения почв, т.е. зону влияния промышленного объекта для случая $G < 0$. Для этого строится линейный тренд $f(x)$ функции $P = C_i/\Phi$, находится точка X , где $f(X) = 0$, и очевидно:

$$R_d = X$$

Множество загрязняющих веществ, сопутствующих технологиям газодобывающей промышленности, обладает эффектом суммации. В данной работе впервые для оценки экологического состояния почвогрунтов юго-запада осушенного дна Аральского моря используется такая нормативная характеристика как суммарная концентрация поллютантов:

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n}$$

где C_i – концентрация i -го вещества группы.

Эта величина по закону Ле Шателье должна быть меньше или в крайнем случае равна 1 ($q \leq 1$), в противном случае загрязнение данной группой веществ считается чрезмерно сильным.

Пробы почв отбирались после испарения буровых растворов активных отходов на глубинах 20 см и 1 м. Аналитические исследования по определению загрязняющих веществ в почвах проводились в соответствии с методикой НАСН с использованием соответствующего лабораторного оборудования (Spectrophotometer DR/2000, абсорбционного спектрофотометра, Квант-9М). Аналитические работы выполнены в государственной специализированной инспекции аналитического контроля (СИАК) Госкомприроды Республики Каракалпакстан (Жоллыбеков М.) и государственной специализированной инспекции аналитического контроля (АНИДИ) Госкомприроды Республики Узбекистан (Миррахимов М.М.).

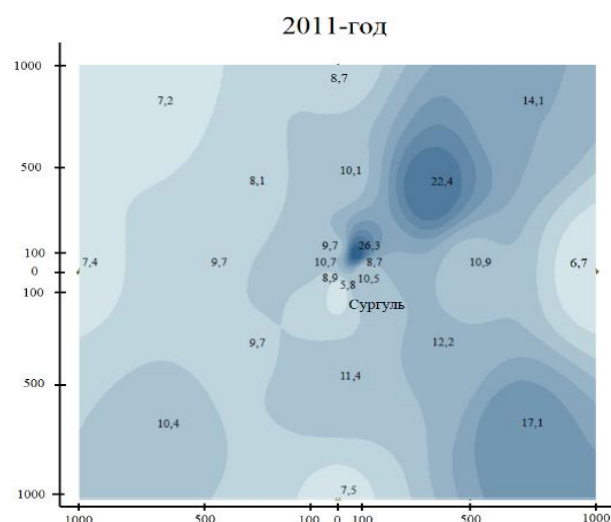
Обсуждение результатов. Данные анализа проб почвогрунтов на содержание тяжелых металлов в окрестностях скважины Сургиль 54 на 2011 г. и 2022 г. отображены в табл. 1 со следующими обозначениями: С, С-В, Ю, Ю-З – направления маршрутов.

Таблица 1. Содержание Pb, Cd, Ni, Zn, Cu в почве в 2011 и 2022 гг.

Направление ветра	Место отбора проб (глубина 0-20 см)	Содержание ингредиентов в мг/кг.									
		Pb		Cd		Ni		Zn		Cu	
		ПДК-32,0		ПДК-2,0		ПДК-85,0		ПДК-100,0		ПДК-3,0	
		2011	2022	2011	2022	2011	2022	2011	2022	2011	2022
С	100м	11,4	9,5	0,52	0,57	2,57	5,88	14,4	9,04	3,2	3,25
	500м	10,2	16,2	0,42	0,39	2,23	8,47	14,8	10,1	2,6	3,0
	1000м	8,8	18,1	0,39	0,59	1,65	7,01	11,4	61,2	3,0	4,0
СВ	100м	26,7	8,3	1,02	1,22	2,97	23,4	18,2	98,0	3,6	3,5
	500м	22,3	8,5	0,82	0,61	1,67	5,41	32,6	9,58	3,0	7,0
	1000м	14,1	16,4	0,75	1,19	2,68	22,9	14,8	88,6	3,0	1,5
Ю	100м	5,8	20,4	0,34	1,15	4,47	19,5	19,1	58,2	3,0	2,5
	500м	11,2	0,6	0,48	7,13	4,20	9,77	20,1	0,06	3,0	3,25
	1000м	7,5	8,9	0,46	0,62	3,17	5,59	33,4	18,3	3,6	2,0
ЮЗ	100м	10,6	1,2	0,64	1,17	3,01	13,1	17,2	18,4	2,2	3,5
	500м	12,1	9,6	0,66	0,73	3,34	6,18	22,3	10,7	2,6	5,25
	1000м	17,1	9,9	0,75	1,06	3,63	5,98	36,1	7,81	2,6	0,65

Разнообразие динамики содержания тяжелых металлов в почве по направлениям маршрутов объясняется пересеченностью рельефа местности, являющейся бывшим дном Аральского моря (вал Архангельского). Юг и юго-восток представляют повышающийся рельеф, а север и северо-восток – понижающийся от источника. Как известно из физики почв, большое значение для горизонтальной инфильтрации имеет рельеф местности и поскольку агентом тяжелых металлов в нашем случае является вода (сброс буровых растворов), сток в северном направлении больше стока в южном направлении. Поэтому распространение и накопление тяжелых металлов идет больше и быстрее в северном и северо-восточном направлениях.

Пространственная динамика концентрации тяжелых металлов в различных направлениях явно и наглядно может быть отражена графиком полей концентрации (рис.3).



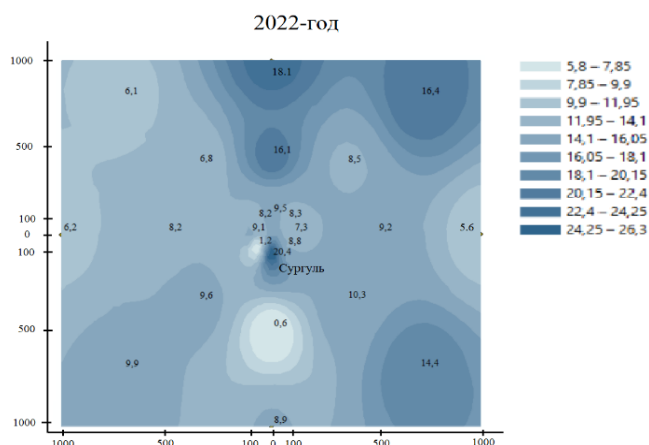


Рис. 3. Пространственная динамика свинца в 2011 и 2022гг.

Неоднородность орографии местности обуславливают образование локальных максимумов концентрации M_i в низинах и локальных минимумов N_i на возвышениях рельефа (рис.3).

Динамика среднего содержания тяжелых металлов в почве выражается положительными трендами (табл.2)

Таблица 2.Тренды динамики среднего содержания тяжелых металлов в почве

Pb	$y=3,863x+1,164$
Cd	$y=0,632x-0,568$
Ni	$y=5,081x-5,152$
Zn	$y=13,372x-6,901$
Cu	$y=1,258x-0,183$

Методом градиентной индикации получены оценки загрязнения почв на 2011 и 2022г. (табл.3)

Таблица 3. Значения G для Pb, Cd, Ni, Zn, Cu

Направление ветра	Годы	Ингредиенты				
		Pb	Cd	Ni	Zn	Cu
Север	2011	-0,0007	-0,001	-0,0008	-0,0004	-0,0003
	2022	0,0024	-0,0001	0,00137	0,00643	0,00065
Северо-восток	2011	-0,0028	-0,0017	-0,0004	0,00003	-0,0006
	2022	0,00167	-0,001	-0,0033	-0,0034	-0,0009
Юг	2011	0,00079	0,0011	-0,001	0,00183	0,00057
	2022	-0,0043	0,00685	-0,0121	-0,0068	-0,0003
Юго-запад	2011	0,00157	0,00066	0,00046	0,0022	0,00042
	2022	0,00246	-0,0012	-0,0057	-0,0014	-0,002

В целом расчеты по предложенному нами методу градиентной индикации показали, незначительную степень влияния газовых месторождений на содержание тяжелых металлов.

Как показали расчеты, радиус загрязнения в 2022г. больше 1км для всех тяжелых металлов и для всех направлений (табл.4).

Таблица 4. Радиус действия тяжелых металлов для всех направлений

Направление ветра			С	СВ	Ю	ЮЗ
Радиус действия (м)	Pb (Свинец)	2011	3975,6	2026,95	4918,4	1263,5
		2022	1050,3	1655,1	1402,6	1205
	Cd (Кадмий)	2011	5197	3412	3606	6202
		2022	12475	49980	3235,8	12938,8
	Ni (Никель)	2011	2701,9	12845,5	3157,7	4229,6
		2022	5952,8	16746	1297,3	1644,1
	Zn (Цинк)	2011	4526,5	4914,6	1955,2	1651,1
		2022	1085,075	19223,4	1158,4	1597,6
	Cu (Медь)	2011	15148	5901,7	4046,9	5598,3
		2022	3274,1	2068,1	4870,2	1457,1

Вычисление суммарной концентрации на расстоянии 100 метров от источника загрязнения показали, что при наличии эффекта суммации для указанных металлов загрязнение почв существенно (таб.5), поскольку больше 1 на всех направлениях: С – 2,816, СВ – 3,823, Ю – 3,213, ЮЗ – 2,712.

Таблица 5. Значения суммарной концентрации для тяжелых металлов

Направления	Загрязнение почв(мг/кг)	
	2011г.	2022г.
Север	2,816	3,376
Северо-Восток	3,823	11,791
Юг	3,213	9,145
Юго-Запад	2,712	5,514

Из таблицы видно значительное увеличение за период 2011-2022гг. суммарной концентрации тяжелых металлов в почве.

Закключение. Проведённое исследование показало, что загрязнение почвогрунтов тяжелыми металлами на осушенном дне Аральского моря связано с техногенным переносом веществ из глубинных пластов в поверхностные слои и их последующим золовым перераспределением. Неоднородность рельефа обуславливает локальные различия концентраций: накопление металлов в низинах и их снижение на возвышенностях. Это усложняет оценку загрязнения, однако комплексный подход позволил выделить основные закономерности распределения тяжелых металлов.

Разработанный метод градиентной индикации позволил определить зону влияния месторождения Сургай на загрязнение почвогрунтов с учетом орографии территории. В среднем содержание тяжелых металлов не превышает ПДК, однако в низинах возможно локальное превышение. Установлено, что совокупное воздействие загрязняющих веществ приводит к эффекту суммации, а анализ суммарной концентрации по критерию Ле Шателье показал превышение допустимого уровня загрязнения. Тренды за 2011–2022 годы свидетельствуют о нарастании содержания тяжелых металлов и росте техногенной нагрузки на экосистему осушенного дна Арала.

Литература

1. Закруткин В.Е., Складенко Г.Ю., Гибков Е.В. Оценка воздействия на окружающую среду предприятий газодобывающей отрасли. //Стратегия устойчивого развития регионов России. 2012. №. 12. - С. 79-82.
2. Hossain M.N., Howladar M. F., Siddique M. A. B. A comprehensive evaluation of the contamination scenario and water quality in the gas fields of north-east region, Bangladesh. // Heliyon. 2024. Т. 10. № 15.
3. Neff J., Lee K., DeBlois E. M. Produced water: overview of composition, fates, and effects. // Produced water: Environmental risks and advances in mitigation technologies. 2011. – С. 3-54. //3
4. Nyieku F.E. et al. Oilfield produced water and constructed wetlands technology: a comprehensive review. // Water Reuse. 2024. Т. 14. №. 4. – С. 481-509. //5

5. Van Straalen N.M. Assessment of soil contamination—a functional perspective. // Biodegradation. 2002. Т. 13. №. 1. – С. 41-52. //7
6. Башкин В.Н. и др. Риск загрязнения почв тяжелыми металлами через газопылевые выбросы. // Проблемы анализа риска. 2019. Т. 16. №. 1. – С. 42-49. //9
7. Опекунова М.Г. и др. Использование методов биоиндикации и биотестирования в оценке экологического состояния территории газоконденсатных месторождений севера Западной Сибири. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. №. 3. – С. 326-344. //10
8. Bogdanov N.A. Heavy metals in soils as indicator of sanitary state of territories: monitoring of the south of Astrakhan region //Journal of Health and Environmental Research. 4 (4). 2018. – С. 119-129. //11
9. Жоллыбеков М. и др. Информационный отчет о выполнении отбора и тестирования образцов почвы и воды на проектной базе УГХК Кунградского района и на месторождении «Сургиль» Муйнакского района. – Нукус: 2011. – С. 60. //13
10. Жоллыбеков М., Жоллыбеков Б., Мырзамбетов А., Жоллыбеков В., Оразымбетов А. Современное экологическое состояние подземных вод обсохшей дно западной части Аральского моря. // Агротехнологические вопросы выращивания сельскохозяйственной продукции. Тез. докл. научн. прак. конф. – Нукус: 2011. – С. 116-118. //14
11. Яшико К., Жоллыбеков Б., Жоллыбеков М., Жоллыбеков В. Содержание ядовитых веществ в почво-грунтах на территории месторождения «Сургиль» западной части Аральского моря. // Вызовы современности, основные направления развития. Тез. докл. Всеросс. научно-практ. конф. 5-7 декабря 2012 г. – Москва: 2012. – С. 587-590. //15
12. Жоллыбеков М.Б., Тлеумуратова Б.С., Уразымбетова Э.П. Изменение химического состава почв при разработке газовых месторождений на юго-западе осушенного дна Аральского моря // Вестник ККО АН РУз. –Нукус: 2023. №1. – С. 68 – 71. //17

РЕЗЮМЕ. Маколада Орол денгизининг куриган тубидаги Сургил газ конлари худудида тупрокларнинг оғир металллар билан ифлосланишини ўрганишга бағишланган. Градиент индикация усули ва Le Shatele мезони бўйича таҳлил ўтказилди. Pb, Cd, Ni, Zn ва Cu, айниқса, шимолий ва шимолий-шарқий йўналишларда тўпланганлиги аниқланди. Алоҳида элементларининг ифлосланиш радиуси 1 км дан ошади, $q > 1$ кўрсаткичи юқори экологик хавфни кўрсатади.

РЕЗЮМЕ. Статья посвящена исследованию загрязнения почв тяжёлыми металлами в районе газовых месторождений Сургиль на осушенном дне Аральского моря. Проведён анализ методом градиентной индикации и по критерию Ле Шателье. Выявлено накопление Pb, Cd, Ni, Zn и Cu, особенно в северных и северо-восточных направлениях. Радиус загрязнения отдельных элементов превышает 1 км, показатель $q > 1$ указывает на высокий экологический риск.

SUMMARY. The article is dedicated to the study of soil contamination with heavy metals in the Surgil gas fields of the dried-up bottom of the Aral Sea. Analysis was carried out using the gradient indication method and Le Chatelier's criterion. Accumulation of Pb, Cd, Ni, Zn, and Cu has been identified, especially in the northern and northeastern directions. The pollution radius of individual elements exceeds 1 km, and the indicator $q > 1$ indicates a high environmental risk.

PARALLEL ALGORITMLARDA MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH SAMARADORLIGI

U.A.Madaminov – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent*

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti

Tayanch so'zlar: OpenMP, OpenCV, algoritim, parallel, yadro, protsessor.

Ключевые слова: OpenMP, OpenCV, алгоритм, параллельный, ядро, процессор.

Key words: OpenMP, OpenCV, productivity, algorithm, parallel, core, processor.

Kirish. Multimedia tizimlarida tasvirlarni qayta ishlaganda veylet jarayonlarini tatbiq etish yaxshi natija beradi. Ayniqsa parallelashtirish algoritmlaridan foydalanish unumdorlik darajasini oshirishga yordam beradi. Tasvirlarni qayta ishlaganda birinchi usul yordamida amalga oshiramiz. Bu usulning amalga oshish algoritmi quyidagicha amalga oshadi: dasturga yuklangan tasvir 2^N qiymat bilan amalga oshadi. Nning qiymati tasvir bo'lingan matritsasi 16×16 o'lchamga ega bo'lguncha amalga oshadi. Bu holatda misol sifatida $N = 1$ ga teng bo'lganda tasvir 4 ta matritsaga ajraladi.

Tanlangan mavzuning dolzarbligi hisoblash texnikasidan foydalangan holda jarayonlarni matematik modellashtirishda, shuningdek ma'lumotlar bazasi ko'rinishida berilgan turli tabiatli ma'lumotlarni tahlil qilinishida qirilgan ilmiy ishlarning tez rivojlanishining natijasi hisoblanadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Parallel hisoblashni amalga oshirish: MPI, OpenMP, klasterlar, panjara, ko'p yadroli protsessorlar, grafik protsessorlar, kvant kompyuterlari bo'yicha G.I.Shpakovskiy [1]. Raqamli

tasvirni qayta ishlashga kirish bo'yicha L.P.Yaroslavskiy [2]. Axborot tizimlarida raqamli tasvirni qayta ishlash borasida I.S.Gruzman [3]. OpenMP texnologiyasidan foydalangan holda parallel dasturlash to'g'risida A.S.Antonov [4] ishlari ilmiy-nazariy tahlil qilindi.

Tadqiqot metodologiyasi. OpenMP algoritmidan foydalanganda 2 yadroli protsessorlarda amalga oshirilganda 2 ta oqimga 2 marta bo'lib beriladi va sikl 2 marta aylanishga to'g'ri keladi. Ketma ket amalga oshirganda esa bu amallar bajarilganda sikl 4 marotaba aylanishga to'g'ri keladi. Bu holatni nazariy jixatdan taxlil qiladigan bo'lsak, unumdorlik 2 marotaba oshadi degan xulosaga kelishimiz mumkin. Ammo OpenMP yordamida oqimlarga ajratganda xotira va protsessor bilan oqimlarni tashkillashtirganda ma'lum vaqt sarflanadi. Chunki oqim yaratilganda xotiraga hosil bo'layotgan oqim uchun dinamik xotira yaratish lozim va oqim o'z jarayonini yakunlaganda dinamik xotirani o'chirish kerak bo'ladi. Keyingi jarayon bu oqimlarni protsessorlarda bajarilish uchun navbatga qo'yish [1:78]. Bu holda ham ma'lum darajada vaqt sarflanadi.