

Б.Ж. Имамова*, А.К. Мурзалимова

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Глинки көшесі, 20 А
*e-mail: bakimamova@mail.ru

АБАЙ ОБЛЫСЫН СЕЛ ТАСҚЫНЫ ҚАУПІНЕН ҚОРҒАУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Аңдатпа: Бұл мақалада адам өміріне қауіп төндіретін, гидрологиялық қауіптердің ерекше санаты сел тасқындарына сипаттама беріледі. Сел тасқындарының пайда болу факторлары, түрлері жазылған. Абай облысы бойынша сел қауіпті аймақтар, селдің пайда болу шарттары, селдің пайда болуына ықпал ететін табиғи факторлар келтірілген. Арнаның көлбеулігі мен, онда арна шөгінділерінің болуына байланысты сел ағынының массасы мен қозғалыс жылдамдығы өзгеріске ұшырайтындығы және сел көлбеу әсер ету қуаты және тасымалданатын массаның көлемі бойынша бөлінетіндігі сипатталады. Қазақстанда болған сел тасқындарына мысал келтірілген. Селден қорғау селдің пайда болуын болжауды және арнайы іс-шаралар өткізуді қамтиды. Демек, селді алдын алуда қолданылатын қорғаныс құрылыстары, селден қорғау жөніндегі арнайы іс-шараларға агроорман-мелиорациялық іс-шаралар және арнайы гидротехникалық құрылыстар салу қажеттілігі баяндалған. Мұндай құрылыстар қорғалатын нысандарды жоғары сел шығарындыларын ұстауға, сел ағынын нысандардан алыстатуға, сондай-ақ нысанды сел ағынының соққы әсерінен қорғауға арналған. Селдің қалыптасу аймағында жер бедерін жоспарлау, дренаждарды орнату, жер үсті және жер асты суларын бұру, орман мелиоративтік жұмыстар жүзеге асыру қажеттігі мен сел қаупі бар аудандарда қауіпсіздік шаралары баяндалған.

Түйін сөздер: сел; қауіпсіздік; мореналық көл; гидротехникалық құрылыстар; сел тасқыны; су бекеті; геологиялық құрылым; сел бассейні; қорғау; жер бедері.

Қазақстан жерінде орын алатын селдердің қуаты мен қиратушылығы бойынша күші ТМД елдерінің арасында алғашқы орындардың бірін алады.

Сел тасқындары өзендердің арналарындағы үлкен еңістіктердің пайда болуларына борпылдақ топырақ мен бөлшектелген материалдардың көптігінен, ұзақ жауған нөсерлердің, қарлар мен мұздықтардың тез еруі, биік таудағы өзендерді бұзатын жойқын тасқын. Селдің алапатты талқандағыш күші өз жолында кездескен барлық гидротехникалық ғимараттар мен бөгеттерді бұзып, жазық пен өзен жағаларын бүлдіреді.

Сел тасқыны (арабша сайль – жойқын тасқын) – мұздықтардың, қатты нөсердің ұзақ және қарқынды жаууы немесе мерзімдік қар жамылғысының еруі нәтижесінде, мореналық-мұздық көлдердің жырылуынан, мұздықтар мен мореналардың опырылуынан таулы өзендердің алабтарында және құрғақ сайларда кездейсоқ пайда болатын, таулы жыныстарының сынықтары және тастардың, минералды бөлшектердің (ағын көлемі 50-60% дейін) үлкен концентрациясы бар лайлы және лайлы-тасты ағын. Гидрологиялық қауіптердің ерекше санатын селдер құрайды. Сел тасқындарының белсенділігі мен қуаты жөнінен Қазақстан ТМД елдерінің ішінде алдыңғы орындардың бірін иеленеді. Пайда болу генезисіне

байланысты селдер нөсерлі, яғни жауын-шашынның шамадан көп түсуінен, мұздықтық яғни мореналық көлдердің жырылуы және еруі нәтижесінде пайда болады.

Сел тасқындары тау өзендерінде пайда болады, сел тасқындарының құрамы: тас, құм және т.б. материалдарының қоспасынан жинақталады. Қарқынды ұзаққа созылған жаңбыр, таулардағы қар мен мұздықтардың тез еруі, бөгеттердің жарылуы нәтижесінде тау жыныстары суды сіңдіріп, аталған қоспаның көлбеу бойымен қозғалысы жүреді. Арнаның көлбеулігі мен, онда арна шөгінділерінің болуына байланысты сел ағынының массасы мен қозғалыс жылдамдығы өзгеріске ұшырайды.

Сел тасқындарының құрамы 30-70% тасты-сазды материалы бар, тығыздығы 1,6-1,9 т/м³ және құрамы бетон тәрізді масса болып табылады, бұл оларға үлкен деструктивті күш береді. Көлемі бойынша сел шағын, орта және ірі болып бөлінеді.

Сел тасқынының үш аймағы болады: а) селдің пайда болуы; б) транзит; в) шығу конусының пайда болуы және сел тасқынының әлсіреуі.

Сел тасқыны құрамына қарай саз-балшықты, тасты-балшықты және сулы-тасты болып үш түрге бөлінеді.

Сел жолындағы борпылдақ шөгінділерді шайып, қатты тау жыныстарын бұзып, ағаштарды түбірімен қопарып, салмағы ондаған тонналық тастарды ағызып әкетеді. Сел Қазақстанның таулы аумақтарында Іле Алатауы, Жетісу Алатауы, Сауыр, Тарбағатай, Алтай тауларындағы Үлкен Алматы, Кіші Алматы, Қаскелең, Есік, Талғар, Текелі, Сарқант, тағы басқа өзендердің алаптарында жиі болып тұратын табиғат құбылысы.

Сел – құрамындағы орасан зор энергияға және кенеттен пайда болатын жоғары қозғалыс жылдамдығына байланысты үлкен қауіп төндіреді. Сел өз жолында ғимараттарды бұзады, егістік алқаптары мен егінге үлкен зиян келтіреді және адам шығынына әкеледі. Сел тасқынының астында қалған ауылдар, тіпті қалалар да белгілі.

Селдің ең үлкен тасқындарының бірі 1921 жылы Алматыда болды, онда бірнеше жүз үй лайлы-тасты ағынмен бұзылып, бірнеше ондаған адам қайтыс болды. Осы тасқынмен жиналған тас материалының көлемі 1,5 миллион м³-ден асты, ал оның массасы 3 миллион тоннаны құрады.

Сел кезінде қатты материалдың үлкен бөлігі су ағынына түседі, оның көлемі жүздеген миллион – миллиард текше метрге жетуі мүмкін.

Селдің пайда болу шарттары:

– өзен арналарына судың үлкен көлемінің тез келуі;

– жер бетінің едәуір еңістері;

– оңай шайылатын борпылдақ ұсақ түйіршікті материалдың болуы. Мұндай жағдайлар әдетте таулы жерлерде кездеседі.

Селдің пайда болуы табиғи факторларға байланысты:

– жердің геологиялық құрылымы (литология, тау жыныстарының жинақталу реті және т. б.);

– жер қыртысының тектоникалық қозғалысы;

– беткейлердің бедері;

– климаттық және гидрогеологиялық жағдайлар.

Сел көлбеу әсер ету қуаты және тасымалданатын массаның көлемі бойынша бөлінеді:

– аса қуатты (көлемі 1 млн. м³ астам);

– қуатты (100 мың м³ астам);

– орташа қуатты (10-100 мың м³);

– қуаты аз (10 мың м³ дейін).

Әдетте селдер шамамен 10-15 км/сағ жылдамдықпен қозғалады, сел ағынындағы қатты компоненттің құрамы 1 м³ суға 100 кг-нан асады. Сел ағынымен қозғалатын жеке тастардың массасы 10 т және одан да көпке жетеді. Сел тасқындарының қуаты үлкен болады.

Сел пайда болғаннан кейін, яғни оның сұйық және қатты компоненттерінің қалыптасуы аяқталғаннан кейін сел ағыны арна бойымен қозғалуды жалғастырады. Сонымен қатар, ағынның қозғалысының маңызды ерекшелігі оның импульсті сипаты болып табылады, ол ағынның ұзындығы бойымен ауыспалы түрде қозғалатындығында көрінеді. Қозғалыстың бұл сипаты арнаның тік бұрылыстарымен, оның бойлық беткейлері мен енінің өзгеруімен, кептелістердің болуымен қалыптасады. Селдің импульсті қозғалысы оған сұйық және қатты компоненттердің біркелкі емес түсуімен де анықталады. Нақты жағдайларға байланысты сел

ағынындағы біліктердің саны бірнеше бірліктен бірнеше жүзге дейін өзгеруі мүмкін, ал олардың биіктігі ондаған метрге жетуі мүмкін. Мысалы, 1977 жылы Үлкен Алматы өзенінің (Алматы қ.) арнасынан өткен сел ағынында біліктер саны 200-300 құрады, олардың биіктігі 20 м, ал кейбір жағдайларда – 30 м жетті.

Мұздықтардың еруі нәтижесінде пайда болған селдің қауіптілігін болжау бақыланатын таулы ауданда орналасқан гидрометеостанциялар мен бекеттердің ақпаратын пайдалана отырып, су және термиялық режимдердің қалыптан тыс ауытқуларын анықтауға негізделеді. Гляциалды сел қаупінің белгілері – 3-5 күн ішінде жоғары ауа температурасы, мұздықтан су ағынының жоғарылауы. Нөсерлі жауын-шашынның салдарынан пайда болған селді сел қаупі бар аумақта топырақтың жинақталуын, атмосфералық жауын-шашынның динамикасын анықтау және зерттеу және олардың ылғалдануы кезінде беткейлердің тұрақтылығын есептеу негізінде жүзеге асырылады.

Селден қорғау селдің пайда болуын болжауды және арнайы іс-шаралар өткізуді қамтиды.

Сел қауіптілігінің болжамы сел ағындарының ықтимал салдарларын бағалаумен аяқталады. Бұл бағалау сел ағындарының шығыстарын, олардың қозғалыс жылдамдығын, қатты жыныстардың шығарылу көлемін, арнайы әдістермен орындалатын ағындардың тереңдігін бағалау негізінде орындалады.

Селден қорғау жөніндегі арнайы іс-шараларға агроорман-мелиорациялық іс-шаралар және арнайы гидротехникалық құрылыстар салу жатады.

Агроорман-мелиорациялық іс-шаралар топырақ пен өсімдік жамылғысын бекітуден тұрады, атап айтқанда, топырақты бекітетін және оны эрозиядан қорғайтын орман екпелерін қамтиды.

Арнайы гидротехникалық құрылыстар-бұл сел құрауыштарын ұстау және су ағынын реттеу үшін қызмет ететін бөгеттер; қазаншұңқырлар; сел ағынын арнайы арналған су қабылдағыштарға бұру үшін жасанды арналар. Селмен күресу үшін бөгеттерді пайдаланудың тән мысалы-Алматыдағы селге қарсы бөгеттің құрылысы. 1973 жылы бұл бөгет қаланы күшті сел тасқынынан қорғап, ықтимал апаттың алдын алды.

Абай облысының Ақсуат ауданында үш сел қауіпті учаскелер бар, олар: Қызыл-кесік, Көкжыр, Жантікей.

Қазіргі уақытта тұрақты екі су бекеті жұмыс істейді:

1) Боғас өзені-Қызыл-кесік ауылы

2) Қарғыба өзені-Ақсуат ауылы

Үржар ауданында Кнач Горная, Үржар, Құсақ, Келді-Мұрат, Көктерек, Сабаз, Ақшоқы өзендерінің бассейндерінде жеті сел қауіпті учаскелер бар.

Қызмет көрсетілетін ауданда тұрақты 2 су бекеті жұмыс істейді:

1) Үржар өзені – Жанай ауылы

2) Құсақ өзені – Науалы ауылы

Ақшоқы өзенінің алабында зерттелмеген екі №1, №2 морено – суасты көлдері бар.

Көкпекті ауданында сел қаупі бар үш учаске бар: Заречка, Үлкен-Бөкен, Приображенка.

Бұл ауданда тұрақты 1 су бекеті жұмыс істейді:

1) Көкпекті өзені – Көкпекті ауылы

Аумақтар мен шаруашылық нысандарын сел тасқындарының әсерінен қорғау үшін материалды ұстауға және жинақтауға, оның траекториясын өзгертуге арналған әртүрлі конструкциялардағы қонысқа қарсы құрылыстар қолданылады. Селдердің алдын алу және олардың қалыптасу мүмкіндіктерін жою жөніндегі шаралар тиімді болып саналады.

Өкінішке орай, бүгінгі күні бәрін бұзатын қорқынышты ағынның пайда болуын болжау мүмкін емес. Ғалымдар тек қай аудандарда беткейлердің ықтимал қауіпті екенін көрсетеді. Таулы аймақтардың тұрғындары тұрғылықты жерлерінде орнатылған сел ағындарынан қорғаудың сенімділігіне үміттенеді.

Қорғау шараларына қоныстануға қарсы инженерлік және гидротехникалық құрылыстар салу жатады.

Селге қарсы құрылыстар сел ағындарына әсер ету сипаты бойынша селреттеуші, селекциялық, селдерді тежейтін және селетрансформациялаушы болып бөлінеді.

Мұндай құрылыстар қорғалатын нысандарды жоғары сел шығарындыларын ұстауға, сел ағынын нысандардан алыстатуға, сондай-ақ нысанды сел ағынының соққы әсерінен қорғауға арналған.

Сел шығарындыларын ұстау бөгеттер немесе қазаншұңқырлар құрылғысымен жүзеге асырылуы мүмкін. Тосқауылдар тастан, бетоннан, темірбетоннан, металдардан және басқа материалдардан қоршап тұратын торлы қабырғалар түрінде орналастырылуы мүмкін. Сел бөгеттері селдің қатты ағынының үлкен көлемін ұстап тұруға арналған. Бөгеттің тірек беті тау баурайының бетіне перпендикуляр орналасады. Шөгінді шұңқырлар сел ағынының жылдамдығын төмендетеді.

Қарапайым құрылыстарды атап өтсек арықтар және террассалар жатқызылады. Арық көлденеңінен 10 аспайтын көлбеу беткейлерде орналасады. 10-дан 30°-қа дейінгі тік беткейлерде ені 3,5-4 м сатылы террассалар орналастырылады.

Халықты селдің зардаптарынан қорғау үшін алдын алу шаралары да қабылданады. Мұндай іс-шараларға мыналар жатады:

– сел қаупі бар кезең басталғанға дейін мореналық көлдерге кәріз арналарын орнату және тау көлдерінен суды алдын ала ағызу;

– қардың еру жылдамдығын реттеу арқылы селдің су құрамдас бөлігін азайту.

Белгілі бір жерлерде қардың тез еруін тездету үшін аталған жерлерге қар жамылғысының үстіне көмір шаңын, күйе, күлді шашу арқылы қол жеткізіледі. Бұл тозаңданған жерлерде қардың еруін 15-20 күнге тездетеді, ал судың жалпы беткі ағыны оны аз мөлшерде төгу арқылы азаяды. Ағаш отырғызу арқылы таулардың баурайында жерді нығайту.

Қажет болған жағдайда халықты қауіпті аудандардан құлақтандыру және эвакуациялау жүйесі ұйымдастырылады.

Күресудің белгілі бір әдістерін қолдану сел бассейнінің аймақтарымен анықталады.

Құрылыстардың саны мен құрамы жобамен анықталады және қорғалатын нысандардың маңыздылығына байланысты.

Егер ол барлық кезеңдерде және барлық аймақтарда: қалыптастыру, транзит және түсіру аймақтарында кешенді жүргізілсе, селдермен күрес тиімді болуы мүмкін. Селдің қалыптасу аймағында жер бедерін жоспарлау, дренаждарды орнату, жер үсті және жер асты суларын бұру, орман мелиоративтік жұмыстар жүзеге асырылады. Транзит аймағында жартылай тоған, селеушілер, ағын жылдамдығын төмендету үшін арналарды кеңейту және т.б. жасалады.

Сел қаупі бар аудандарда болған кездегі қауіпсіздік шаралары:

1. Таудағы жағдай туралы баспасөз хабарларын ұдайы қадағалаңыз;

2. Сел қаупі бар биіктікте қатты нөсер жауа бастаса жылдам ол жерден қауіпсіз жерге бару;

3. Сел тасқынына 50-70 м артық жақындамаңыз.

4. Тік жартас пен құлама беткейдің жанына тоқтамаңыз, өйткені тасқынның соққысынан сырғыма мен жартастың опырылуы мүмкін;

5. Сел қауіпті аумақтарда жүрген кезде адамдардың арасындағы қашықтық кемінде 20-30 м болу тиіс.

6. Сел тасқынының белгісін сезген бойда өзен арнасынан қашығырақ кетіп, тау беткейі бойынша мүмкіндігінше жоғары көтеріліңіз;

7. Сел тасқыны өткеннен кейін сел жүрген өзен арнасына түспеңіз, өйткені ол қайталануы мүмкін;

8. Арнаға төмен түскен кезде және онымен жүрген кезде, әсіресе ой-шұңқырдан аса сақ болыңыз.

Әдебиеттер тізімі

1. Ананьева Е.Г. Опасная природа. Необычные и грозные явления природы. – Санкт-Петербург: Эксмо, 2013. – 64 с.
2. Логинов В.Ф., Гальперин Р.И. Опасные метеорологические явления. – Минск, 2010. – 129 с.
3. Баймолдаев Т.А., Виноходов В.Н. Казселезащита. – Алматы, 2010. – 310 с.
4. Хусайынова Н.Т. Природные стихийные явления. – Семей: Интеллект, 2012. – 143 с.
5. Медеу А.Р. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Основы управления. – Алматы, 2011. – Т. 1. – 284 с.

6. Акимов В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. Издание 2-е, переработанное – М.: Высшая школа, 2017. – 592 с.
7. ҚР ТЖМ "Қазселденқорғау" ММ-нің ережесі 09.08.2022 ж.
8. Углонова В.З. Ноксология. Теоретические основы. – Саратов, 2019. – 65 с.
9. Торгунаков Е.А., Мазуров Г.И., Акселевич В.И. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 2012. – 444 с.
10. Козловский В.А. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Козловский, А.В. Козловский, О.Л. Упоров. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 314 с.

References

1. Ananyeva E.G. Dangerous nature. Unusual and menacing natural phenomena. – Saint Petersburg: Eksmo, 2013. – 64 p. (In Russian).
2. Loginov V.F., Galperin R.I. Dangerous meteorological phenomena. – Minsk, 2010. – 129 p. (In Russian).
3. Baimoldaev T.A., Vinokhodov V.N. Kazselezashchita. – Almaty, 2010. – 310 p. (In Russian).
4. Khusayynova N.T. Natural natural phenomena. – Semey: Intellect, 2012. – 143 p. (In Russian).
5. Medeu A.R. Mudflow phenomena in the Southeast Kazakhstan: Management basics. – Almaty, 2011. – V. 1. – 284 p. (In Russian).
6. Akimov V.A. Life safety Safety in emergency situations of a natural and man-made nature: A textbook / V.A. Akimov, Yu.L. Vorobyov, M.I. Faleev, etc. 2nd edition, revised – Moscow: Higher School, 2017. – 592 p. (In Russian).
7. Regulations of the State Institution "Kazselezashchita" of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan 09.08.2022 zh. (In Russian).
8. Uglanova V.Z. Noxology. Theoretical foundations. – Saratov, 2019. – 65 p. (In Russian).
9. Torgunakov E.A., Mazurov G.I., Akselevich V.I. Life safety: textbook. – St. Petersburg: Publishing House of the St. Petersburg University of Management and Economics, 2012. – 444 p. (In Russian).
10. Kozlovsky V.A. Life safety: a textbook / V.A. Kozlovsky, A.V. Kozlovsky, O.L. Uporov. – Yekaterinburg: Publishing House of the Russian State Prof. Unita, 2013. – 314 p. (In Russian).

Б.Ж. Имамова*, А.К. Мурзалимова

Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: bakimamova@mail.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ АБАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ

В этой статье описываются селевые потоки – особая категория гидрологических угроз, которые представляют угрозу для жизни человека. Написано факторы и типы селевых потоков. Приведены зоны селеопасности в Абайском районе, условия для селей, природные факторы, способствующие возникновению селей. Он характеризуется уклоном русла и тем фактом, что в зависимости от наличия в нем русловых отложений масса и скорость движения селевого потока подвержены изменениям, а селевой поток делится по силе воздействия на склон и объему транспортируемой массы. Приведен пример селей, произошедших в Казахстане. Защита от селей включает в себя прогнозирование возникновения селей и проведение специальных мероприятий. Поэтому обозначена необходимость строительства защитных сооружений, используемых при предотвращении селевых потоков, агролесомелиорации и мелиоративных мероприятиях, для специальных мер защиты от селей и специальных гидротехнических сооружений. Такие сооружения предназначены для размещения защищенных объектов с высокими выбросами селевых потоков, для отвода селевых потоков от объектов, а также для защиты объекта от воздействия селевого потока. Обозначена необходимость планирования местности в зоне селей, установки дренажей, отвода поверхностных и

грунтовых вод, проведения лесомелиоративных работ и мер безопасности в районах с риском селей.

Ключевые слова: сель; безопасность; моренное озеро; гидротехнические сооружения; селевой поток; гидропост; геологическое строение; селевой бассейн; защита; рельеф.

B. Imamova*, A. Murzalimova,

Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

*e-mail: bakimamova@mail.ru

ENSURING THE PROTECTION OF ABAY REGION FROM THE THREAT OF MUDFLOWS

This article describes mudflows, a special category of hydrological threats that pose a threat to human life. Factors and types of mudflows are recorded. Mudflow hazard zones in the Abay region, conditions for mudflows, and natural factors contributing to mudflows are listed. It is characterized by the slope of the channel and the fact that, depending on the presence of channel deposits in it, the mass and speed of movement of the mudflow are subject to changes, and the mudflow is divided by the power of impact on the slope and the volume of the transported mass. An example of mudflows that occurred in Kazakhstan is given. Mudflow protection involves predicting the occurrence of mudflows and conducting special events. Therefore, the need for the construction of protective structures used in flood prevention, agroforestry and reclamation measures for special measures to protect against mudflows and special hydraulic structures is outlined. Such structures are designed to contain protected facilities with high mudflow emissions, to divert mudflow away from facilities, as well as to protect the facility from the impact of mudflow. The need to plan the terrain in the mudflow zone, install drains, divert surface and groundwater, carry out forest reclamation works and safety measures in areas with a risk of mudflows are outlined.

Key words: mudflow; safety; moraine Lake; hydraulic structures; mudflow; water station; geological structure; mudflow basin; protection; terrain.

Авторлар туралы мәліметтер

Бакыт Жетписбековна Имамова* – «Химиялық технология және экология» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: bakimamova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1050-5331>.

Асель Кабдығалиевна Мурзалимова – PhD, «Химиялық технология және экология» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: murzalimova78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-9899>.

Сведения об авторах

Бакыт Жетписбековна Имамова* – старший преподаватель кафедры «Химическая технология и экология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: bakimamova@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1050-5331>.

Асель Кабдығалиевна Мурзалимова – PhD, старший преподаватель кафедры «Химическая технология и экология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: murzalimova78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-9899>.

Information about the authors

Bakyt Zhetpisbekovna Imamova* – master of hydrometeorology, senior teacher of the Department «Chemical Technology and ecology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: bakimamova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1050-5331>.

Asel Kabdygalievna Murzalimova – PhD, senior teacher of the Department «Chemical Technology and ecology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: murzalimova78@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-9899>.

Материал 06.06.2023 ж. баспаға түсті.