

ХФТАР 68.85.17

ӘӨЖ 631.95

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_3\\_108](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_108)

### ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ АЛҚАПТАРЫНАН ДИФФУЗИЯЛЫҚ ЖЕР ҮСТІ АҒЫНЫНЫҢ ҚАРАТОМАР СУ ҚОЙМАСЫ СУЫНЫҢ САПАСЫНА ӨСЕРІН МОНИТОРИНГІЛЕУДІҢ НЕГІЗГІ ТӘСІЛДЕРІ

Чашков В.Н. – химия магистрі, өңірлік «Smart-орталық» құрамындағы «LabNetWork» зертханалық кешені меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Қуанышбаев С.Б. – а.ғ.д., Басқарма Төрағасы-Ректоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Буғубаева А.У.\* – а.ш.ғ.к., биология, экология және химия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Башев А.В. – «7М05201 Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» БББ магистрантура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Мақалада биогендік элементтердің диффузды ағынын бағалаудың жаңа әдістемелік тәсілін NDMI, NDCI L1 есептелген индекстерін қолдана отырып, жердің спутниктік суреттерінің деректері негізінде алынған биогендік элементтердің ауылшаруашылық алқаптарынан Каратомар су қоймасының акваториясына түсуін талдау мысалында, растрлық суреттердің бақылау полигондарын бөліп көрсету арқылы, оларды құрлықтағы NDM және NDCI L1 көрсеткіштері бойынша су қоймасының акваториясында одан әрі индекс теу арқылы енгізу сипатталған. Бұл әдіс 2021-2023 жж. мамыр-қазан айларында жер үсті ағынымен биогендік элементтердің түзілуі мен түсуін бақылауға мүмкіндік берді және негізгі ластану көздерін анықтайды. Корреляциялық маңыздылық индекстерін есептеу NDMI, NDCI L1 индекстерінің қатынасын талдау кезінде алынған деректердің жоғары сенімділігін көрсетті. Жұмыс барысында қашықтықтан зондтау әдістерімен деректерді жинау және өңдеу бойынша нормативтік талаптар мен ғылыми ұсыныстар зерделенді.

Болашақта бұл әдістемені лотикалық және лентикалық экожүйелерге жататын жер үсті су объектілерінің әртүрлі топтарының суларының биогендік элементтерімен ластануының алдын алу немесе төмендету тетіктерін құру мақсатында ЖҚЗ құралдарын пайдалана отырып, антропогендік немесе техногендік сипаттағы биогендік элементтердің диффузиялық ағынын бақылаудың автоматтандырылған жүйесін құру үшін негіз бола алады.

**Түйінді сөздер:** жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ), ауылшаруашылық ластануы, планктон, цианобактериялар, NDMI, NDCI L1C, су қоймасының мониторингі.

### ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ ВЛИЯНИЯ ДИФFUЗНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕЙ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ КАРАТОМАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Чашков В.Н., магистр химии, заведующий лабораторным комплексом «LabNetWork» регионального «Smart-центра», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Қуанышбаев С.Б. – д.г.н., Председатель Правления-Ректор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Буғубаева А.У.\* – к.с.-х.н. ассоциированный профессор кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Башев А.В. – обучающийся магистратуры ОП «7М05201 Геоэкология и управление природопользованием», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

В статье описывается внедрение нового методического подхода к оценке диффузного стока биогенных элементов с использованием рассчитываемых индексов NDMI, NDCI L1 получаемых на основе данных спутниковых снимков Земли на примере анализа поступления биогенных элементов в акваторию Каратомарского водохранилища с сельскохозяйственных полей путем выделения контрольных полигонов растровых снимков, с дальнейшей их индексацией по показателям NDM на суше и NDCI L1 в акватории водохранилища. Данный метод позволил проследить формирование и

поступления биогенных элементов с поверхностным стоком в течении мая-октября 2021-2023 гг, и выявит основные источники загрязнения. Расчет индексов корреляционной значимости показал высокую достоверность данных, получаемых при анализе соотношении индексов NDMI, NDCI L1. В ходе работ были изучены нормативные требования и научные рекомендации по проведению сбора и обработки данных методами дистанционного зондирования.

В дальнейшем данная методика может стать основой для создания автоматизированной системы контроля диффузионного потока биогенных элементов антропогенного или техногенного характера с использованием средств ДЗЗ с целью создания механизмов предупреждения или снижения загрязнения вод различных групп поверхностных водных объектов, относящихся к лотическим и лентическим экосистемам.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), сельскохозяйственные загрязнения, планктон, цианобактерии, NDMI, NDCI L1C, мониторинг водохранилища.

### MAIN APPROACHES TO MONITORING THE EFFECT OF DIFFUSE SURFACE RUNOFF FROM AGRICULTURAL FIELDS ON THE WATER QUALITY OF THE KARATOMAR RESERVOIR USING EARTH'S REMOTE SENSING

Chashkov V.N. – Master of Chemistry, Head of the LabNetWork laboratory complex of the regional "Smart Center", Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.

Kuanyshbayev S.B. – Doctor of Geographical Sciences, Chairperson of the Board-President, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.

Bugubayeva A.U.\* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.

Bashev A.V. – Master's student, "7M05201 Geoecology and Environmental Management" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan.

The article describes the implementation of a new methodological approach for assessing diffuse runoff of biogenic elements using calculated NDMI and NDCI L1 indices derived from satellite imagery data. The study focuses on analyzing the inflow of biogenic elements into the Karatomar Reservoir from agricultural fields by identifying control polygons in raster images and indexing them based on NDMI on land and NDCI L1 in the reservoir's water area. This method allowed the tracking of the formation and inflow of biogenic elements with surface runoff during the period from May to October 2021-2023, identifying the primary sources of pollution. The calculation of correlation significance indices showed high accuracy in the data obtained when analyzing the relationship between NDMI and NDCI L1 indices. During the research, regulatory requirements and scientific recommendations for data collection and processing using remote sensing methods were studied. This methodology could later serve as the basis for developing an automated system to monitor the diffuse flow of biogenic elements of anthropogenic or technogenic origin, using remote sensing tools. The goal would be to create mechanisms to prevent or reduce pollution of various surface water bodies, including lotic and lentic ecosystems.

**Key words:** Earth's remote sensing, agricultural pollution, plankton, cyanobacteria, NDMI, NDCI L1C, monitoring of reservoir.

**Кіріспе.** Жер үсті суларына іргелес ауыл шаруашылығы алқаптарынан биогендік элементтердің түсуін жедел бақылау ауыл шаруашылық маңызы бар су айдындарындағы су сапасының экологиялық мониторингінің маңызды міндеті болып табылады. Жедел бақылаудың негізгі проблемасы кешенді мониторинг объектілеріне қатысты агрохимиялық және гидрохимиялық көрсеткіштер бойынша далалық деректерді жинаудың күрделілігі мен жоғары құны болып табылады. Бұл жағдай биогендік элементтермен ластану көзі ретінде су қоймасының жағасындағы объектілерді оқшаулауды қиындатады. Қарастырылып отырған мәселенің ықтимал шешімдерінің бірі спутниктік суреттердің растрлық кескіндерін жіктеуге негізделген Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) әдістерін қолдану болып табылады. Бұл жағдайда ең перспективалы-NDVI және NDCI L1C индекстерінің арақатынасын бағалауға болады.

ЖҚЗ әдістерімен деректерді жинауды ұйымдастыру, өңдеу-бұл спутниктік суреттер мен фотосуреттерді пайдалана *using* отырып алынған деректер, ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалана отырып алынған ақпарат негізінде ауыл шаруашылығы объектілерінің, экологиялық мониторинг объектілерінің, су объектілерінің көрсеткіштері бойынша бірегей нәтижелер алуға мүмкіндік беретін тұтас серпінді дамып келе жатқан бағыт. ЖҚЗ әдістерін практикалық қолдану ЖҚЗ құралдарымен жұмыс істеу және деректерді кейіннен өңдеу үшін нормативтік және жалпы дайындықты талап етеді. Табиғи сулардың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштеріне қойылатын талаптарды белгілейтін осы нормативтік құжаттарды пайдалану экологиялық мониторинг объектілеріне кешенді бағалау жүргізу кезінде аса маңызды ақпараттық база болып табылады.

NDMI-ылғалдылықтың нормаланған айырмашылық индексі өсімдіктердегі ылғалдық деңгейін анықтауға мүмкіндік береді, демек, дақылдарды қарқынды немесе артық суару жүргізілетін ауылшаруашылық алқаптарын бөліп алуға мүмкіндік береді, бұл су жинау жүйесі арқылы диффузды ағыны бар азот, фосфор және калийдің қозғалмалы түрлерінің артық концентрациясының іргелес су объектілеріне көшу қаупін жанама бағалауға мүмкіндік береді [1, 1054 б.; 2, 4 б.].

NDSI L1 индексі су объектілеріндегі цианобактериялардың хлорофилл-а құрамын бағалауға мүмкіндік беретін нормаланған хлорофилл айырмашылық индексінің (DCI) модификациясы болып табылады. Сондай-ақ, бұл индексті Kravitz және басқалар калибрлегенін атап өткен жөн [3,4], ол микробалдырлардың тек бір таксонының астында – *Microcystis Aeruginosa*, гепатоксин және канцероген болып табылатын микроцистин токсинінің түзілуіне байланысты дәлелденген уыттылығы бар космополит түрі [5, 68 б.].

Қаратомар су қоймасы (1-суретті қараңыз) осы зерттеудің объектісі ретінде Тобыл өзеніндегі ең ірі су қоймаларының бірі болып табылады, көлемі 791 млн м<sup>3</sup> Рудный қаласы мен Қашар кенті үшін ауыз сумен жабдықтаудың, сондай-ақ "ССКӨБ" АҚ Соколов-Сарыбай тау-кен байыту комбинатының өндірістік процестері үшін техникалық сумен жабдықтаудың негізгі көзі болып табылады. Су қоймасы 1966 жылы пайдалануға берілген және Аят өзені мен Тобыл өзенінің түйіскен жерінде орналасқан [6, 22 б.]. Су қоймасындағы судың сапасы антропогендік және техногендік факторлар кешеніне байланысты. Тікелей су жинау шегінде Аят өзенінің сол жағалауындағы рекреациялық объектілердің үлкен тобы, Аят және Тобыл өзендерінің иілуіндегі суармалы алқаптар, Тобыл өзенінің оң жағалауындағы бокситтердің ашық әзірлемелері бар, олар жыл мезгіліне байланысты диффузды жер үсті ағыны нәтижесінде су қоймасына биогендік элементтердің түсуінің негізгі көздері болып табылады. 2024 жылғы рекордтық су тасқынына дейін су қоймасында су сапасының айтарлықтай төмендеуі байқалды. "Қазгидромет" ШЖҚ РМК деректері бойынша 2023 жылы [7] су қоймасындағы судың сапасы 5-сыныптан >5-ке дейін нашарлады (нормаланбайды), бұл халықты сапалы сумен қамтамасыз ету үшін жер асты суларының Қаратомар кен орнын пайдалануға беру жөніндегі жобалау-сметалық құжаттаманы әзірлеудің басталуына түрткі болды [8].

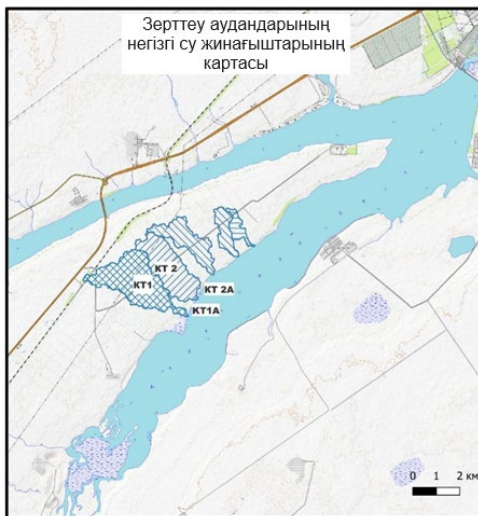
Судың нашарлауының негізгі себебі су қоймасы цианобактериялардың әртүрлі таксономиялық топтарының жаппай дамуы болып табылады және бұл жағдай ХХ ғасырдың 90-шы жылдарының басынан бастап мезгіл-мезгіл байқалады, деп хабарлайды Қаратомар бөгеті қызметкерлерінің жергілікті мониторингі [9].



Белгілеу шарттары:

- I. Алқаптар
- II. Ашық даярламалар
- III. Рекреациялар

1 сурет – судың биогендік ластану көздерінің негізгі топтары бар Қаратомар су қоймасының жалпы көрінісі



2 сурет – зерттеу ауданының негізгі су жинағыштары және растрлық деректерді талдаудың бақылау алаңдары бар Қаратомар су қоймасының картасы

Ғылыми зерттеулер 2023-2025 жылдарға арналған жоба бойынша ғалымдардың зерттеулерін "Солтүстік Қазақстанның гидротехникалық инженерлік құрылыстарының су ресурстарын жедел мониторингілеу және экологиялық бақылау жүйесін құру" тақырыбында және қаржыландыру көзі (Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті) бойынша гранттық бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде орындалды.

**Мақсат, міндеттер.** Осы зерттеудің негізгі мақсаты, ең алдымен, суармалы ауыл шаруашылығы алқаптарын пайдаланудың жергілікті облыстағы, Тобыл өзені ауданындағы Қаратомар су қоймасының акваториясына жер үсті ағыны бар биогендік элементтердің түсуіне әсерін жедел бағалау әдіснамасын таңдау (1,2-суретті қараңыз) және оны ЖҚЗ әдістерін пайдалана отырып, ластанудың ұқсас түрінің өзге де көздерінің барлық спектрінен бөліп алу болып табылады. Осы мақсат шеңберінде 2021-2023 жж. мамыр – қазан айларында қажетті спутниктік суреттерді іріктеумен байланысты тиісті міндеттер таңдалды, бұлттылық деңгейі түсірілім көлемінің 20% -нан аспайды. NDMI және NDCI L1C индекстерін геоақпараттық есептеу арқылы таңдалған суреттерге талдау жүргізілді және су қоймасы акваториясындағы цианобактериялардың даму қарқындылығының геоақпараттық индексі жанама талдау арқылы биогендік элементтердің негізгі қозғалыс ағындарын көрсету мақсатында индекстер деректерінің арақатынасының картографиялық деректерін жасау үшін оларды әрі қарай өңдеу жүргізілді.

Жұмыстар барысында қашықтықтан зондтау әдістерімен деректерді жинау және өңдеу бойынша нормативтік талаптар мен ғылыми ұсынымдарды, сондай-ақ табиғи сулардың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштеріне қойылатын талаптарды белгілейтін нормативтік құжаттарды зерделеу бойынша мақсаттар қойылды.

NDMI және NDCI L1C индекстері арасындағы корреляциялық тәуелділікті құру үшін индекстелген спутниктік суреттердің растрлық деректерін талдаудың сынақ алаңдарын бөліп көрсету мақсатында зерттеу аймағындағы негізгі су жинағыштардың картографиялық есебі жүргізілді, өйткені су қоймасындағы биогендік заттардың диффузиясы мен *Microcystis* тұқымдас микробалдырлардың жаппай дамуын тіркеу арасында айтарлықтай уақыт артта қалды.

**Материалдар мен әдістер.** Осы зерттеу Қаратомар су қоймасында судың гүлденуі бойынша спутниктік деректерді талдауға негізделген Жерді қашықтықтан зондтау әдістерінің кешенін (NDCI L1C индексі, normalised difference Chlorophyll Index негізінде жасалған) және іргелес ауыл шаруашылығы алқаптарында NDMI (Normalised difference Moisture Index) индексінің өзгеруін пайдаланды.

Индекстерді есептеу ресурстардың аспаптық жиынтығын қолдану арқылы жүргізілді sentinel-hub.com. осы ресурстың өтеусіз негізде жария ақпарат беру жөніндегі саясатына байланысты өңделгеннен кейін алынған спутниктік суреттерде геобайланыс болмайды. Нәтижесінде Google Earth, QGIS 3.36.4 сияқты бағдарламалық өнімдердің құралдар кешенін қолдануға тура келді, бұл спутниктік суреттерді Google Earth бағдарламасында құрылған полигонның көлемі арқылы геореферациялауға мүмкіндік береді, оның негізінде ресурста өңделген және жіктелген спутниктік суреттің көлемі алынады sentinel-hub.com QGIS 3.36.4 бағдарламасында суретті геореферациялауға мүмкіндік береді, содан кейін алынған geotif файлы экспорттайды ArcGIS Pro бағдарламасына, онда қабаттарды біріктіру және ауылшаруашылық жерлерін суару мен іргелес су қоймасындағы көк-жасыл балдырлардың даму тенденциялары арасындағы тәуелділікті анықтау үшін оларды әрі қарай талдау арқылы суреттерді одан әрі геоөңдеу жүргізілді.

NDVI L1C индексінің мәндерін анықтау ArcGIS Pro бағдарламасындағы растрлық классификация шебері арқылы жүргізілді NDMI индексі ресурсты талдаудың кіріктірілген құралы арқылы анықталды sentinel-hub.com.

Ауылшаруашылық дақылдарын өсіру кезінде биогендік элементтердің шамадан тыс түсуі негізінен қозғалмалы азот пен фосфордың жер үсті ағынымен қоныс аударуына ықпал ететін шамадан тыс ылғалдың нәтижесінде пайда болатындықтан, өзендердің иілуіндегі негізгі су жинағыштар бөлінді. Аят және Р. Тобыл saga GIS 9.2.0 бағдарламасының аспаптық жиынтығын пайдалана отырып, бұл су қоймасындағы NDCI L1C индекстерінің жергілікті мәндерін (ағымды ескере отырып) және іргелес ауыл шаруашылығы алқаптарындағы NDMI индексі есептеу үшін бақылау алаңдарын бөлуге мүмкіндік берді.

**Практикалық зерттеулердің нәтижелері. Талқылау.** Әдеби деректерді талдау биогендік элементтердің қоршаған ауылшаруашылық жерлерінен су қоймаларына диффузиясына әсер ететін негізгі факторлар жасанды суару арқылы да, табиғи жауын-шашын арқылы да топырақтың ылғалдылығының қарқындылығы, сондай-ақ топырақ ылғалының булану дәрежесіне әсер ететін температура факторы екенін көрсетеді [10]. Сонымен қатар, су қоймасында цианобактериялардың дамуы ең алдымен температура факторына байланысты (агроценоздағы бәсекелестік артықшылықтар көк жасыл балдырлар тек 25°C-тан жоғары су температурасында алынады), екіншіден, судың биогендік элементтерінің концентрациясына байланысты [11].

Зерттеу жүргізу кезінде жерді ғарыштан қашықтықтан зондтау әдістерін қолдана отырып, жұмыстарды ұйымдастыруға және жүргізуге жалпы және арнайы талаптарды белгілейтін нормативтік құжаттар мен ғылыми ұсыныстар зерделенді. Мысалы, Жерді ғарыштан қашықтықтан зондтау. Ғарыштан Жерді қашықтықтан зондтау өнімдері мен қызметтері ГОСТ Р 70031-2022 Жалпы талаптар, ГОСТ Р 59079 – 2022 Ғарыштан Жерді қашықтықтан зондтау деректерінің түрлері, ГОСТ Р 59480 – 2022 Ғарыштан Жерді қашықтықтан зондтау деректерін өңдеу деңгейлері, ГОСТ Р 70155-2022 Оптикалық-электрондық байқау ғарыш аппаратын түсірудің үлгілік режимдері. Сондай-ақ, планктон мен

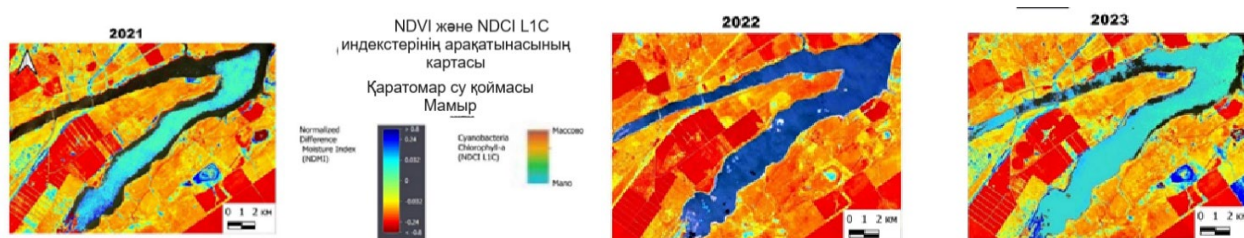
микроорганизмдердің құрамын бағалауды қоса алғанда, судың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштерін бағалау бойынша нормативтік талаптар зерттелді.

Осы зерттеу барысында NDMI және NDCI L1C көрсеткіштерінің өзгеруіне тәуелділіктің толық талдауы жүргізілді, жауын-шашынның айлық мөлшері, оң температураның қосындысы (1-ші кестені қараңыз). Сондай-ақ қар жамылғысының максималды биіктігі мен қардың еру қарқындылығы туралы мәліметтер қарастырылды. 1-ші кестеде "Қазгидромет" ШЖҚ РМК-ның 2021-2023 жылдарға арналған метеорологиялық деректерінің, Рудный қаласының метеостанциясы деректерінің NDMI және NDCI L1C сынақ растрлық аудандарының орташа индекстерімен арақатынасы келтірілген.

1 кесте – NDMI және NDCI L1C сынақ растрлық аудандарының орташа индекстерімен метеорологиялық мәліметтердің арақатынасы

Күні	Жауын-шашын, мм			Оң температураның қосындысы, С°			NDMI (орт.)			NDCI L1C (орт.)		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Мамыр	24,9	37,6	15,7	615,2	416,2	492,3	-0,18	-0,24	-0,16	0,06	0,01	0,09
Маусым	8,3	32,7	89,3	638,3	558,9	583,6	0,08	0,15	0,34	0,16	0,22	0,18
Шілде	60,5	35,5	24,8	673,7	687,5	724,4	0,32	0,68	0,52	0,44	0,19	0,54
Тамыз	0,6	14,9	83,2	702,6	650,1	595,2	-0,011	0,02	0,36	0,72	0,41	0,54
Қыркүйек	19	12,4	32,8	334,2	430,8	392,5	0,05	-0,09	0,01	0,36	0,03	0,41
Қазан	13,1	31,4	56,8	159,8	118,9	192,5	0,01	-0,08	н/д	0,28	0,03	н/д
Барлығы	126,4	164,5	302,6	3123,8	2862,4	2980,5						

Мамыр айындағы индекстелген спутниктік суреттердің деректерін талдауы 2021 жылы Каратомар су қоймасының оң қолында цианобактериялардың өте әлсіз дамуы тіркелгенін көрсетеді, ұқсас жағдай 2023 жылы байқалды, *Microcystis Aeruginosa* әлсіз даму аймағы айтарлықтай үлкен болды және Каратомар су қоймасының сол қолының бір бөлігін басып алды. 2022 жылы көк-жасыл балдырлардың дамуы іс жүзінде тіркелген жоқ, 3-суретте көрсетілгендей, шағын учаскелер тек су қоймасы жеңінің төменгі оң жағында бекітілген.



3 сурет – 2021-2023 ж. мамырдағы NDVI және NDCI L1C индекстерінің арақатынасының картасы

Көктемгі кезеңдегі негізгі ағын қардың еруі есебінен қалыптасатынын ескере отырып, 4-суретте көрсетілген метеорологиялық деректерді талдау 2020-2021 жылдың қысы қар жамылғысының максималды биіктігі бойынша 2021-2022 жылдың қысына, 2022-2023 жылдың қысында қар жамылғысының максималды биіктігі 3 см-ге жоғары болғанын көрсетеді. 2021 жыл 2023 жылдың көктеміне қарағанда әлдеқайда әлсіз болды.

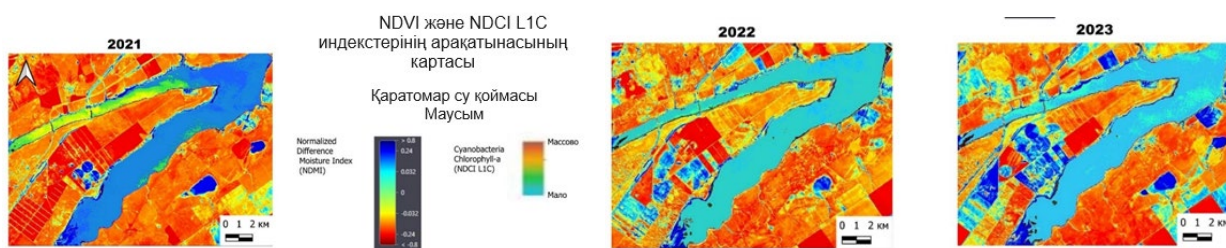


4 сурет – 2020-2023 жж. қысы кезеңдердің метеорологиялық сипаттамалары "Қазгидромет" ШЖҚ РМК деректері бойынша, Рудный метеостанциясы.



Осылайша, қысқы кезеңдегі метеорологиялық сипаттамалар төменде көрсетілген көрсеткіштермен бірге су қоймасындағы цианобактериялардың даму қарқындылығына белгілі бір әсер ететінін көрсететін көп бағытты деректер бар. Атап айтқанда, көгілдір жасыл балдырлардың дамуы, әдеби дереккөздерге сәйкес [11] ауа температурасына тікелей тәуелді судың температурасымен өте айқын корреляцияланады, бұл зерттеуде белгілі бір ұқсас жағдай 2021 және 2023 жылғы мамырдағы оң температура. Бұл кезеңдер 2022 жылға қарағанда оң температураның қосындысына ұқсас. Сонымен қатар, 2023 жылдың көктемінде ерудің жоғары қарқындылығы 2022 жылмен салыстырғанда ndmi индексінің жоғарылауына әкелді. Осылайша, 2021 жылы цианобактериялардың дамуына себеп болған ең маңызды фактор мамыр айындағы ауа температурасы болды, ал 2023 жылы көктемде қарқынды еру және топырақта ылғалдың жиналуы, кейіннен ауылшаруашылық жерлерінен диффузиялық ағын пайда болды.

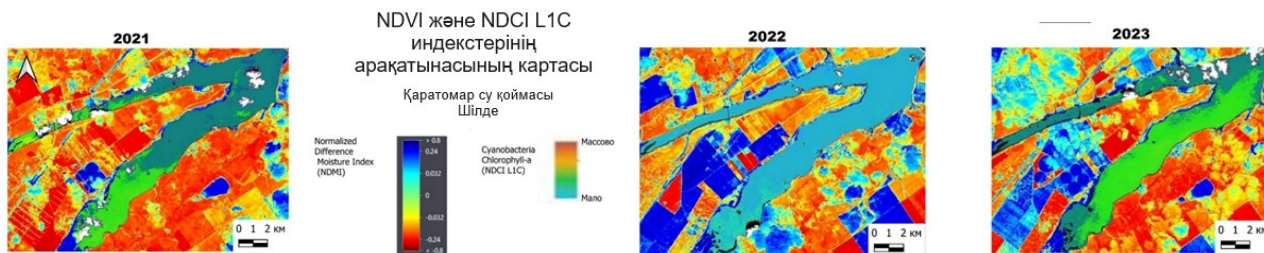
Маусым айындағы индекстелген спутниктерді талдау (5-суретті қараңыз) 2021 жылы қарқынды даму галосы бар цианобактериялардың қарқынды дамуы су қоймасының сол қолында тіркелгенін көрсетеді.



5 сурет – 2021-2023 ж. маусымдағы NDVI және NDCI L1C индекстерінің арақатынасының картасы

Суармалы егістік жерлер, NDMI деректерінен көрініп тұрғандай, сол жақ жеңге жақын жерде жоқ, бірақ Майский кентінің жанында жұмыс істейтін құс фабрикасы бар. Мамыр айында (мамыр жауын-шашын мөлшері 24,9 мм) Аят өзеніне жер үсті ағыны процесінде осы зауыттың көң қоймасынан биогендік элементтердің апатты түсуі орын алған сияқты, ал мамыр айында Аят өзенінде жағалық өсімдіктер әлі қалыптаспаған, сондықтан макрофиттер биогендік элементтерді толық пайдалана алмады, бұл олардың сол жаққа түсуіне ықпал етті. 2022-2023 жылдары 2021 жылға ұқсас жағдай цианобактериялардың дамуы су қоймасының сол қолында тіркелген жоқ. Қаратомар су қоймасының оң қолында көк-жасыл балдырлардың дамуының шағын галосы Тобыл өзенінің оң жақ жағалауына жақын жерде бекітілген. Бұл учаскеде суармалы алқаптар болмағандықтан, биогендердің салыстырмалы түрде аз мөлшері жер үсті ағынымен бірге келеді су қоймасы шекарасына кіретін су жинау бойынша қалдық қоймалар боксит қолын өндіретін кен орындары. Бокситтерді өндіру кезінде бұрғылау-жару жұмыстары кезінде аммиак селитрасы негізіндегі жарылғыш заттар пайдаланылады, ал зарядтар іске қосылмаған кезде оның қалдықтары қалдық қоймаларына түседі. 2022 және 2023 жылдары бұл сурет тіркелген жоқ.

Шілде айындағы индекстелген спутниктік суреттерді талдау (6-суретті қараңыз) 2021 жылы Қаратомар су қоймасының оң қолының төменгі бөлігінде цианобактериялардың дамуының айтарлықтай елеулі галосының болуын көрсетеді, оның дамуына екі фактор себеп болған сияқты – суармалы ауыл шаруашылығы алқаптарынан №1 су жинау бойынша диффузиялық жер үсті ағыны, маусым және шілде айларында ауа температурасының едәуір оң сомасы жағдайында айналмалы жаңбырлатқыш машиналардың көмегімен (маусым 638,3 С° және шілде 673,7 С°) айларында қалдық қоймаларына орайластырылған су жинау бойынша азот мөлiметтерінің үздіксіз түсуі.

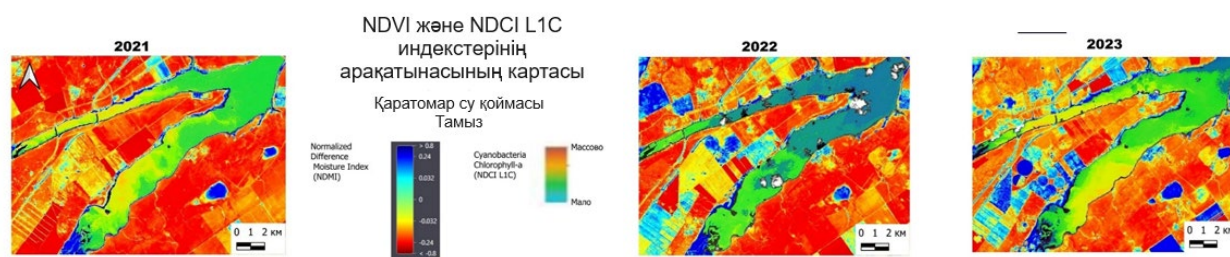


6 сурет – 2021-2023 ж. шілдедегі NDVI және NDCI L1C индекстерінің арақатынасының картасы

2022 жылы суаруға қарамастан цианобактериялардың дамуында айтарлықтай гало тіркелген жоқ. Алайда, осы суреттерден көріп отырғанымыздай, 2022 жылы суару кезінде дөңгелек жаңбырлатқыштар қолданылмаған. 2023 жылы микробалдырлардың даму галосының ауданы едәуір жоғары болды, себебі

спутниктік суреттерден көріп отырғанымыздай, №1 және №2 су жинағышпен шектесетін дөңгелек жаңбырлатқыш машиналардың көмегімен егістіктерді қарқынды суару, сондай-ақ қалдық қоймаларынан азот қосылыстарының түсуі байқалады. Сондай-ақ, су қоймасының сол қолындағы цианобактериялардың даму қарқындылығының галосының төмендеуін атап өту қажет. Бұл жазғы кезеңде су қоймасындағы жағалаудағы макрофиттердің белсенді дамуымен байланысты, яғни көктемде осы суға түскен биогендік элементтердің концентрациясын төмендетті.

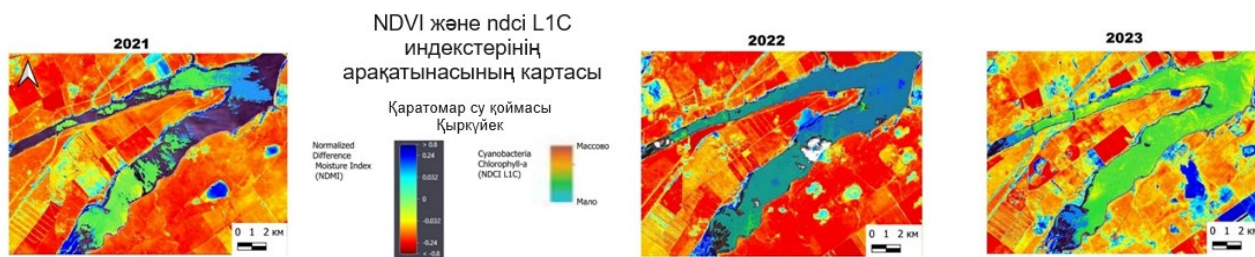
Тамыз айындағы индекстелген спутниктік суреттерді талдау (7-суретті қараңыз) 2021 жылы бүкіл су қоймасында және 2023 жылы су қоймасының көп бөлігінде көк-жасыл балдырлардың қарқынды дамуын көрсетеді. 2022 жылы цианобактериялардың салыстырмалы түрде қарқынды дамуының елеулі галосы сол жақ жеңнің төменгі бөлігінде және оң жақ жеңнің көп бөлігінде, төменгі бөлігінде ең қарқынды даму галосы байқалды.



7 сурет – 2021-2023 жылғы тамыздағы NDVI және NDCI L1C индекстерінің арақатынасының картасы

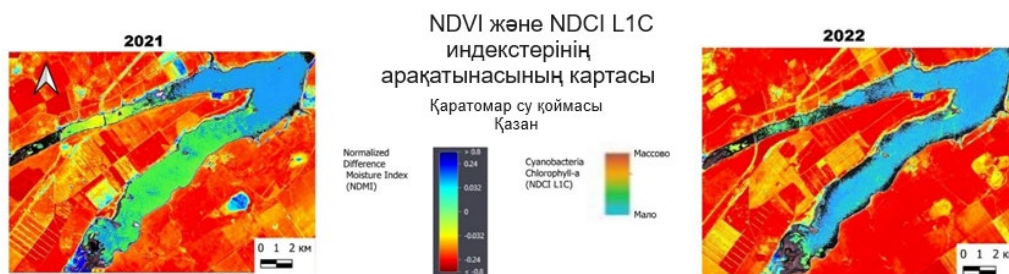
2021 жылы микробалдырлардың едәуір қарқынды дамуы, диффузды жер үсті ағындары бар биогендік элементтердің таралу жолдары нақты белгіленген. Негізінен №2 су жинағышта және аз дәрежеде Тобылдың сол жағалауындағы №1 су жинағышта, шілде айында айналмалы жаңбырлатқыш машиналардың көмегімен ауылшаруашылық жерлерін қарқынды суару байқалды. Өз кезегінде 2023 жылы спутниктік суреттерден көріп отырғанымыздай, ең қарқынды таралу галосы негізінен Тобыл өзенінің оң жағалауындағы су алаптарымен шектелді, бұл көбінесе азот қалдықтарын қалдықтар қоймасына ерітудің кешіктірілген артта қалуымен және олардың су қоймасының су айдынына таралу жылдамдығымен түсіндіріледі. 2023 жылдың маусым айында айлық жауын – шашынның рекордтық мөлшері-89,3 мм, шілденің максимумында жалпы оң температура 724,4 С° құрайды. Дәл осы фактор белгілі бір дәрежеде биогендік элементтердің диффузды ағынының қоршаған аумақтан өрістердің сол қолының суларына және рекреациялық аймақтардың аумақтарына ұлғаюына ықпал етті, сонымен қатар бұл көк-жасыл балдырлардың даму қарқындылығын арттырды.

Қыркүйек айында су температурасының біртіндеп төмендеуіне байланысты су қоймасында балдырлардың дамуының қарқындылығы төмендеді. Ауа-райы көрсеткіші 2021 және 2022 жылдың тамыз айы салыстырмалы түрде құрғақ болғандықтан (сәйкесінше жауын-шашынның айлық мөлшері 0,6 мм және 14 мм), жер үсті ағыны да төмендеді. Ал 2021 жылы тамыз айының құрғақшылығына байланысты Тобылдың сол жағалауындағы суару қарқынды болды, бұл жеңнің төменгі бөлігінде цианобактериялардың салыстырмалы түрде жоғары дамуының көрінісін сақтауға ықпал етті. Өз кезегінде, 2022 жылы цианобактериялардың дамуы өте әлсіз. 2023 жылы тағы бір көрініс байқалады, тамызда (83,2 мм) және қыркүйекте (32,8 мм) қалыптан тыс жауын-шашын су қоймасының акваториясына іргелес барлық су алаптары бойынша биогендік элементтердің диффузды ағынының қарқындылығына ықпал етті, бұл биогендік элементтердің жинақталуына және су қоймасының бүкіл акваториясында балдырлардың қарқынды дамуына ықпал етті және ағынның бағытын, аудандағы осы элементтердің шоғырлануын есепке алғанда Каратомар бөгеті, бұл Спутниктік суретте айқын көрінеді (8-суретті қараңыз).



8 сурет – 2021-2023 ж. қыркүйегіндегі NDVI және NDCI L1C индекстерінің арақатынасының картасы

2023 жылдың қазан айында қатты бұлттылықпен жеткізілген ауа-райының қалыптан тыс жағдайларына байланысты осы кезеңде сапалы спутниктік суреттерді алуға мүмкін болмады. Бұл ретте 2021 жылғы индекстелген спутниктік суреттерді талдау Каратомар су қоймасының оң және сол жағында көк-жасыл балдырлардың даму галосының таралуы бойынша белгілі бір уақытша артта қалушылықты көрсетеді (9-сурет). Сонымен қатар, № 1 және №2 су жинау бойынша жер үсті ағынының жанында оң қолдағы цианобактериялардың дамуы 2021 жылдың қыркүйегінде жаңбырлатқыш машиналардың жұмысын жалғастырумен байланысты. 2022 жылы су қоймасындағы цианобактериялардың даму қарқындылығы көктемгі деңгейге дейін төмендеді.



9 сурет – 2021-2023 ж. қазан айындағы NDVI және NDCI L1C индекстерінің арақатынасының картасы

Сонымен, осы зерттеудің міндеттерінің бірі NDMI және NDCI L1C индекстері арасындағы корреляциялық тәуелділіктерді есептеу болды, сондай-ақ жоғарыда сипатталған деректерді ескере отырып, уақыт кідірісі (ауысым) белгіленеді, шамамен бір айда NDMI индексі мен NDCI L1C индексінің өзгеру сипаты. Осыған байланысты корреляциялық тәуелділікті есептеу 1 айдағы уақыт кідірісімен (ауысыммен) жүргізілді, осы есептеулер төмендегі 2-кестеде көрсетілген.

2 кесте – NDMI индексі мен NDCI L1C индексі арасындағы корреляциялық байланыс, 1 айлық уақыт артта қалады

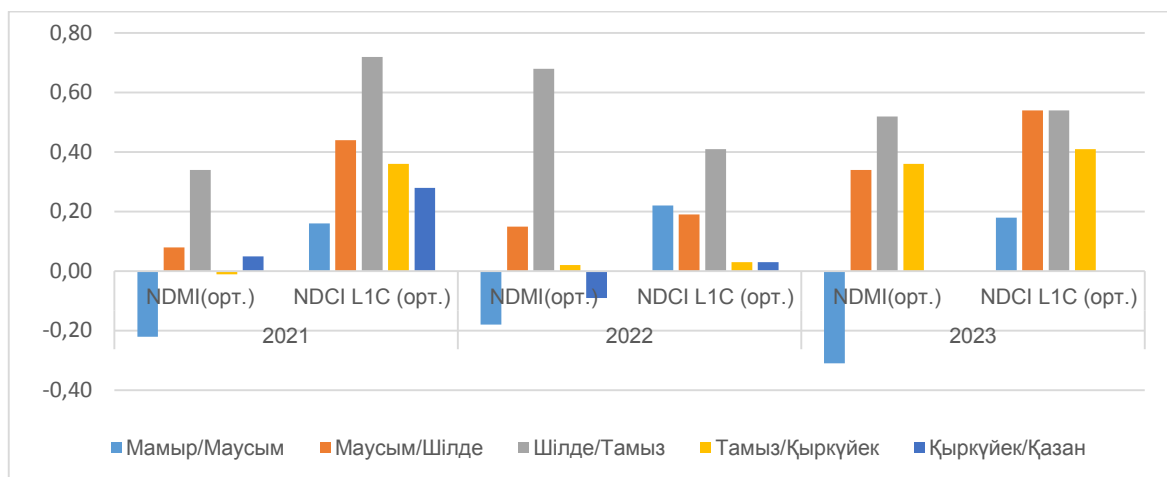
Уақыт кезеңі	NDMI (орт.)			NDCI L1C (орт.)			Айлар
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	
<b>Көрсеткіштер мәндері</b>							
Мамыр	-0,22	-0,18	-0,31	0,16	0,22	0,18	Маусым
Маусым	0,08	0,15	0,34	0,44	0,19	0,54	Шілде
Шілде	0,34	0,68	0,52	0,72	0,41	0,54	Тамыз
Тамыз	-0,011	0,02	0,36	0,36	0,03	0,41	Қыркүйек
Қыркүйек	0,05	-0,09		0,28	0,03		Қазан
<b>Корреляция коэффициенттері (КК)</b>							
Жыл	2021		2022		2023		
Индекс	NDMI (орт.)	NDCI L1C (орт.)	NDMI (орт.)	NDCI L1C (орт.)	NDMI (орт.)	NDCI L1C (орт.)	
КК	0,95		0,77		0,94		

Корреляциялық талдау нәтижелері NDMI индексі мен NDCI L1C индексінің сандық мәндеріндегі өзгерістердің мінез-құлық динамикасын жеткілікті сенімді бақылауға мүмкіндік беретін өте айқын және күшті корреляциялық тәуелділіктерді алды. 2021 жылғы NDMI және NDCI L1C индекстері арасында 0,95, 2022 жылғы ndmi және NDCI L1C индекстері арасында 0,77, 2023 жылғы ndmi және NDCI L1C индекстері арасында 0,94.

Деректердің корреляциясы тәуелділіктің графикалық карталарының гистограммасында да байқалады (10-сурет). Корреляциялық тәуелділік көрсеткіштері 1 айдағы уақыттың артта қалуымен (ауысуымен) бейнеленгенін тағы бір рет атап өтеміз.

Биогендік элементтердің маусымдық диффузиясы негізінен айналмалы жаңбыр машиналарының жұмысы және суда еритін Минералды тыңайтқыштардың артық мөлшері есебінен №1 және №2 су алқаптары бойынша Каратомар су қоймасының су айдынына жалпы жер үсті ағынының қалыптасуында айқын көрінді деп болжауға болады. 2022 жылы бақыланатын алқаптарды суару негізінен дөңгелек спринклер машиналарын пайдаланбай жүзеге асырылды, бұл су қоймасында цианобактериялардың даму галосының қарқындылығын қалыптастырудағы осы фактордың рөлін төмендетуге ықпал етті.





10 сурет – 2021-2023 жылдардағы NDVI және NDCI L1C индекс мәндерінің гистограммасы

**Қорытынды.** Жоғарыда сипатталған зерттеудің нәтижелері суармалы ауылшаруашылық алқаптарынан биогендік элементтердің диффузиялық жер үсті ағынын бағалау үшін NDVI және NDCI L1C индекстерін салыстыру биогендік элементтердің негізгі көздерін анықтауға мүмкіндік беретін жоғары сенімді көрсеткіш екенін көрсетеді. Нақты су жинау жүйелерін оқшаулау. Сонымен қатар, бұл көрсеткіш ауылшаруашылық жерлеріне жатпайтын биогендік элементтердің жалпы ағынынан көздерді бөлуге мүмкіндік береді. Зерттеу жүргізу кезінде Жерді ғарыштан қашықтықтан зондтау әдістерін қолдана отырып, жұмыстарды ұйымдастыруға және жүргізуге жалпы және арнайы талаптарды белгілейтін нормативтік құжаттар мен ғылыми ұсыныстар зерделенді. Сондай-ақ, планктон мен микроорганизмдердің құрамын бағалауды қоса алғанда, судың сапасы мен токсикологиясының көрсеткіштерін бағалау бойынша нормативтік талаптар зерттелді. Болашақта бұл әдістеме лотикалық және лентикалық экожүйелерге жататын жер үсті су объектілерінің әртүрлі топтарының суларының биогендік элементтерімен ластануының алдын алу немесе төмендету тетіктерін құру мақсатында ЖҚЗ құралдарын пайдалана отырып, антропогендік немесе техногендік сипаттағы биогендік элементтердің диффузиялық ағынын бақылаудың автоматтандырылған жүйесін құру үшін негіз бола алады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Косарев А.В., Иванов Д.Е., Микеров А.Н., Савина К.А., Валеев Т.К., Сулейманов Р.А. Применение геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли для оценки влияния аридности территории на качество воды малых рек [Текст] / А.В.Косарев, Д.Е.Иванов, А.Н.Микеров, и др. // Гигиена и санитария. – 2021. Том 100. – № 10. – с.1052-1059.
2. Морозова В. А. Расчет индексов для выявления и анализа характеристик водных объектов с помощью данных дистанционного зондирования [Электронный ресурс] / В.А.Морозова // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. – 2019. – № 2. – 12 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-indeksov-dlya-vyyavleniya-i-analiza-harakteristik-vodnyh-obektov-s-pomoschyu-dannyh-distantcionnogo-zondirovaniya/viewer> (жүгінген уақыты – 20.06.2024).
3. Kravitz, J & Matthews M. Chlorophyll-a for cyanobacteria blooms from Sentinel-2. CyanoLakes. – 2020. [Электрондық ресурс] URL: [https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/cyanobacteria\\_chla\\_ndci\\_l1c/](https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/cyanobacteria_chla_ndci_l1c/) (жүгінген уақыты – 20.06.2024).
4. Kravitz J., Matthews M., Lain L., Fawcett S., & Bernard S. Potential for high fidelity global mapping of common inland water quality products at high spatial and temporal resolutions based on a synthetic data and machine learning approach [Text] / J.Kravitz, M.Matthews, L.Lain, et al. // Frontiers in Environmental Science. – 2021. – 19. – pp. 1523-1545. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.587660>.
5. Волошко Л.Н. Разнообразие токсинов цианобактерий [Текст] / Л.Н.Волошко // Астраханский вестник экологического образования. – 2014. – № 1 (27) – с.68-80.
6. Проектное задание Каратомарского водохранилища на р. Тобол. [Текст]: научно-прикладной справочник / т.8 –М., 1960. – с.20-34.
7. Қоршаған ортаның жай-күйі туралы ай сайынғы ақпараттық бюллетень, РМҚ «Казгидромет», [Электрондық ресурс] URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyu-informacionnyu-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy/2024> (жүгінген уақыты – 20.06.2024).
8. В Рудном питьевую воду из-под земли достанут [Электрондық ресурс] URL: <https://kstnews.kz/news/man-and-nature/item-79573> (жүгінген уақыты – 20.06.2024).

9. Отчет о гидрологических показателях воды в Каратомарском водохранилище за период с 1986 – 1996 гг. Рудный. – 1996 г. – 86 с.

10. Бородычев В.В., Бубер А.Л., Исаева С.Д., Добрачев Ю.П. К обоснованию мероприятий по предотвращению диффузного загрязнения поверхностных водных объектов при орошении на основе имитационного моделирования [Текст] / В.В.Бородычев, А.Л.Бубер, С.Д.Исаева, Ю.П.Добрачев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55) – с. 323-332.

11. Паутова В.Н., Горохова О.Г., Корнева Л.Г., Генкал С.И., Номоконова В.И. Состав и сезонная динамика доминирующих видов в фитопланктоне ивановского водохранилища (волжский плес) [Текст] / В.Н.Паутова, О.Г.Горохова, Л.Г.Корнева, и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. Т. 11. – № 1(4). – с. 677-685.

#### REFERENCES:

1. Kosarev A.V., Ivanov D.E., Mikerov A.N. et al. **Primenenie geoinformacionny'h tehnologij i distancionnogo zondirovaniya Zemli dlya ocenki vliyaniya aridnosti territorii na kachestvo vody' maly'h rek** [Application of geoinformation technologies and Earth's remote sensing to assess the impact of aridity of the territory on the water quality of small rivers]. *Gigiena i sanitariya*, 2021, vol. 100, no.10, pp.1052-1059. (In Russian)

2. **Morozova V.A. Raschet indeksov dlya vy'yavleniya i analiza harakteristik vodny'h ob"ektov s pomoshch'yu danny'h distancionnogo zondirovaniya** [Calculation of indices for identification and analysis of characteristics of water bodies using remote sensing data]. *Sovremennye problemy' territorial'nogo razvitiya*, 2019, no.2, 12 p. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-indeksov-dlya-vyyavleniya-i-analiza-harakteristik-vodnyh-obektov-s-pomoschyu-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya/viewer> (accessed 20 June 2024). (In Russian)

3. **Kravitz J., Matthews M. Chlorophyll-a for cyanobacteria blooms from Sentinel-2.** *CyanoLakes*, 2020. Available at: [https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/cyanobacteria\\_chla\\_ndci\\_11c/](https://custom-scripts.sentinel-hub.com/sentinel-2/cyanobacteria_chla_ndci_11c/) (accessed 20 June 2024)

4. **Kravitz J., Matthews M., Lain L., Fawcett S., Bernard S. Potential for high fidelity global mapping of common inland water quality products at high spatial and temporal resolutions based on a synthetic data and machine learning approach.** *Frontiers in Environmental Science*, 2021, 19, pp. 1523-1545. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.587660>.

5. **Voloshko L.N. Raznoobrazie toksinov cianobakterij** [A variety of cyanobacteria toxins]. *Astrahanskij vestnik e'kologicheskogo obrazovaniya*, 2014, no.1 (27), pp.68-80. (In Russian)

6. **Proektnoe zadanie Karatomarskogo vodohranilishcha na r. Tobol.** [The design assignment of the Karatomar reservoir on the Tobol river]. Moscow, 1960, vol.8, pp. 20-34. (In Russian)

7. **Korshagan ortanyn zhaj-kyji turaly aj sajangy akparattyk byulleten', RMK «Kazgidromet»,** [Monthly newsletter on the state of the environment]. Available at: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayushey-sredy/2024> (accessed 20 June 2024). (In Kazakh)

8. **V Rudnom pit'evuyu vodu iz-pod zemli dostanut** [In Rudny, drinking water will be extracted from the ground]. Available at: <https://kstnews.kz/news/man-and-nature/item-79573> (accessed 20 June 2024). (In Russian)

9. **Отчет о гидрологических показателях воды в Каратомарском водохранилище за период с 1986 – 1996 гг.** [Report on hydrological indicators of water in the Karatomar reservoir for the period from 1986 to 1996.] *Rudnyj*, 1996, 86 p. (In Russian)

10. **Borodychev V.V., Buber A.L., Isaeva S.D., Dobrachev Yu.P. K obosnovaniyu meropriyatij po predotvrashcheniyu diffuznogo zagryazneniya poverhnostny'h vodny'h ob"ektov pri oroshenii na osnove imitacionnogo modelirovaniya** [On substantiating measures to prevent diffuse pollution of surface water bodies during irrigation based on simulation modeling]. *Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy'sshee professional'noe obrazovanie*, 2019, no.3 (55), pp. 323-332. (In Russian)

11. **Pautova V.N., Gorohova O.G., Korneva L.G., Genkal S.I., Nomokonova V.I. Sostav i sezonnaya dinamika dominiruyushchih vidov v fitoplanktone ivanovskogo vodohranilishcha (volzhskij ples)** [Composition and seasonal dynamics of dominant species in the phytoplankton of the Ivankovo reservoir (Volzhsky stretch)]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1(4), pp. 677-685. (In Russian)

#### Авторлар туралы мәліметтер:

Чашков Вадим Николаевич – химия магистрі, өңірлік «Smart-орталық» құрамындағы «LabNetWork» зертханалық кешені меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік

университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, Абай даңғ, 28/1, тел.: +77773730369 e-mail: vadimnc@mail.ru.

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – а.ш.д., Басқарма Төрағасы-Ректоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, тел. +77479666571 e-mail: kuanyshbayev65@bk.ru.

Буғубаева Алия Узбековна\* – а.ш.ғ.к., биология, экология және химия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, Абай даңғ, 28/1, тел.: +77058103127 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Башев Артем Вячеславович – «7М05201 Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» БББ магистратура білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ, Абай даңғ, 28/1, тел. +79505223700, e-mail: bashev.03@bk.ru.

Чашков Вадим Николаевич – магистр химии, заведующий лабораторным комплексом «LabNetWork» регионального «Smart-центра», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77773730369, e-mail: vadimnc@mail.ru.

Қуанышбаев Сейтбек Бекенович – д.ғ.н., Председатель Правления-Ректор, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77058854684, e-mail: kuanyshbayev65@bk.ru

Буғубаева Алия Узбековна\* – к.с.-х.н. ассоциированный профессор кафедры биологии, экологии и химии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел.: +77058103127, e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Башев Артем Вячеславович – обучающийся магистратуры ОП «7М05201 Геоэкология и управление природопользованием», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, прос., Абая 28/1, тел. +79505223700, e-mail: bashev.03@bk.ru.

Chashkov Vadim Nikolayevich – Master of Chemistry, Head of the LabNetWork laboratory complex of the regional "Smart Center, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77773730369 e-mail: vadimnc@mail.ru.

Kuanyshbayev Seitbek Bekenovich – Doctor of Geographical Sciences, Chairperson of the Board-President, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77058854684, e-mail: kuanyshbayev65@bk.ru.

Bugubayeva Aliya Uzbekovna\* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +77058103127 e-mail: alia-almaz@mail.ru.

Bashev Artyom Vyacheslavovich – Master's student, "7M05201 Geoecology and Environmental Management" educational program, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, 110000, Kostanay, 28/1 Abai Str., tel.: +79505223700, e-mail: bashev.03@bk.ru.

XFTAP 70.27.11

ӘӘЖ 631.6

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_3\\_118](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_118)

### **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ СОЛТҮСТІК ӨҢІРІНІҢ ЖОҒАРҒЫ ТОБЫЛ ЖӘНЕ ҚАРАТОМАР СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ СУЛАРЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ**

Чашков В.Н. – химия магистрі, өңірлік «Smart-орталық» құрамындағы «LabNetWork» зертханалық кешенінің меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Ысқақ А.\* – а.ш.ғ.к., қолданбалы биотехнологиялық ғылыми-зерттеу институтының директоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Дариббаева С.А. – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Казбекова К.А. – «7М01503 Химия» БББ педагогика ғылымдарының магистрі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.