

Полученные результаты вносят значительный вклад в понимание взаимосвязи "структура-реакционная способность" в ряду стабильных радикалов и могут быть полезны для прогнозирования их поведения в различных средах, а также для направленного дизайна новых соединений с заданными свойствами. Перспективы дальнейших исследований включают изучение более широкого ряда заместителей, исследование влияния температуры на кинетические параметры, а также сравнение расчетных данных с экспериментальными результатами для оценки достоверности использованных вычислительных методов. Особый интерес представляет изучение влияния растворителя на селективность процесса при наличии нескольких возможных путей реакции, что может открыть новые возможности для контроля реакционной способности семихинонных радикалов.

Список использованных источников:

1. Kurmanova, A. F., Abilkanova, F. Z., Pustolaikina, I. A., & Nikolskiy, S. N. (2023). Eurasian Journal of Chemistry. *Eurasian Journal of Chemistry*, 111(3), 143-151. <https://doi.org/10.31489/2959-0663/3-23-14>
2. Nikolskiy, S., Abilkanova, F., Kurmanova, A., & Rakhimov, R. (2025). Proton Exchange Between 3,6-Di-Tert-Butyl-2-Hydroxyphenoxyl and Dicarboxylic Acids Studied by Electron Spin Resonance Spectroscopy and Density Functional Theory Calculations. *ChemPhysChem*. <https://doi.org/10.1002/cphc.202500306>
3. Weinhold, F., & Landis, C. R. (2005). *Valency and Bonding: A Natural Bond Orbital Donor-Acceptor Perspective*. Cambridge University Press.
4. Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Scalmani, G., Barone, V., Petersson, G. A., Nakatsuji, H., Li, X., Caricato, M., Marenich, A. V., Bloino, J., Janesko, D. R., Gomperts, R., Mennucci, B., Hratchian, H. P., Ortiz, J. V., Izmaylov, A. F., ... & Fox, D. J. (2019). *Gaussian 16, Revision C.01*. Gaussian, Inc.

ӘӘЖ

## ОРНАЛАСУЫНА ЖӘНЕ ТЕРЕҢДІГІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ – ХИМИЯЛЫҚ ӨЗГЕРУІ СИПАТТАМАСЫ

**Күшербаев С.А.**, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

**Мырзабаев А.Б.**, академик Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан

Топырақтың сапалық құрамына әсер етуші көптеген факторлардың ішінде техногендік ластауыштар әсері айтарлықтай маңызды болады. Өндірістік кәсіпорындардан бөлінетін техногендік қалдықтардың жағымсыз әсері атмосфералық ауаға және топыраққа негативті жүктеме түсіреді. Топырақтың ластануы өндіріс ошағынан айтарлықтай қашықтықта орналасуына және тереңдігіне тікелей байланысты болады. Металлургиялық кешеннің және аса ірі мыс өндіру кешенінің өндірістік шығарындылары құрамындағы зиянды заттардың жел раушанына және топырақтың горизонттына байланысты олардың физикалық-химиялық өзгеруіне ұшырауына ықпал етуі дәрежесін анықтау арнайы зерттеуді қажет етеді.

Металлургиялық кәсіпорынның өндірістік қалдықтары жақын орналасқан аумақтағы топырақтың сапасына жел раушанына байланысты әсер етуі мен Жезқазған өнеркәсіптік аймағындағы өндірістік қалдықтар мен ластауыштардың аумақ топырағы сапасына және ботаникалық бақтың топырағы құрамына әсеріне салыстырмалы түрде талдау жүргізілді.

*Кілт сөздер:* топырақ, гранулометриялық талдау, топырақтың өлшемі мен бөлшектері, топырақ горизонты, өндірістік қалдықтар.

*Кіріспе*

Ірі өнеркәсіп кәсіпорындары орналасқан елді мекендердің топырағы құрамының физикалық – химиялық өзгеріске ұшырауы ғылыми тұрғыдан қызығушылық тудырады. Ұзақ жылдар бойы жұмыс істеп тұрған алпауыт кәсіпорындардың шығарындылары мен бөлінетін ластауыштары топырақтың сапасына айтарлықтай әсер ететіні анықталған. Өнеркәсіптік ластағыштардың қоршаған ортаға бөлінуінің қарқындылығы мен залалдығына байланысты айналадағы топырақ жамылғысы әр түрлі деңгейде зақымданады [1].

Қара және түсті металлургия саласы дамыған өндірістік аймақтарда кәсіпорын маңайына жақын орналасқан аумақтың топырақ сапасына неғұрлым қарқынды жүктеме түсетіні белгілі [3, 4]. Ауыр металдардың көп бөлігі техногендік қалдық заттардан салыстырмалы түрде аз радиуста шаң түрінде топырақ жамылғысына түседі, құрғақ шаң-тозаң ретінде 75-95 %; 15-20 % атмосфералық жауын-шашын арқылы түседі [5].

Топыраққа атмосферадан түсетін ауыр металдардың антропогендік көздерінен басқа, урбанизацияланған аудандардағы ағынды сулардан, өндірістік қалдықтар мен тұрмыстық қалдықтардан келуі мүмкін [6]. Техногендік зиянды қалдықтардың өндіріс ошағы аймағындағы топырақ сапасына әсерін түрлі әдістермен зерттеген ғылыми еңбектерде [7, 8] олардың келтіретін зияндылықтары жан-жақты көрсетілген. Топырақ қабаттарының тұздануы, бүлінуі, гипстік жамылғылардың түзілуі сияқты өзгерістер мұндай техногендік жүктемелерде түрлі деңгейде орын алады.

Сонымен, ірі өндірістік кәсіпорындар маңайында орналасуына және тереңдігіне байланысты топырақтың физикалық – химиялық өзгеруі сипаттамасы зерттеушілік тұрғыдан қызығушылық тудырады.

*Материалдар мен әдістер*

Теміртау қаласында орналасқан «АрселорМиттал Теміртау» металлургиялық кәсіпорыны мен Жезқазған қаласында орналасқан аса ірі «Қазақмыс» корпорациясының кәсіпорындары маңайындағы іргелес жатқан жақын аумақтағы топырақтың гранулометриялық құрамын анықтадық. Алынған сынамалардан қарапайым топырақ

бөлшектерін анықтау мақсатында гранулометриялық әдіспен талдау жасадық. Теміртау қаласы бойынша сынама алынған нүктелер өндіріс ошағына жақын орналасқан қала территориясынан таңдалды (Т1 – «АМТ» кәсіпорынының жел жағынан, 0–10 см горизонтта, Т2 – «АМТ» кәсіпорынының жел жағынан, 10–20 см горизонтта, Т3 – өндіріс ошағынан солтүстік-батыс бағытында тұрғын үйлер маңынан, 0–10 см қабатта кәсіпорынға желдеу жағынан. Жезқазған қаласы аумағында алу нүктелері төмендегідей болды: Ж1–Ж5 – қож жинағы (шлакоотвал). Ж6 – пиритті оғар үйінділерінің астындағы тұзды балшықтан (солончак) төмен орналасқан, Ж7 – ботаникалық бақтың суармалы топырағынан, Ж8 – ботаникалық бақтың суарылмайтын топырағы қабатынан алынды. Әрбір нүктеден топырақтың беткі қабатынан 0–10 см тереңдікте сынамалар алынды.

Алынған сынамалардың қарапайым топырақ бөлшектерін анықтау мақсатында гранулометриялық әдіспен талдау жүргіздік. Талдау жұмыстары Ломоносов атындағы Мәскеу Мемлекеттік Университетінің ландшафттар геохимиясы және топырақ географиясы кафедрасының зертханасында жүргізілді.

#### Нәтижелер

Теміртау және Жезқазған қалаларының өнеркәсіптік шоғырланған аймақтары топырағына жүргізілген гранулометриялық зерттеу нәтижелері олардың бөлшектерінің өлшемі тұрғысынан өзіндік айырмашылықтар бар екендігін көрсетеді. 1-нші кестеде сынама алынған нүктелер бойынша топырақ бөлшектері өлшемінің пайыздық үлес салмағы берілген.

1 кесте – Теміртау және Жезқазған қалаларының өнеркәсіптік шоғырланған аймақтары топырағының гранулометриялық зерттеу нәтижелері, %-бен.

№	Сынама алу нүктесі	Сынама алынған нүктелер бойынша топырақ бөлшектерінің өлшеміне сәйкес үлес салмағы, %			
		0,01	0,001	0,005	0,05
1	Т 2	17,6 ± 3,5	2,3 ± 4,4	11,1 ± 2,6	53,7 ± 4,3
2	Т 3	63,7 ± 3,5	11,5 ± 4,1	49,9 ± 3,0	88,5 ± 6,8
3	Т 5	25,4 ± 6,9	3,6 ± 7,1	18,0 ± 7,0	58,3 ± 7,8
9	Ж 2	57,5 ± 0,6	12,6 ± 2,5	46,9 ± 3,0	73,9 ± 1,7
10	Ж 2/1	1,2 ± 37,3	0,3 ± 31,3	1,0 ± 32,3	5,8 ± 10,8
11	Ж 3	1,3 ± 8,5	0,4 ± 6,4	1,3 ± 7,5	4,3 ± 4,9
12	Ж 7	47,8 ± 2,6	7,5 ± 2,7	35,4 ± 2,3	93,2 ± 0,7
13	Ж 8	59,2 ± 5,0	10,4 ± 5,9	45,6 ± 5,2	98,8 ± 0,3

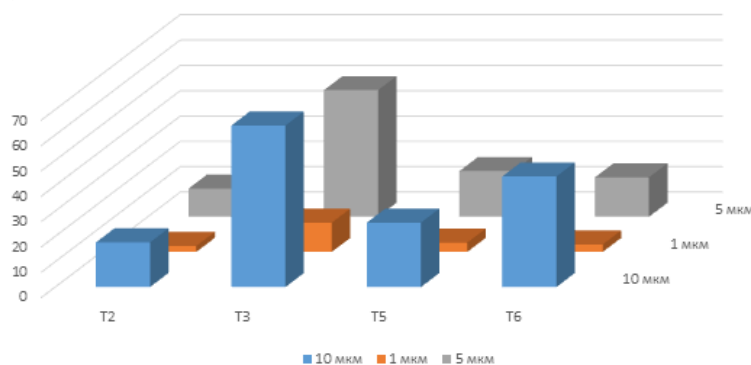
Кесте мәліметтерінен көруге болатындай, топырақ бөлшектері өлшемінің пайыздық үлес салмағы сынама алу нүктесінің горизонтына (тереңдігіне), топырақтың тағайындалуына және өңделуіне байланысты анықталады.

Сынама алу нүктесінің горизонтына (тереңдігіне) байланысты Теміртау қаласының өнеркәсіптік аймағынан алынған үлгілерде айтарлықтай айырмашылықтар болатындығы анықталады. 2-нші диаграммада 0–10 см және 10–20 см тереңдік горизонттарынан алынған сынамалардың нәтижелері берілген. Жоғары горизонттағы (0–10 см) топырақ бөлшектері өлшемінің пайыздық үлес салмағы неғұрлым төменгі горизонт (10–20 см) көрсеткіштерімен салыстырғанда төмен мағынада болатындығы анықталады.

Топырақ бөлшектері өлшемдерінің неғұрлым ақпаратты және мазмұнды көлемі 10 мкм болғандықтан олардың салыстырмалы мағыналары қызығушылық тудырады. 3-нші диаграммада горизонт тереңдігіне байланысты топырақтың бөлшектерінің осы өлшемдерінің мағыналары тереңдікке тәуелді анықталатынын көрсетеді.

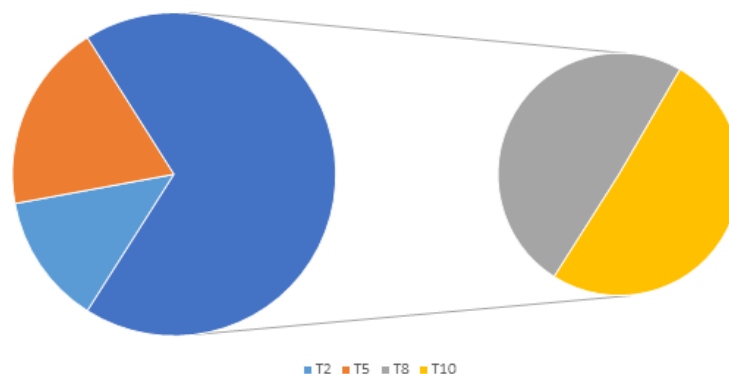
Теміртау және Жезқазған қалаларының өнеркәсіптік шоғырланған аймақтары топырағына жүргізілген гранулометриялық зерттеу нәтижелеріне олардың орналасуына және тереңдігіне байланысты талдау жүргіздік. Анықталған пайыздық үлесіне (20%, 40%, 60%) сәйкес топырақ бөлшегі өлшемінің орташа мәндеріне ол факторлардың әсер етуін бағалау қызығушылық тудырады. Алынған мәліметтер 2-нші кестеде келтірілген.

Топырақ бөлшектері өлшемінің үлес салмағы



2 сурет – Теміртау қаласы бойынша сынама алу нүктесінің горизонтына (тереңдігіне) байланысты топырақ бөлшектері өлшемінің үлес салмағы

Топырақтың бөлшек өлшемінің үлес салмағы



3 сурет – Теміртау қаласы бойынша 10 мкм топырақ бөлшегінің сынама алу нүктесінің горизонтына (тереңдігіне) байланысты үлес салмағы

Жезқазған қаласының шоғырланған аймағы топырағынан алынған сынамалар (Ж2, Ж7 және Ж8) көрсеткіштері үш бақылау мәндері бойынша да Теміртау қаласы топырағының гранулометриялық көрсеткіштерінен салыстырмалы түрде төмен.

2 кесте – Теміртау және Жезқазған қалаларының өнеркәсіптік шоғырланған аймақтары топырағына жүргізілген гранулометриялық зерттеу нәтижелерінің олардың орналасуына және тереңдігіне байланысты көрсеткіштері

№	Сынама алу орындары	Орташа пайыздық деңгей		
		20%	40%	60%
1	T2	12,1 ± 5,6	32,8 ± 5,7	60,2 ± 7,8
2	T3	1,5 ± 3,4	3,2 ± 5,5	8,5 ± 9,2
3	T5	6,2 ± 14,9	24,2 ± 14,1	54,7 ± 17,8
9	Ж2	1,5 ± 2,7	3,4 ± 7,9	11,6 ± 2,7
10	Ж2/1	170,0 ± 3,0	258,5 ± 1,8	352,8 ± 2,1
11	Ж3	120,4 ± 0,2	172,7 ± 0,4	230,3 ± 1,2
12	Ж7	2,2 ± 2,5	6,5 ± 5,9	17,4 ± 3,4
13	Ж8	1,7 ± 5,3	3,9 ± 9,4	10,5 ± 14,0

#### Қорытынды

Шығарынды өнеркәсіптік қалдықтардың әсерінен қоршаған орта мен топырақтың түрлі деңгейде ластануы өндіріс ошағының технологиялық қуаттылығына және пайдаланылатын шикізаттың табиғи құрамына байланысты болады. Негұрлым қуатты және неғұрлым залады шикізатпен жұмыс істейтін кәсіпорындардан бөлінетін зиянды қалдықтар топырақ сапасына жағымсыз ықпал етеді. Мыс өндірісінің аса ірі өндірістік ошақтары орналасқан Жезқазған қаласының және алып металлургиялық кәсіпорын жұмыс істеп тұрған Теміртау қаласының өндіріс ошақтары маңына жақын орналасқан аумақтағы топырақтың сапасы айтарлықтай өзгеріске ұшырайды. Топырақ сапасының сапасына гранулометриялық зерттеу әдісі көмегімен талдау жүргізу нәтижелері топырақтың физикалық-химиялық сипаттамасында урбанизацияланған территорияға тән өзгерістер мен ауытқушылықтар болатындығын көрсетеді. Талдау барысында алынған көрсеткіштерді топырақ сапасын жақсартуға және жер аумағын тиімді пайдалануға бағытталған сауықтыру іс-шараларын әзірлегенде пайдалануға ұсынылады.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Голованов Д.Л., Кравченко Е.И., Аманжолов А., Кушербаев С., Мырзабаев А., Ишмуратова М.Ю., Матвеев А.Н., Мушникова Н.А., Добрыднева Л.В. Засоление, гипсоность и загрязнение почв Жезказганского ботанического сада: 80 лет с момента организации и начала орошения / Материалы IV Всероссийская открытая конференция «Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование». – Москва, Почвенный институт имени В.В.Докучаева, Россия, 5 – 7 декабря 2022.

2 Байхамурова М.О. Түркістан өңірінің топырағына мониторинг / М.О. Байхамурова, Г.Д. Нурбекова // Қазақстан-Британ техникалық университетінің хабаршысы — 2020. — № 3 (54). — Б. 34.

3 Мотузова Г.В. Топырақтың экологиялық мониторингі: оқулық / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова, А.Т. Нұркенова, А.К. Әуелбекова. — Алматы: Экономика, 2013. — 252 б.

4 Рязанов С.С. Пространственно-статистический анализ содержания и подвижности тяжелых металлов в гумусовых горизонтах почв Республики Татарстан / С.С. Рязанов. — Казань, 2019. — 12 с.

5 Нормативы предельно допустимых концентраций валового содержания ртути и мышьяка в землях (включая почвы), расположенных в границах населенных пунктов, для различных видов территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов. — Минск, 2017. — 36 с.

6 Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах / Ю.Н. Водяницкий // Почвоведение. — 2012. — № 3. — С. 368–375.

7 Мырзабаев А.Б. Техногендік зиянды қалдықтарының топыраққа әсерін рентгенофлуоресценттік әдіспен талдау / Д.Л. Голованов, Я. Урбаняк, С.А. Кушербаев, М.Т. Бодеев // Вестн. Карагандинского университета им. Е.А.Букетова. Серия «Биология. Медицина. География». — 2022. - №4. — С.95-100.

8 Кравченко Е.И. Аккумуляция металлов-загрязнителей в почвах Джезказганского ботанического сада за 80 лет с момента организации и начала орошения / Д.Л. Голованов, А.И. Аманжолов, С.А. Кушербаев, Н.А. Мушников // Геоэкология. — 2023. — № 4. — С. 74–81.

УДК 911

## **ЗАВЕРШАЮЩАЯСЯ КАРДИНАЛЬНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ В МЕЖДУРЕЧЬЕ НУРЫ И ЕСИЛЬ (р. ИШИМ), БЛИЗ ГОРОДА АСТАНА**

Лукашов А.А., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Акпамбетова К.М., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Многоэтапная история развития речных долин Центрального Казахстана запечатлена в рельефе эрозионными врезами пяти генераций – от верхнемеловой до верхнечетвертично-голоценовой. Каждая из генераций характеризуется постепенной сменой грубых (в гранулометрическом отношении) фаций аллювия всё более тонкими. Цикл «заканчивается песчано-глинистыми или глинисто-алевритовыми породами, сформировавшимися в условиях низменной уже равнины» [1, с. 67]. На схематической карте «Эрозионные врезы Казахстанского щита», иллюстрирующей цитированную работу, отражена принадлежность всей северо-западной части территории бассейну левого притока Иртыша – реки Ишим. В настоящее время, однако, наблюдается процесс утраты бассейном Оби значительной части своего водосбора – до 50 000 км<sup>2</sup> – за счёт области питания среднего и верхнего течения прежнего Ишима.

Современная река Нура, бассейн которой равен 60,8 тыс. км<sup>2</sup>, на большей части своего протяжения – к югу от города Астана – по-видимому, представляет собою прежние верховья реки Есиль. К юго-западу от столицы Казахстана, в западной – сниженной части Казахского мелкосопочника (Сарыарка) – налицо редкий феномен завершающегося бокового перехвата реки со стороны Тениз-Коргалжынской впадины (рис. 1). Общая площадь впадины составляет 70 000 км<sup>2</sup>, но наибольшее влияние на изменение гидролого-геоморфологической ситуации оказывает активно погружающееся днище собственно озера Тениз.



Рисунок 1. Пресноводная старица реки Есиль (Ишим), лишённая ныне поверхностного водопритока и стока в Есиль, в пойменном междуречье рек Нуры и Есиль близ сел. Караоткель – на участке завершающейся перестройки гидрографической сети. Фото А. Лукашова.