

Суды тазалаудың физика-химиялық әдістері. Су ресурстарын басқару

Бұл оқулық – «Су үйлесімі» халықаралық жобасына қатысқан сегіз университеттің бірлескен жұмысы. Оқулық ілімдік, сондай-ақ практикалық ақпараттарды, сонымен қатар ұлттық, аймақтық және халықаралық ғылыми және статистикалық мәліметтерді қамтиды. Оқулық студенттер мен аспиранттарға, сонымен қатар суды дайындау мен ақаба суларды тазалау аймағындағы кәсіби мамандарға пайдалы.



«Су үйлесімі» жобасы
www.waterh.net

Жоба мақсаты: су тақырыбы бойынша мамандарды дайындауды гармонизациялау.

Оқулықты жазуда келесі негізгі университеттер қатысты:

- Украина ұлттық техникалық университеті
«Киевтік политехникалық институты»
Киев, Украина
- Норвегиялық жаратылыстану ғылымдарының университеті
Ос, Норвегия
- Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті
Минск, Беларусь
- Тәжікстан тау-металлургиялық институты
Чкаловск, Тәжікстан
- Су шаруашылық және табиғи пайдалану ұлттық университеті
Ровно, Украина
- Украина мемлекеттік химико-технологиялық университеті
Днепропетровск, Украина
- Черкас мемлекеттік технологиялық университеті
Черкас, Украина
- М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті
Шымкент, Қазақстан



Суды тазалаудың физика-химиялық әдістері.
Су ресурстарын басқару

«Су үйлесімі»
жобасы

Суды тазалаудың физика- химиялық әдістері. Су ресурстарын басқару

И.М. Астрелин және Х. Ратнавира
редакциясының басшылығымен
«Су үйлесімі» жобасы, 2015

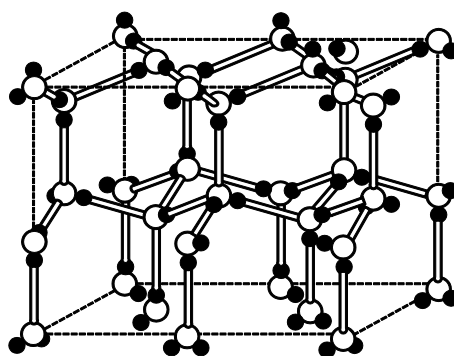


СУДЫ ТАЗАЛАУДЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ. СУ РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ

И.М. Астрелин және Х. Ратнавира редакциясының басшылығымен
«Су үйлесімі» жобасы, 2015



**СУДЫ ТАЗАЛАУДЫҢ
ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ.
СУ РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ**



Шымкент
М. Әуезов атындағы ОҚМУ
2015

Пікір білдірушілер

Александр Пивоваров, т.ғ.д., Украина мемлекеттік химия-технологиялық университетінің ректоры, Днепропетровск

Олег Дормешкин, т.ғ.д., Беларусь мемлекеттік технологиялық университетінің проректоры, Минск, Беларусь

Рустам Азизов, т.ғ.д., Тәжікстан Республикасының ғылым Академиясының вице-президенті

Бұл оқулық- «Су үйлесімі» халықаралық жобасына қатысқан сегіз университет серіктестерінің бірлескен жұмысының нәтижесі. Оқулық ілімдік, сондай-ақ іс-әжірибелік ақпаратпен қатар, ұлттық, аймақтық және халықаралық ғылыми және статистикалық мәлімет-термен қамтылған.

Оқулық студенттер мен аспиранттарға, сонымен қатар ағызынды суларды дайындау мен тазалау аймағындағы мамандар мен кәсіби шеберлерге пайдалы болмақ.

ISBN 978-82-999978-4-3

МАЗМҰНЫ	
АЛҒЫ СӨЗ.....	14
ҚҰРМЕТ БІЛДІРУ.....	16
КІРІСПЕ.....	18
1 БИОСФЕРАДАҒЫ ЖӘНЕ АДАМ ӨМІРІНДЕГІ СУ.....	23
1.1. СУДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ	
ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	25
1.2. ТАБИҒАТТАҒЫ СУ.....	37
1.2.1 Әлемдегі, Еуропадағы, Норвегиядағы және	
Орта азиядағы су ресурстары.....	37
1.2.1.1 Әлемдегі су ресурстары.....	37
1.2.1.2 Еуропадағы су ресурстары.....	40
1.2.1.3 Норвегиядағы су ресурстары.....	44
1.2.1.4 Украинадағы су ресурстары.....	46
1.2.1.5 Беларусь Республикасындағы су ресурстары.....	48
1.2.1.6 Қазақстан Республикасындағы су ресурстары.....	50
1.2.1.7 Тәжікстан Республикасындағы су ресурстары.....	60
1.2.1.8 Қырғызстан Республикасындағы су ресурстары.....	67
1.2.1.9 Ресей Федерациясының су ресурстары.....	71
1.2.1.10 Молдова Республикасының су ресурстары.....	74
1.2.2. Табиғаттағы су айналымы.....	79
1.2.3 Гидросфера химиясы.....	83
1.2.3.1 Табиғи суларда жүретін үрдістердің сипаттамасы.....	83
1.2.3.2. Табиғи сулардағы қышқылды-негіздік тепе- теңдік.....	96
1.2.3.3 Гидросферадағы тотығу-тотықсыздану үрдістері.....	98
1.2.3.4 Табиғи сулардағы бос радикалдар.....	108
1.2.3.5 Табиғи сулардағы ауыр металдар.....	120
1.2.3.6 Табиғи сулардағы өздігінен тазалану үрдістері.....	129
1.2.3.7 Әлемдегі, Еуропадағы, Норвегиядағы, Орта Азия мен	
Орта Азиядағы табиғи сулардың жалпы жағдайы.....	137
1.2.3.7.1 Әлемде табиғи сулардың жалпы күйі.....	137
1.2.3.7.2 Еуропада табиғи сулардың жалпы күйі.....	139
1.2.3.7.3 Норвегияда табиғи сулардың жалпы күйі.....	140
1.2.3.7.4 Украинада табиғи сулардың жалпы күйі.....	142
1.2.3.7.5 Беларусь Республикасында табиғи сулардың	
жалпы күйі.....	146
1.2.3.7.6 Қазақстан Республикасында табиғи сулардың	
жалпы күйі.....	147
1.2.3.7.7 Тәжікстан Республикасында табиғи сулардың	
жалпы күйі.....	149
1.2.3.7.8 Қырғызстан Республикасында табиғи сулардың	
жалпы күйі.....	151
1.2.3.7.9 Ресей Федерациясында табиғи сулардың жалпы	

күйі.....	153
1.2.3.7.10 Молдова Республикасында табиғи сулардың жалпы күйі.....	158
1.3 АДАМ ӨМІРІНДЕГІ СУДЫҢ РОЛІ.....	165
1.4 ӨНДІРІС ТІРШІЛІГІНДЕГІ СУДЫҢ РОЛІ.....	169
1.5 СУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	173
1.5.1 Әлемдегі су мәселелері.	173
1.5.2 Еуропадағы су мәселелері.....	177
1.5.3 Норвегиядағы су мәселелері.....	181
1.5.4 Украинадағы су мәселелері.....	183
1.5.5 Беларусь Республикасындағы су мәселелері.....	184
1.5.6 Қазақстан Республикасындағы су мәселелері.....	185
1.5.7 Тәжікстан республикасындағы су мәселері.....	186
1.5.8 Қырғызстан Республикасындағы су мәселелері.....	189
1.5.9 Ресей Федерациясының су мәселелері.....	190
1.5.10 Молдова Республикасының су мәселелері.....	191
1 тарау сұрақтары.....	194
2 СУ РЕСУСТАРЫН БАСҚАРУ НЕГІЗІ.....	200
2.1 СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК.....	201
2.2 СУ РЕСУРСТАРЫ (СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ) БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІ РЕТІНДЕ.....	205
2.2.1 Су ресурстарын басқару және басқару базасы заңдылығы және регламенттеушісі.....	217
2.2.2. Табиғи суларды мониторингілеудің еуропалық және Ұлттық арнайы ережесі.....	217
2.2.2.1. Табиғи суларды мониторингілеудің еуропалық жүйесіндегі негізгі ережелер.....	209
2.2.2.2. Табиғи суларды мониторингілеудің норвегиялық жүйесіндегі негізгі ережесі.....	220
2.2.2.3. Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығы елдері табиғи су мониторинг жүйесіндегі негізгі ережелер (ТМД-Украинада, Белоруссияда, Қазақстанда, Тәжікстанда және т.б.)	220
2.2.2.4 Шомылуға арналған табиғи сулардың сапасының мониторингі.....	223
2.2.2.5 Құқықтық қорғау және су ресурстарын пайдалану	224
2.2.2.6 Мониторинг туралы түсінік және суды пайдалану, алып кетуді бақылау.....	225
2.2.2.7 Суды қолдану мен алып кетуді экологиялық есепке алу және бақылау.....	226
2.2.2.7.1 Әлем бойынша суды қолдану мен алып кетуді экологиялық есепке алу және бақылау.....	226

2.2.2.7.2 Экологиялық есеп және суды алып кетуді бақылау.....	228
2.2.2.7.3 Норвегиядағы суды пайдалану мен алып кетудің экологиялық есебі мен бақылауы.....	230
2.2.2.7.4 ТМД елдеріндегі ағын суларды бақылау туралы жалпы мәліметтер.....	231
2.2.3 Суды тұтыну мен алып кету нормалары.....	224
2.2.3.1 Экологиялық факторлардың гигиеналық нормативтерінің жалпы жүйеленуінің принциптік жағдайы.....	233
2.2.3.2 Ауыз судың сапалық және сандық көрсеткіштерінің гигиеналық регламенттері.....	239
2.2.3.3 Табиғи сулардың химиялық заттар бойынша гигиеналық регламенттері.....	251
2.3 ХИМИЯЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ СУ ОБЪЕКТІЛЕРІНЕ ТАСТАЛУЫН РЕТТЕУ.....	260
2.4 СУ ШАРУАШЫЛЫҚ ОБЪЕКТІСІНДЕ ТЕХНОГЕНДІ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӨЗАРА ӘСЕРЛЕСУ КӨРСЕТКІШТЕРІ..	273
2.5 СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖӘНЕ СУДЫ АЛЫП КЕТУ ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ НЕГІЗІ	283
2.5.1 Сумен қамтамасыз ету жүйесі және сызбасы	283
2.5.2 Меншікті суды тұтыну.....	285
2.5.3 Суды тұтыну режимі, тұтынушы пунктерге қажетті су мөлшері шығынын есептеуді анықтау.....	286
2.5.4. Сумен қамтамасыздандыру көздері.....	288
2.5.5. Сужинау құрылғылары.....	290
2.5.6. Сораптар және сораптық стансала.....	293
2.5.7. Суды жеткізу жүйесінің сыртқы құрылғылары.....	294
2.6 СУ РЕСУРСТАРЫН БАССЕЙІНДІК БАСҚАРУ ӨЛЕМДЕГІ БАССЕЙІНДІК БАСҚАРУДЫ ТӘЖІРИБЕГЕ ЕНГІЗУ.....	301
2.7 СУ РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУДЫ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ (СРБИ)	309
2.8. СУ РЕСУРСТАРЫН ҚОҒАУ.....	318
2.9 СУ РЕСУСТАРЫН БАСҚАРУДЫ ІС ЖҮЗІНДЕ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУЫ МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ АСПЕКТІСІ.....	322
2 БӨЛІМГЕ ҚОСЫМША: ПРАКТИКАЛЫҚ ТАПСЫРМАЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ШЕШУ МЫСАЛДАРЫ.....	327

П.1 Тұтынуға қажетті ауыз сумен байланысты адам денсаулығының қауіптілігін бағалау	326
П.2 Эквивалентті тұрғындар.....	330
П.3 Тазалаудың қажетті дәрежесін анықтау	332
П.4 Нормативтік мүмкін болатын шығындар	335
2 тарауға сұрақтар.....	339
3 СУДЫ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ ТАЗАЛАУДЫҢ ҮРДІСТЕРІ МЕН АППАРАТТАРЫ.....	346
3.1 СУ ҚОСПАЛАРЫНЫҢ ЖІКТЕЛУІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БӨЛІП АЛУДЫҢ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІ.....	349
3.1 бөлімге әдебиеттер.....	
3.2 ТОРЛАР МЕН ҚҰМҰСТАҒЫШТАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ МЕН КОНСТРУКЦИЯСЫ.....	353
3.3 ТҮНДЫРУ.....	358
3.3.1 Тұндыру үрдісінің теориялық негізі.....	359
3.3.2 Тұндырғыштың топтастырылуы және конструкциясы...	362
3.3.3 Ортадан тепкіш күш әсерімен тұндыру.....	368
3.3.4 Біріншілей тұндырғының есебінің жиынтық әдісі.....	371
3.3.5 Ағынды суларды тынықтыру үрдісінің интенсификациясы.....	373
3.3 бөлімге әдебиеттер.....	377
3.4 СҮЗУ.....	378
3.4 бөлімге әдебиеттері.....	389
3.5 ФЛОТАЦИЯ.....	390
3.5.1 Әдістің қолдану аймағы.....	390
3.5.2 Флотацияның физика-химиялық негізі.....	390
3.5.3 Негізгі технологиялық сұлба және флотациялық қондырғының құрылымы.....	393
3.5 бөлімнің әдебиеттері.....	398
3.6 ХИМИЯЛЫҚ КОАГУЛЯЦИЯ.....	399
3.6.1 Кіріспе.....	399
3.6.2 Анықтамалар мен кілтті терминдер.....	400
3.6.3 Коллойдты жүйелердің тұрақтылығы.....	400
3.6.4 Коагуляция механизмі.....	403
3.6.4.1 Бөлшектерді бөлудің механизмі.....	403
3.6.4.2 Фосфаттарды жою механизмі.....	404
3.6.4.3 Табиғи органикалық заттар (тоз).....	407
3.6.5 Коагулянттар және и флокулянттар. Бейорганикалық коагулянттар.....	407
3.6.6. Гетерекоагуляциялық тазалау үрдісіне әр түрлі	

факторлардың әсері.....	413
3.6.7 Коагулянт мөлшері.....	415
3.6.8. Органикалық коагулянттар.....	416
3.6.9. Флокулянттар.....	416
3.6.10. Коагуляция үрдісінің практикалық қолданылуы.....	417
3.6 бөлімге әдебиеттер.....	417
3.7 АДСОРБЦИЯ.....	419
3.7.1 Негізгі ұғымдар мен анықтамалар.....	419
3.7.2 Әдістің қолданылуы аймағы.....	421
3.7.3 Адсорбциялық үрдістер мен сорбенттердің түрлері мен негізгі сипаттамалары.....	423
3.7.4 Адсорбциялық қондырғылардың схемасы.....	428
3.7.5 Сорбенттерді регенерациялау.....	432
3.7 бөлімге әдебиеттер.....	432
3.8 ИОН АЛМАСУ.....	432
3.8.1 Кіріспе.....	432
3.8.2. Иониттер.....	434
3.8.3. Ион алмасудың физика-химиялық негіздері.....	442
3.8.3.1 Ионалмасу тепе-теңдігі.....	442
3.8.3.2 Ион алмасу кинетикасы.....	445
3.8.3.3 Ион алмасу динамикасы.....	446
3.8.4 Ионалмасу үрдісінің негіздері және технологиясы.....	448
3.8.4.1. Жұмсарту.....	451
3.8.4.2. Минералсыздану.....	452
3.8.4.3. Арнайы ионалмасу үрдістері мен технологиясы.....	453
3.8 бөлімге әдебиеттер.....	456
3.9 МЕМБРАНДЫҚ ҮРДІСТЕР.....	456
3.9.1 Мембраналар және мембраналы элементтер.....	458
3.9.2.Микро және ультрасүзгілеу (МС және УС).....	465
3.9.3 Кері осмос және наносүзгілеу	471
3.9.4 Мембраналардың ластануы мен олармен күрес жолдары.....	482
3.9.4.1 МС / УК мембраналардың ластануы.....	482
3.9.4.2. Наносүзудің және кері осмостың мембранасының ластануы.....	483
3.9.5 Мембраналы технологияны пайдалану.....	486
3.9 бөлімге әдебиеттер.....	488

3.10 ТОТЫҚТЫРУ ӘДІСІ.....	489
3.10.1 Ауа оттегісімен тотықтыру.....	490
3.10.2 Хлор және оның қосылыстары.....	492
3.10.3 Озондау.....	495
3.10.4 Марганец қосылысы.....	500
3.10.5 Сутегі асқын тотығы.....	502
3.10.6 Фотокаталитикалық әдіс.....	504
3.10.7 Ақаба суларды каталитикалық жағу.....	505
3.10 бөлімге әдебиет.....	506
3 тарауға сұрақтар.....	508
Есептер	513
4 ЖИЫНТЫҚ ӘДІС-АЙЛАЛАР МЕН СУДЫ ТАЗАЛАУ ӘДІСТЕРІ.....	516
4.1 ЖИЫНТЫҚ ӘДІС-АЙЛАЛАР МЕН СУДЫ ТАЗАЛАУ ӘДІСТЕРІ.....	518
4.1.1 Су тазалау тәсілдері мен әдістерін таңдаудағы негізгі шаралар.....	518
4.1.2 Сумен қамтамасыздандыруға арналған су көздері.....	520
4.1.3 Сумен қамтамасыздандырудағы тазалау әдістері.....	523
4.1.3.1 Дезинфекциялау үрдістері.....	523
4.1.3.2 Жалпы тазалау үрдістері.....	525
4.1.3.3 Ағызынды суларды ластағыштардан тазартудың технологиялық сызбалары және қондырғылармен жабдықтау	527
4.1 бөлімге әдебиеттері.....	530
4.2. ӨНЕРКӘСІПТІК ЖӘНЕ ТҰРМЫСТЫҚ АҒЫЗЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАЛАУ ӘДІСТЕРІ МЕН ТИПТІК ТӘСІЛДЕРІ.....	531
4.2.1 Ағызынды суларды тазалау әдістері мен тәсілдерін таңдаудың негізгі жолдары.....	531
4.2.1.1 Ағызынды суларды бөлуді ұйымдастыру.....	531
4.2.2 Ағызынды сулардың құрамы.....	534
4.2.2.1 Тазалау әдістері мен тәсілдерін таңдау.....	534
4.2.2.2 Тұрмыстық ағызынды сулардың құрамы.....	535
4.2.2.3 Өнеркәсіптік ағызынды сулардың құрамы.....	537
4.2.2.4 Жерүсті ағызынды сулары.....	538
4.2.3 Кәсіпорын және тұрмыстық ағызынды суларды тазалау әдістері мен типтік тәсілдері.....	539

4.2.4 Механикалық тазалау.....	540
4.2.5 Химиялық және физика-химиялық тазалау.....	542
4.2.6 Биологиялық тазалау.....	548
4.2.6 Қорытынды	553
4.3 АҚАБА СУ ТАСТАМАЛАРЫН НОРМАЛАУ.....	554
4.4 АҚАБА СУЛАРДЫ ЛАСТАУШЫЛАРДАН (ПОЛЮТАНТТАРДАН) ТАЗАЛАУДЫҢ ҚҰРАЛДЫҚ ЖАБДЫҚТАЛУЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СЫЗБАЛАР.....	557
4.4.1 Ақаба суларды тазалау құрылғыларының құралдармен жабдықталуына және сызбаларын жасауға (таңдауға) қажетті жалпы шешімдер.....	557
4.4.2 Тұрмыстық және коммуналды ақаба суларды тазалаудың технологиялық сызбасы құрылдармен жабдықталуы.....	562
4.4.2.1. Кіші кәріз жүйесі	565
4.4.2.2 Тұрмыстық және коммуналды ақаба суларды тазалаудың технологиялық сызбасы.....	567
4.4.3 Өндірістік ақаба суларды тазалаудың технологиялық сызбасы	571
4.4 бөлімге әдебиеттер.....	576
4.5 АҒЫН СУЛАРДЫ ТАЗАЛАУ СХЕМАСЫ ЖҰМЫСЫНДАҒЫ АҚАУЛАРДЫҢ (ТИПТІК) СИПАТТАМАСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖОЮ ТӘСІЛДЕРІ.....	577
4.5.1 Бастапқы тұндырғыштар.....	577
4.5.2 Тұндырғыштар.....	579
4.5.3 Механикалық сүзгілер.....	580
4.5.4 Флотациялық жүйелер.....	581
4.5.5 Коагуляция.....	582
4.5.6 Ионалмастыру сүзгілері.....	584
4.5.7 Кері осмосты қондырғы.....	585
4.5.8 Мембранды жүйе.....	585
4.5.9 Сорбционды сүзгілер.....	689
4.6 АҒЫН СУЛАРДЫҢ ТҮНБАСЫН ПАЙДАҒА АСЫРУ, ЖОЮ, ЗИЯНСЫЗДАНДЫРУ, ӨНДЕУ.....	590
4.6.1 Кіріспе.....	590
4.6.2 Тұнбалардың құрамы және қасиеті.....	592
4.6.3 Тұнбаларлы өңдеу.....	597
4.6.3.1 Тұнбаларды кондиционирлеу	598

4.6.3.2 Тұнбалардың тығыздалуы мен құрғауы.....	601
4.6.3.2.1 Тұнбалардың тығыздалуы.....	601
4.6.3.2.2 Механикалық құрғау.....	604
4.6.3.2.3 Тұнбалық алаңшалар.....	611
4.6.3.3 Қалдықтарды тұрақтандыру.....	615
4.6.4 Қалдықтарды пайдалану, пайдаға асыру, жерлеу.....	618
4.6.4.1 Қалдықтарды пайдалану.....	619
4.6.4.2 Қалдықтарды көміп тастау.....	626
4.6.4.3 Қалдықтарды жағу	627
4.6.4.4 Екіншілей шикізаттарды пайдалану.....	628
4.6 бөлімге әдебиеттер	629
4 тарауға сұрақтар	630
5 СУ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ АҒЫЗЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНДАҒЫ ЖАҢА ТЕНДЕНЦИЯЛАР МЕН ӨНДЕУЛЕР.....	635
5.1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ДАМУҒА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР.....	637
5.1.1 Саяси және қаржылық факторы.....	637
5.1.2 Әлеуметтік және экономикалық факторлар.....	639
5.1.3 Экологиялық факторлар.....	639
5.2 БӨЛУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ.....	640
5.2.1 Дәнді қондырғы арқылы сүзу.....	641
5.2.2 Микроторлар мен маталарда сүзу.....	643
5.2.3 Флотация.....	645
5.2.4 Айналмалы жүйедегі сүзу мен флотация.....	646
5.2.5 Қоспаларды тұндыру.....	647
5.3 ИОНДЫ АЛМСУДАҒЫ ЖАҢА БАҒЫТТАР.....	650
5.3.1 Электродеионизация.....	650
5.3.2 Иониттер негізіндегі гибриді сорбенттер.....	652
5.3.3 Кешенді сүзу қондырғылары.....	655
5.4 МЕМБРАНЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	656
5.4.1 Тура осмос.....	657
5.4.2 Мембраналардың синтезі.....	658
5.4.3 Мембраналы биореактор.....	659
5.4.4 Қақтармен күрес	660

5.5 КОАГУЛЯЦИЯ ҮРДІСІ.....	662
5.5.1 Коагуляциядағы негізгі тенденциялар мен бағыттар.....	662
5.5.2 Технологиялық үрдістерді бақылау.....	664
5.6 ТАБИҒИ ЖӘНЕ АҒЫЗЫНДЫ СУЛАРДЫ ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫ ТОТЫҚТЫРУ ДЕСТРУКЦИЯСЫ.....	664
5.6.1 Фотокаталитикалық тотықтыру.....	665
5.6.2 Үйлестірілген электрохимиялық тотығу.....	667
5.6.3 Жоғары критикалық сулы тотығу.....	668
5.7 ЭЖЕКЦИЯЛЫ-АЙНАЛМАЛЫ ФЛОТАЦИЯ.....	670
5.8 ТЕНДЕНЦИЯЛАР – ҚОРЫТЫНДЫЛАР.....	672
5 бөлімге әдебиеттер.....	673
5.1 бөлімге сұрақтар.....	675
6 СУДЫ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ СУДЫ ТАЗАЛАУ ПРОЦЕСТЕРІН БАҚЫЛАУ, ҚАДАҒАЛАУ, МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТИІМДІЛЕУ.....	677
6.1 ПРОЦЕСТІ БАҚЫЛАУ.....	678
6.2 СУ САПАСЫН ШЫНАЙЫ УАҚЫТ РЕЖИМЫНДА ӨЛШЕУ	678
6.2.1 Шынайы уақыт режимындағы су сапасы мониторингінің артықшылығы	679
6.2.2 Шынайы уақыт режимында өлшеудің негізгі принциптері.....	679
6.2.2.1 Колориметриялық әдістер негізіндегі автоанализаторлар.....	680
6.2.2.2 Химиялық реактивтерсіз тікелей өлшеу.....	682
6.2.2.3 Ионселективті электродтар (ИСЭ).....	682
6.2.2.4 Өлшеудің өзге де әдістері.....	682
6.2.2.5 Виртуальді датчиктер.....	683
6.3 СУМЕН ҚАМТУ ЖӘНЕ СУТАСТАУ ПРОЦЕСТЕРІН ОПТИМАЛДАУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ	684
6.3.1 WEAP – Су қорларын басқаруға қажетті модельдеу бағдарламасы.....	690
6.3.1.1 WEAP жүйесінің мүмкіндіктері.....	691
6.3.1.2 WEAP жүйесіндегі шешім.....	691
6.3.1.3 WEAP көмегімен сценариилерді талдау мысалдары.....	693
6.3.1.4 WEAP модельдеу бағдарламасының қолжетімділігі.....	693
6.3.2 SimEau – Судайындау процестерін модельдеуге арналған бағдарлама.....	694

6.3.2.1 SimEau жүйесінің мүмкіндіктері.....	695
6.3.2.2 SIMEAU модельдеу бағдарламасына кіру.....	695
6.3.3 STOAT – Ақаба суларды тазалау процестерін модельдеу бағдарламасы.....	696
6.3.3.1 STOAT жүйесінің мүмкіндіктері.....	696
6.3.3.2 STOAT пайдалану мүмкіндіктері.....	697
6.3.3.3 STOAT модельдеу бағдарламасына кіру.....	697
6.4 СУТҰТЫНУ ЖӘНЕ СУДЫ ШЫҒАРУ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУЫ ЖӘНЕ БАСҚАРУ.....	698
6 бөлімге әдебиеттер.....	701
6 бөлімге сұрақтар.....	702

АЛҒЫ СӨЗ

Планетамыздағы судың молшылығы ол - көз бояушылық, өйткені біздің тұрмыстық, өнеркәсіптік және басқа да қажеттілігімізге 0,003% аз ғана бөлігіне қол жетімді. Бұл судың шектеулі мөлшері 7 миллиард халықтың арасында теңбе-тең және әділетсіз бөлінген. Сонымен қатар, су бостан босқа шығындалады, ластанады, рационалды түрде тұтынылмайды және әлемнің кейбір бөлігінде бағаланбайды. Сондықтан, адамзат пен планетамыздың болашағы осы баға жетпес, әрі тапшы ресурс туралы ойланғаны дұрыс деп айтуға болады.

Су ресурстарын басқаруда инженерлер мен экологтар маңызды рөл атқарады. Біз бір бірімізден көп нәрсе үйренуімізге болады, яғни уақыт пен ресурсты босқа жоғалтпай, ортақ болашағымыз үшін еңбек етуіміз қажет. Су тақырыбы бойынша Украина, Беларусь, Қазақстан, Тәжікстан және Норвегия елдерінің сегіз университетінен жиналған кәсіби мамандар 2011 жылы су ресурстарын басқару және су тазалау технологиялары бойынша білім алмастыру, кәсіби мамандандырылған студенттерге сапалы білім беруді жақсарту мақсатында бірлескен жұмыс бастауға шешім қабылдады. Су үйлесімі – бірегей жоба - осы университеттердің су мамандығы бойынша оқу бағдарламаларын келісу мақсатында туындады.

Бұл оқулық Су үйлесімі жобасының қорытындысы болып табылады. Сегіз университеттің профессорлары тек студенттер, аспиранттар, оқытушылар, ғалымдар, мамандандырылған–тәжірибе алмасушылар ғана емес, сонымен қатар халықаралық деңгейде пайдаланылатын оқулықты жазу үшін бірлесе жұмыс жасады. Бұл оқулық су саласын қамтитын арнайы, оқу және анықтамалық әдебиеттерге таптырмас қосымша болады деп ойлаймыз. Сонымен қатар бұл кітапта кейбір елдер мен аймақтардың ерекше аспектілері келтірілген, сондықтан бұл мәліметтер саясаттанушылар мен ұлттық, халықаралық су ресурстары мәселелерін шешіп жүрген кәсіби мамандар үшін құнды оқулық болып табылады. Оқулық бес тілде қол жетімді болады. Оқулықтың ауқымды бөлігіне кең таралымды қамтамасыз ету үшін электронды түрде қол жетімді болады.

Оқулық су ресурстарын басқаруға байланысты жазылған, сонымен қатар сумен қамтамасыз ету мен ағызынды суларды тазалау үрдістерінде пайдаланылатын ластаушыларды жоюдың физика-химиялық әдістерін де қамтиды. Біздің мақсатымыз болашақта суды тазалаудың барлық әдістерін қамтитын кешенді оқулық жазу болып табылады. Бұл оқулық сегіз университеттің мамандар еңбегінің арқасында

құрылды. Үлкен көлемде қаржыландыру Норвегия елінің Норвегиялық білім берудегі халықаралық бірлескен орталығы көмегімен қолдау тауып, осы жобаны жүзеге асыруға мүмкіндік берді.

Сіз студентсіз ба, немесе кәсіби мамансыз ба, бұл оқулық Сіздің біліміңізді шыңдайтынына және су мамандығына деген сүйіспеншілігіңіздің артуына көмектеседі деп ойлаймыз. Біз бұл оқулықтың сапасының үздіксіз жақсара түсетініне сенеміз және Сіздердің осы оқулық туралы ұсыныстарыңызды бағалаймыз.

Игорь Михайлович Астрелин

Профессор, т.ғ.д., Украина ұлттық техникалық университетіндегі химия –технологиялық факультеттің деканы, Украина «Киевтік политехникалық институт», Украина

Харша Ратнавира

Профессор, , т.ғ.д., Жаратылыстану ғылымдарының Норвегиялық университеті, Математика ғылыми мен технологиясы институты ғылыми кеңесінің төрағасы, Норвегия

Қазақстан президенті Н.Ә.Назарбаев 1997 жылы «Қазақстан - 2030» Стратегиясында Қазақстанның өндірістік қалдықтары өте аз таза және жасыл ел болуы керек екендігін айтқан еді. 2011 жылдың қыркүйек айында БҰҰ Бас Ассамблеясы шеңберінде ол еліміз дамуының «жасыл ел» жолына жоспарлы өтуін белгілеп және «Жасыл көпір» технологиясы және тәжірибесі бағдарламасы туралы ұсыныс жасады. Бұл ұсыныс 2012 жылдың маусым айында БҰҰ «РиО+20» атты конференцияда да қолдау тапты.

Қазақстан су қорларымен аз шектелген елдер қатарына жатады, сондықтан, дүниежүзілік басқа елдер сияқты қалдық суды дайындау, су қорларын басқару өте өзекті мәселе саналады. Қазақстандағы «Су үйлесімі» жобасымен серіктес болды.

Біз Қазақстаннан М.Әуезов атындағы ОҚМУ-нің «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» кафедрасы «Су үйлесімі» жобасымен серіктес болдық. Біз оқулықтың әр түрлі тарауларына нақты ақпараттар қостық. Мен барлық әріптестердің өзара тиімді желісін құрып, халықаралық жоба командасының бөлігі болу мүмкіндігіне ие болғаныма қуаныштымын.

Мәлік Қасымұлы Жекеев. Профессор, т.ғ.д., М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті.

ҚҰРМЕТ БІЛДІРУ

Оқулық суды басқару ресурстары, суды тазалау және дайындау мамандарының әртүрлі ұлт өкілдерінің авторлық ұжымы құрамында Андрей Гироль, Владимир Марцуль, Геннадий Столяренко, Евгений Герасимов, Зафар Разыков, Захар Малецкий, Иван Потравный, Игорь Астрелин, Мәлік Жекеев, Илья Тромбицкий, Наталья Толстополова, Наталья Фомина, Николай Гироль, Олег Дормешкин, Ольга Сангинова, Роман Смотряев, Харша Ратнавира, және Эркин Оролбаев мамандарымен дайындалған.

Наталья Толстополова, Ольга Сангинова және Ирина Косогина негізгі авторлар құрамында болып мәтінді редакциялауды жүргізіп, барлық материалдарды талдады. Игорь Астрелин және Харша Ратнавира осы оқулықтың редакторы.

Сергей Шийка және Стиан Сессион оқулықтағы суреттерді форматтады, сонымен қатар Наталья Сивченко, Кая Бинг және Лелум Манамперума логистикалық және қателіктерді дұрыстауда жұмыс атқарды. Сіздер қолдарыңызға алып отырған оқулықтың соңғы үлгісін «Ника-Центр» баспа орталығы басып шығарды.

Грид-Арэндал-ЮНЕП, Еуропалық экологиялық агенства (ЕЭА) бірнеше ұлттық агенства және ООН агенства, сонымен қатар басқада ұйымдар оқулықтағы суреттер мен материалдарды пайдалануда үесін қосты. Сергей Шийка Юрий Калашниковпен бірге оқулықтың сырт нұсқасын суретпен дайындайды.

Борд Некалнд және Норвегия елінің Норвегиялық білім берудегі халықаралық бірлескен орталығының әріптестері Еуразия бағдарламасын ұйымдастыруда және Норвегия үкіметінің қолдауда жобаның барлық қаржылануында қолдау көрсетті.

Алмагүл Қадірбаева, Владимир Куликович, Далержон Ходжибаев, Джамшед Шерматов, Жамила Сихымбаева, Лаура Айкозова, Наталья Фомина, Раъно Турсунбоева және Роман Смотряевтар оқулықтың орыс тілінен украин, беларусь, қазақ және тәжік тілдеріне аударылуын қамтамасыз етті.

Бұл оқулықта бірнеше материалдар студенттер, магистрлер және аспиранттардың осы тақырыптар бойынша жасаған жұмыстарының нәтижесі бойынша енгізілген.

Шын мәнінде көптеген мамандар бұл оқулықтың құрылуына өз үлестерін қосты, бірақ біз олардың барлығын жеке – жеке оқулыққа келтіре алмаймыз. Біз бұл жобада келесі университеттегі әріптестеріміздің еңбектерін бағалаймыз:

- Украина ұлттық техникалық университеті, «Киевтік политехникалық институты», Киев, Украина;
- Норвегиялық жаратылыстану ғылымдарының университеті, Ос, Норвегия;
- Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск, Беларусь;
- Тәжікстен тау-металлургиялық институты, Чкаловск, Тәжікстан;
- Су шаруашылық және табиғи пайдалану ұлттық университеті, Ровно, Украина;
- Украина мемлекеттік химико-технологиялық университеті, Днепропетровск, Украина;
- Черкас мемлекеттік технологиялық университеті, Черкас, Украина;
- М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан.

Бұл оқулықты ұсыну мүмкіншілігі профессор Харша Ратнавира және Игорь Астрелин, Су үйлесімі жобасы негізінде жүзеге асты. Роман Смотраев жобаның Еуразиялық серіктестігін Украина мемлекеттік химико-технологиялық университет ректоры (Днепропетровск) Михайл Бурмистр қолдауымен үздіксіз жүзеге асырды.

Біз сонымен қатар Су үйлесімі жобасына өз үлестерін қосқан барлық әріптестерімізге, оның ішінде Андрей Громыка, Арве Хейстад, Людмила Ещенко және Музафар Юнусовқа алғыс білдіреміз.

Авторлар пікір берушілердің бағалы ескертулер мен ұсыныстарына үлкен алғысын білдіреді. Авторлар Т.Е. Митченко, А.К. Запольскке материалдарды жинақтау мен оларды талқылауда үлкен алғысын білдіреді.

Сіздердің барлықтарыңызға оқулықты дайындауда қосқан үлестеріңіз үшін үлкен рахметімізді білдіреміз. Авторлық ұжыммен дайындалған бұл оқулық барлық оқушылармен бағаланады деп ойлаймыз.

КІРІСПЕ

"Су – барлық тіршіліктің бастауы. Заттар судан бастау алып, соңғы сатысында суға айналады, бұл кезде алғашқы бастауының өзгеріссіз қалады, тек оның күйі өзгереді".

Фалес Милетский

(жаңа эраға дейінгі VII-VI ғасыр)

Табиғат байлықтарының ішінде судың орны ерекше. Сусыз жер бетінде тіршіліктің болуы мүмкін емес. Сондықтан «Су - өмір нәрі» деп бекер айтылмайды. Жер бетіндегі тіршіліктің барлық формасы үшін су қажет, онсыз тіршілік процесі жүрмейді. Жер бетінің 77,5 процентін су алып жатыр. Су қорларына - өзен- көл, теңіз-мұхит, жер асты сулары, мұзды және қарлы аймақтағы су, атмосфералық ылғал кіреді. Жер шарының сулы қабатын, яғни өзен-көл, теңіз-мұхит, жер асты сулары, тоған, су қоймалары және шалшықты-батпақты жерлер жиынын – гидросфера деп атайды.

Су - түсі, иісі және дәмі жоқ сұйық зат, жақсы ерітуші, айқын ко-пиллярлық қасиеті бар. Суды, негізінен тіршілік иелері – адамзат, жан-жануар, микроорганизмдер және өсімдіктер дүниесі пайдаланады. Су, тірі организмдердің дене құрамына кіріп, ондағы зат және энергия алмасуына қатысады. Денедегі су мөлшері 10 -12 процентке кемісе, адам әлсіреп, шөлдеп, аяқ-қолы дірілдеп жалпы жағдайы нашарлай бастайды. 20-25 процентке кемісе өмір сүруі тоқтайды. Бір адам жылына 50 тонна суды пайдаланатын көрінеді.

Мыңдаған жылдар бойы тарихында адам баласы тұщы судан таршылық көрмей, өзінің тұрмыс қажеттерін толық қанағаттандырып келді. Алайда «судың да сұрауы бар» емес пе? Адам баласының мәдениеті мен техниканың, өндіріс құралдарының жетілуі, осы арқылы халық санының артуы суға өз ықпалын тигізбей қойған жоқ. Адам баласының суға деген қажеттілігі арта түсті. Бұл қажеттіліктің артқаны сондай, өндірістер шоғырланған және халық тығыз орналасқан жерлерде су тапшылығы анық байқалып отыр. Ғалымдардың есебі бойынша жер шарындағы барлық суды адам баласына бөлетін болса, әр адамға 3800 миллиард литрден су келеді екен. Алайда, сонша көп судың екі процентке жетер-жетпес бөлігі ғана ішуге жарайтын тұщы су. Судың жетіспеуі осыдан шығып отыр. Сондықтан, қазіргі адам

баласының назары теңіздің ащы суларын тұщыландыру мәселесіне ауып отыр.

Тұщы сулардың қоры жалпы су қорларының 2,5% құрайды, немесе 35 млн.км.. Бұл сулардың орташа тұздылығы 1г/л аспайды. Планетаның әр тұрғынына келетін тұщы су мөлшері шамамен 8 млн.м.³. Тұщы сулардың 30% жер астындағы сулар. Тұщы судың негізгі қоры тау бастарындағы мұздықтарда, Арктика мен Антарктида мұздарында – 97% . Антарктидада мұздың ең қалың 4,78 км теңіз қабаты және дүние жүзі бойынша ең таза суы бар теңіз Уэддела осы Антарктидада тіркелген. Оның мөлдірлігі тазартылған судыкіндей. Жер шарындағы барлық өзендер 650-700 жыл ішінде қанша су берсе, тау мұздарында да сонша су бар. Адамзаттың өз тіршілігіне пайдалана алатын судың мөлшері тек 3% (өзен, көл және су қоймаларының сулары), су көздерінің басым көпшілігін пайдалану өте қиынға түседі.

Таза және қауіпсіз ауыз суға деген мүмкіншілік адамның негізгі сұраныстарының бірі. Есептеулер бойынша дамушы елдерде шамамен 1 млрд. Адам ауыз суға толық жете алмай отыр. Жалпы адамзаттың 20% таза ауыз суға тапшы болып отыр. Су жетіспей отырған елдерге Солтүстік Африка, таяу Шығыс, Азия мемлекеттері жатады. Су мен су ресурстарының жетіспеуі көптеген Оңтүстік Африка елдерінің дамуында да тежеуші факторлардың бірі болып тұр. Өте үлкен мөлшерде суды Европа елдері қолдануда.

Адамның денсаулығы судың тазалығы мен оның санитарлық жағдайларды жақсартудағы ролімен тікелей байланысты. Адамның санасының өсуінің нәтижесінде судың жетіспеуі су дағдарысына алып келуде.

Қазіргі уақытта шамамен 2 млрд. адам канализациясы бар жағдайға қол жеткізе алмай отыр, 5 млн. адам, оның ішінде 2-3 млн. балалар, жыл сайын таза судың жетіспеуіне байланысты әр түрлі аурулардан өлуде.

Қаладағы су құбырларынан басқа сулар табиғи ресурстарға жатады және қоғамдық меншілікке қарайды. Су ресурстарын қолдану, оны ары қарай дамыту мен оны қолдануға контроль жасау тек ұлттық мүдде тұрғысынан ғана емес, халықаралық бірлестік дамытуды талап етеді.

Жер бетіндегі таза судың қоры жеткілікті көрінгенмен, әлемнің көп аймақтарындағы халық өте аз мөлшерде ғана таза суды қолданып отыр. Әлемдегі барлық өзендердің суларының жылдық көлемі шамамен 42600 км³, ал бұл 1995 жылғы есептеулер бойынша адам

басына шаққанда 7600м^3 келеді. Бірақ та адам санының өсуіне байланысты бұл шама жыл сайын өзгеруде. Мысалы, 1970 жылы бұл шама 12900 болса, 2005 жылы ол 5200м^3 -ге дейін төмендеуі мүмкін.

Жыл сайын әр түрлі өнімдермен ластанған және арнайы тазартусыз пайдалануға келмейтін су объектілерінің саны көбейіп келеді. Су қоймаларының ластануы су экожүйесінің құлдырауына әкеліп, табиғи судың сапасын қалпына келтіретін гидробионттардың тіршілік жағдайын қиындатады. Көп жағдайларда табиғи су объектілерінен алынған судың тек бір бөлігі ғана қайтадан су экожүйесіне қайтып оралады, ал көп бөлігі далаға кетеді және буланып ұшып кетеді. Таза суды өте көп қолданушылар мен ластаушылар қатарына ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіптік өндіріс орындары жатады.

Таза суға деген жетіспеушілік пен оның ұқыпты түрде қолдану мәселелері бұрыннан бері адамзатты ойландыруда, себебі бұл факторлар сол елдің тұрақты түрде дамуында, халқының денсаулығында және тұрмыстық жағдайының деңгейінде, өнеркәсіп пен тамақ өндіруде маңызды роль атқарады. Болашақта бұл жағдай қиындай түсуі мүмкін. ХХІ ғасырдың ортасына қарай Жердің негізгі стратегиялық ресурсы мұнай емес, таза су болуы ғажап емес.

Деректер бойынша 2005 ж. әлемнің 50 шақты елінде тұратын 3 млрд. халық ауыз су тапшылығына тап болады. Бұл жағдай суға байланысты экологиялық және қоғамдық шиеленістерді қиындатады. Қазірдің өзінде Африка мен Таяу Шығыс елдеріндегі ауыз судың жетіспеушілігі кедейлік пен артта қалғандықты, политикалық тұрақсыздықты әкеліп отыр. Судың жетіспеушілігі этникалық және мемлекетаралық қақтығыстардың себебі болып отыр. Египет, Судан мен Эфиопия елдері Ніл өзенінің суына таласуда. 1998 ж. жаз айларында жарты миллионға жуық палестинстерге Иордан өзенінің батыс жағалауынан су алуға кедергі жасалды, бұл Израиль мемлекетіне деген қатты наразылықты тудырды. Индия мен Бангладеш төменгі жақтарында кейде кеуіп қалатын Ганг өзенінің ағымына байланысты араздасуда. Қазір ауыз суға деген сұраныс күн санап өсуде. Судың, біріншіден, санитарлық жағынан сапасы жоғары болуы қажетті, екіншіден, суды үнемді пайдалану керек. Ауыл шаруашылығында егісті суарудың тиімді әдістерін қолдану қажет. Мысалы, аэрозольді әдісті қолданғанда ауа, өсімдік және топырақ кішігірім тамшылар арқылы бірқалыпты ылғалдандырылады.

Жер жүзі бойынша мыңға жуық тұщыландыру қондырғылары бар. Олар тәулігіне 1,5 млн. Текше метр су тұщылайды. Бұл әрине аз. Оған

қоса тұщыланған суды қажетті мөлшерге дейін минералдандыру өте қымбатқа түседі. Сондықтан бұл әдіс жақын араның ішінде қажетті мөлшерде тұщы су береді деп айту қиын. Дегенмен техникасы жетілген жағдайда болашақта адамдарды сумен қамтамасыз етуде белгілі орын алуы тиіс.

Суды көбейтудің тағы бір жолы – мәңгілік суды еріту. Мұның әдісі көп. Мысалы полярлық мұздарды сол жерде ерітіп қажетті жерге тасу. Бұл өте қымбатқа түседі және еңбекті көп қажет етеді. Тау мұздарын ерітіп және қайтадан қолдан қар жауғызу арқылы қажет кезінде су алып тұруға болады. Мұздан су алудың көптеген әдістерінің ішіндегі тиімдісі – мұзтауларды еріту болып табылады. Оның саны өте көп. Н.Н.Горскийдің деректері бойынша совет зерттеушілері Антарктидадан ғана 4165 текше км су беретін 31000 мұзтау тапқан. Оларды Африка және Солтүстік Америкаға және тағы басқа жерлерге жеткізудің жобалары да бар. Мұзтауларды ауыз су ретінде пайдаланудың экономикалық тиімділігі және оның тасып әкелген жердің ауа райына ықпалы есептелді. Бұл әдіс адам баласын су тапшылығынан құтқара алады, бірақ жақын арада іске аса қоятын шаруа емес. Себебі мұз тасылудан болатын табиғат өзгерісін әлі ешкім анық болжалдай алмай отыр.

Ағын суларды су құбырларына жіберіп, суды ластаған өндіріс орындары мен мекемелерді халықтың игілігіне, тұрмыс қажетіне пайдаланып жүрген су құбырларына не болса соны, яғни тамақ қалдықтарын, шөлмектер мен синтетикалық, өзен мен көл жағасына барып машиналары мен техникаларын жуып, суды ластап және жағадағы жасыл шөпті өртеп, ағаштарды кесіп отқа жағып, қоршаған ортаны ластап, табиғатты бұзушыларды заң жүзінде қатаң тәртіпке шақыру керек.

Адамзат табиғи гармонияға ие болу үшін өзінің пайда болған уақытына оралуы керек, суды пайдалану мәдениетін қалыптастырып, келер ұрпақты тәрбиелеу қажет. Әр адамның бойында су болады, сондықтан табиғаттың бұл сыйына құрмет көрсету өзіңе құрмет көрсетумен тең.

Бұл оқулықтың бірінші бөлімінде әлемдегі және бірқатар Шығыс және Батыс Еуропа, Орталық Азия мен Қазақстандағы су ресурстарының заманауы жағдайлары ұсынылған, судың химиялық зат және табиғи су жүйесі ретінде оның жаңа ғылыми физикалық, құрылымдық, химиялық қасиеттері келтірілген. Су ресурстарын басқарудың принципіалды ережелері – регламенттелген және заң базасына сәйкес келетін экологиялық бақылау, мониторинг, еуропалық және ұлттық

ерекшеліктерді есекере отырып суды қорғау мәселеріне үлкен көңіл бөлінген.

Оқулық жоғары оқу орындарындағы су тазалау мамандықтары бойынша студенттерді дайындау оқу бағдарламасына сәйкес келеді және де ғалымдарға, су тазалау мамандықтары бойынша инженерлерге, оқытушыларға, аспиранттарға, сонымен қатар су химиясына, су дайындау мен пайдалану саласындағы басқару, экологиялық, технологиялық мәселелерге қызығатын басқа мамандықтардың студенттеріне арналған.

1 БИОСФЕРАДАҒЫ ЖӘНЕ АДАМ ӨМІРІНДЕГІ СУ

1 ТАРАУ. БИОСФЕРАДАҒЫ ЖӘНЕ АДАМ ӨМІРІНДЕГІ СУ...	15
1.2. СУДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	17
1.2. ТАБИҒАТТАҒЫ СУ.....	29
1.2.1 Әлемдегі, Еуропадағы, Норвегиядағы және Орта азиядағы су ресурстары.....	29
1.2.1.1 Әлемдегі су ресурстары.....	29
1.2.1.2 Еуропадағы су ресурстары.....	32
1.2.1.3 Норвегиядағы су ресурстары.....	36
1.2.1.4 Украинадағы су ресурстары.....	38
1.2.1.5 Беларусь Республикасындағы су ресурстары.....	40
1.2.1.6 Қазақстан Республикасындағы су ресурстары.....	42
1.2.1.7 Тәжікстан Республикасындағы су ресурстары.....	52
1.2.1.8 Қырғызстан Республикасындағы су ресурстары.....	59
1.2.1.9 Ресей Федерациясының су ресурстары.....	63
1.2.1.10 Молдова Республикасының су ресурстары.....	67
1.2.2. Табиғаттағы су айналымы.....	71
1.2.3 Гидросфера химиясы.....	75
1.2.3.1 Табиғи суларда жүретін үрдістердің сипаттамасы.....	75
1.2.3.2. Табиғи сулардағы қышқылды-негіздік тепе- теңдік.....	88
1.2.3.3 Гидросферадағы тотығу-тотықсыздану үрдістері.....	90
1.2.3.4 Табиғи сулардағы бос радикалдар.....	100
1.2.3.5 Табиғи сулардағы ауыр металдар.....	112
1.2.3.6 Табиғи сулардағы өздігінен тазалану үрдістері.....	121
1.2.3.7 Әлемдегі, Еуропадағы, Норвегиядағы, Орта Азия мен Орта Азиядағы табиғи сулардың жалпы жағдайы.....	129
1.2.3.7.1 Әлемде табиғи сулардың жалпы күйі.....	129
1.2.3.7.2 Еуропада табиғи сулардың жалпы күйі.....	131
1.2.3.7.3 Норвегияда табиғи сулардың жалпы күйі.....	132
1.2.3.7.4 Украинада табиғи сулардың жалпы күйі.....	134
1.2.3.7.5 Беларусь Республикасында табиғи сулардың жалпы күйі.....	138
1.2.3.7.6 Қазақстан Республикасында табиғи сулардың жалпы күйі.....	139
1.2.3.7.7 Тәжікстан Республикасында табиғи сулардың	

жалпы күйі.....	141
1.2.3.7.8 Қырғызстан Республикасында табиғи сулардың жалпы күйі.....	143
1.2.3.7.9 Ресей Федерациясында табиғи сулардың жалпы күйі.....	145
1.2.3.7.10 Молдова Республикасында табиғи сулардың жалпы күйі.....	150
1.3 АДАМ ӨМІРІНДЕГІ СУДЫҢ РОЛІ.....	157
1.4 ӨНДІРІС ТІРШІЛІГІНДЕГІ СУДЫҢ РОЛІ.....	161
1.5 СУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	165
1.5.1 Әлемдегі су мәселелері.	165
1.5.2 Еуропадағы су мәселелері.....	169
1.5.3 Норвегиядағы су мәселелері.....	173
1.5.4 Украинадағы су мәселелері.....	175
1.5.5 Беларусь Республикасындағы су мәселелері.....	176
1.5.6 Қазақстан Республикасындағы су мәселелері.....	177
1.5.7 Тәжікстан республикасындағы су мәселері.....	178
1.5.8 Қырғызстан Республикасындағы су мәселелері.....	181
1.5.9 Ресей Федерациясының су мәселелері.....	182
1.5.10 Молдова Республикасының су мәселелері.....	183
1 тарау сұрақтары.....	186

1.1 СУДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Суды түсіну – демек әлемді, табиғаттың барлық заңдарларын және өмірдің өзін түсіну

Масару Эмото

Адамзат қоғамының эволюциялық дамуы мерзімі барысында судың маңызын білу оның ғылыми-техникалық дамуының күші болды. Біздің су мен оның қосылыстары туралы біліміміздің деңгейіне байланысты химия, физика, биология, экология, медицина туралы білім де байқалады.

Судың құрылымы тек оның физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттеріне ғана әсер етіп қоймайды, сонымен қатар оның табиғат пен технологиялық процестерде уникалды еріткіштік қасиетіне де әсер етеді.

Су H_2O сияқты қарапайым химиялық қосылыс бар ма екен? Су тектің (Гидроген) екі атомы оттегінің (Оксиген) бір атомымен байланысқан. Алайда суға құпиялық тән.

Кәдімгі судың құрамын талдау, бұл қоспаның шын мәнінде судың бірнеше түрінен тұратындығын, яғни Оксиген мен Гидрогеннің нуклидтерінің қосылыстары болып келетінін көрсетті. Кәдімгі Гидрогеннен Н басқа табиғатта массалық саны 2 тең Гидроген (дейтерий Д) мен массалық саны 3 тең (третерий Т) кездеседі. Оксигенде кәдімгі атомдық салмағы 16 тең түрінен басқа атомдық салмағы 7 мен 18 тең ауыр екі нуклидтер кездеседі.

Теория жүзінде судың 42 изотоптық түр өзгерістері бар болуы мүмкін, оның 7 түрі тұрақты, яғни радиоактивті емес болады. Алайда қазіргі тағда оның барлық түрі анықталған жоқ. Гидросфераның 99,73% кәдімгі судан тұрады. Қалған су – ауыр, оның құрамына Оксиген мен гидрогеннің изотоптары кіреді.

Кәдімгі сумен салыстырғанда ауыр су тұзды нашар ерітеді. Ауыр судан түзілген мұз $3,318^{\circ}C$ ($276,468 K$) температурада балқиды. Ауыр суда химиялық реакциялар нашар жүреді. Ауыр су сондай-ақ нашар буланады, сондықтан жабық су көздері ауыр суларға толы болуы мүмкін. Ауыр судың өсімдіктерді шірітетіне, үлкен мөлшерінде оны өлтіреді, кейде кейбір организмдерге күшті негативті биологиялық әсер ететіндігі тәжірибе жүзінде дәлелденген. Алайда табиғи судың

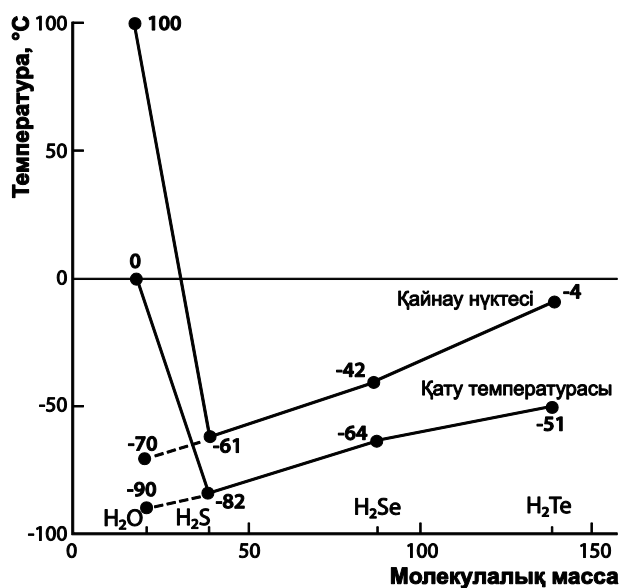
жалпы салмағының құрамында ауыр судың изотоптық қоспалары судың физикалық қасиеттеріне айрықша әсер етпейді немесе оның әсері әлі зерттелмеген болуы мүмкін.

1.1 кесте – Жай (H_2O) және ауыр (D_2O) судың кейбір константалары

Көрсеткіш	Су	
	Жай	Ауыр
Салыстырмалы молекулалық салмағы	18	20
Қату температурасы, °C (K)	0 (273,15)	3,8 (276,95)
Қайнау температурасы, °C (K)	100 (372,15)	101,43 (374,58)
20°C тығыздығы (293,15 K), г/см ³	0,9982	1,1056
Температура кезіндегі максималды тығыздығы	+4°C (277,15 K)	+11,6°C (284,75K)

Судың көптеген физикалық қасиеттері аномальды болып табылады. Оксигеннің О аналогтары ретінде периодтық жүйенің алтыншы тобының топшасының Сульфур *S*, Селен *Se* және Теллур *Te* болып табылады. Олардың Гидрогенмен қосылыстары (H_2S , H_2Se , H_2Te) суға тән. Оларды түзетін элемент атомының ядро заряды осы топтағы заттардың физикалық қасиеттерін анықтайды. Шынында, егер H_2Te – осы топтың үлкен салыстырмалы молекулалық салмақтағы заты- 4°C (269 K) қайнайды, ал -51°C (222 K) температурада қатады, жеңілірек екі қосылыстары (H_2Se және H_2S) салыстырмалы молекулалық салмақтарына тура пропорционал болатын төменірек температураларда қайнайды және қатады (1.1 сурет). Бұл суретте оңнан соңға қарай H_2Te , H_2Se и H_2S . H_2Te , H_2Se и H_2S қайнау және қату температураларын қосатын қатынастардың бірқалыпты қозғалысы көрсетелеген. Ары қарай су үшін бұл қатынастар өсетіні көрсетілген. Шынында, судың қату температурасы күтілген H_2Te - H_2Se - H_2S - H_2 қатарындағы О: -90°C (183 K) орнына 0°C (273 K) мәндерді көрсетті, ал қайнау температурасы - 70°C (103 K) – орнына +100°C (373 K) көрсетеді.

Жалпы заңдылықтарды жоққа шығармай, суды өзгеше деп айтуға болады.бұл құбылыстың себептері әзірге табылған жоқ, судың жұмбақтары оның молекуласының құрысымы мен молекулааралық құрылымында. Судың ерекшеліктерін оны құрайтын элементтердің қасиеттерімен – Оксиген мен Гидроген анықталады. Гидроген – бір де бір толған, яғни тұрақты электронды қабығы жоқ элемент. Оны толтыру үшін тағы да бір элемент қажет.



1.1 сурет. Гидроген қосылыс-тарына молекулалық құрылысы ұқсас басқа гидроденмен салыстырғындағы судың қайнау және қату нүктелерінің аномалиясы

Атом құрылысының қарпайымдылығы - бір протон және бір электрон – оның ерекше қасиеттерін білдіреді. Оның атомының оң заряды электронның теріс зарядына тең келгенімен Гидрогеннің атомы басқа да атомдарды тарта алады. Басқаша айтқанда басқа атоммен қосылса, мысалы Оксигенмен қосылса, өзінің жалғыз электронының көмегімен тарту күшінің қосымша қабілеттілігі артады – төменэнергиялы сутектік байланыстар құру мүмкіншілігіне ие болады.

Мұндай қабілеттілік Гидроген атомының толмаған электронды қабықшасымен анықталады.

Оксиген – бұл да ерекше элемент, электронды қабықшасының тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін оған алдыңғы энергетикалық деңгейде (сегіздің орнына алты) екі электрон жетпейді, ал осы элемент атомының соңғы энергетикалық деңгейінде барлығы екі электрон бар. Сондай-ақ салыстырмалы кіші атом радиусы бұл элементтің электрнегативті сипатын білдіреді.

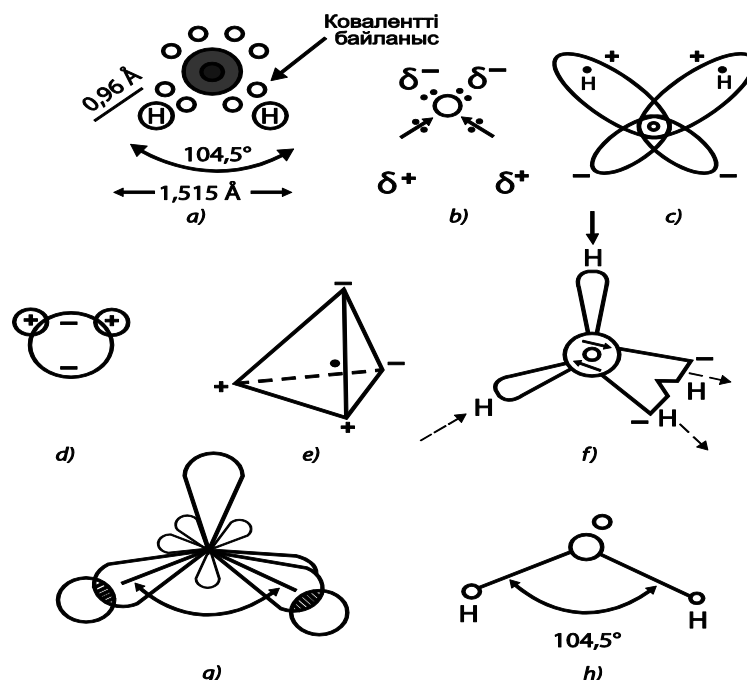
Су молекуласы салмақ бойынша 11,19% Гидроген мен 88,81% Оксигеннен тұрады, яғни Оксигеннің бір көлемі Гидрогеннің екі көлемімен байланысады.

Оксиген мен Гидроген бір бірімен белсенді түрде (кейде жарылыс береді) әрекеттесіп тұрақты молекула түзеді, екі элементтің де атомдары электрондаға тапшы (1.2, *а сурет*). Оксиген мен Гидроген атомдары микрокеңістікте электрон жұптарын түзе орналасады. Нәтижесінде судың асимметриялық молекуласы түзіледі, Оксиген атомының айналасында теріс (негативті) заряд, Гидрогеннің айналасында оң (позитивті) заряд шоғырланады. Бұл зарядтардың

орталығы бір біріне тартыла орналасқа, сондықтан мұндай молекула кішкене магнитке ұқсайды (1.2, d сурет).

Гидрогеннің ядроларына қарағанда Оксигеннің салмағы мен зарядының Оксигеннің салмағы мен зарядының көп болғандықтан оның электронды бұлты біртекті тығыздыққа ие болады. Гидрогеннің ядросының айналасында электронды бұлттың жетіспеуі, ал молекуласының қарама қарсы жағында, яғни Оксиген ядросының айналасында электронның тығыз орналасқаны байқалады. (1.2, b сурет). Дәл осындай құрылым су молекуласының полярлығын анықтауға мүмкіндік береді. Оксиген атомының айналасында теріс, ал Гидроген атомының айналасында оң заряд шоғырланады, мұнда бұл зарядтардың орталығы бір бірімен салыстырмалы ығысқан. (1.2, c сурет).

Су молекуласының абстракті кеңістіктік схемасы тетраэдр немесе тетраэдрдің төбесінде немесе винт құлақтарының төменгі жағында орналасқан екі оң және екі теріс зарядтары бар төрт құлақты винт болып келеді. Мұндай фигуралардың ортасында Оксиген атомының ядросы орналасады, екі көрші тетраэдрдің төбесінде немесе винттің құлақшаларында – Гидрогеннің оң зарядталған атомдары, ал қалған екеуінде теріс зарядталған электрондар орналасады (1.2, e, f сурет).

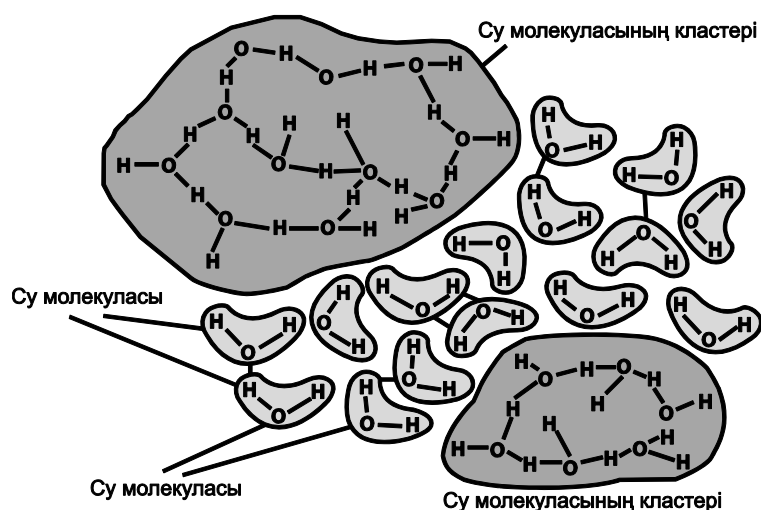


1.2 сурет. Су молекуласының орналасу нұсқалары
Су молекуласының радиусы - 0,138 нм.

Оксиген – Гидрогенге қарағанда электроотрицательті болып келеді, сондықтан бұл элементтердің атомдары ковалентті полярлы байланыспен қосылады. Н-О-Н байланысының арасындағы валентті бұрыш $104,5^\circ$ тең, бұл атом орбитальдарының sp^3 -гибридизациясына сәйкес келеді. Оксигеннің Гидрогенмен мықты σ -байланыстарының түзілуі (1.2, *g, h* сурет). Осылайша, су молекуласы бұрышты және полярлы (дипольді момент $\mu_{H_2O} = 1,84$ D). Дипольдің электрлік моменті $6,2 \cdot 10^{-30}$ Кл·м тең. Су тектік байланыстың Н-Н ара қашықтығы $0,1515$ нм құрайды. Инерцияның басты моменттері ($\cdot 10^{-47}$ кг·м⁻²):

$$J_A^\lambda = 1,0243 ; \quad p J_B^\lambda = 1,9207 ; \quad J_C^\lambda = 2,9470$$

Бұл су тектік байланыстар бір мезеттік және аз өмір сүреді ($10^{10} \dots 10^{-20}$ секунд). Олар тез ыдырайды да орнына жаңа байланыстар түзіледі. Осының нәтижесінде су структурасында біртектілік орнайды да «судың аномалиясы» орнайды. Судың осындай 40 аса аномальды қасиеттері белгілі.

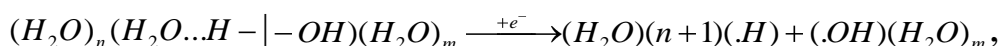


1.3 сурет. Су кластерлерінің түзілу сызбасы

Су молекуласындағы Гидрогеннің екі атомы да (1.2, а сурет) Оксиген атомының бір жағында орналасады. Сондықтан Н-О байланысының жоғары полярлығынан су молекуласы жоғары полярлықты көрсетеді. Су молекуласының ионизация потенциалы $12,6$ В құрайды, ал оның электронға жақындығы – 88 кДж/моль тең.

Судың радикалды диссоциациясының механохимиялық реакциялары туралы гипотезалар да бар. Бұл гипотеза бойынша сұйық су динамикалық тұрақсыз жүйе болып табылады, сондықтан полимерлердегі механохимиялық реакцияларға ұқсас болғандықтан

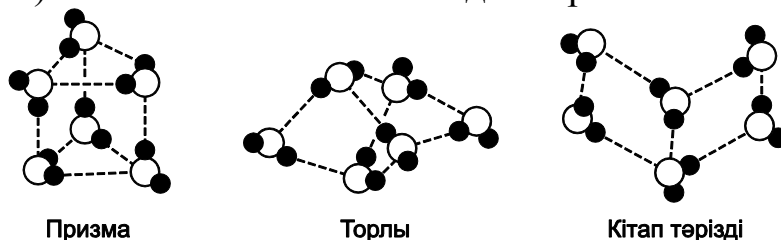
суға механикалық әсер ету барысында оның жұтқан энергиясы (Н-ОН байланыстарды үзуге қажетті) судың микрокөлемінде орналасады:



мұнда e^- - жұптаспаған электрон.

Кен Джордан (K.Jordan) судың тұрақты «кванттар» моделін ұсынды, мұнда ол алты молекуладан тұрады. Бұл кластерлер (кванттар) бір бірімен және олардың бетінде сутектік байланыстардың түзілуінің нәтижесінде жалғыз су молекуласымен қосыла алады. (1.4 сурет). Бұл моделде қатты судың ерікті өсіп отыратын кристалдар 6-сәулелі құрылымға ие болуы қажет. Стенфорд университетінің зерттеу тобы да көптеген су молекулаларының тізбектері мен сақиналары оның құрылымының элементтері деп санайды.

Су құрылымында мұз молекуласындағы сутектік байланыстар аз мөлшерде (10%) ковалентті сипатта екендігі зерттелген.

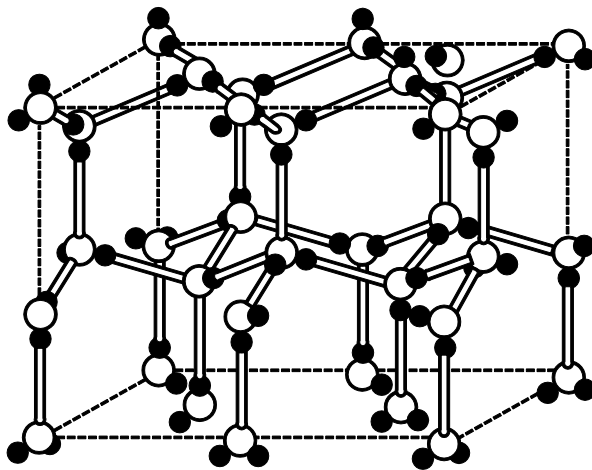


1.4 сурет. Судың тұрақты «кванттар» құрылымының моделі

Су молекулалары сутектік байланыстың нәтижесінде бей берекет ассоциаттарға –кластер мен су кристалдарымен байланысады, олардың құрамына ондаған, жүздеген, тіпті мыңдаған молекулалар кіреді. «Су кристалдары» әртүрлі формаға – кеңістіктік, екі жақты (сақиналы түрде) ие болуы мүмкін. Барлық құрылымдардың негізі – тетраэдр. Бұл су молекуласының тетраэдрлері топтана отырып жаңа құрылымдар құрайды, алайда табиғатта негізгі гексагоналды, мұнда алты молекула сақина түзеді. Бұл құрылым қарға, мұзға, еріген және барлық тірі организмдердегі клеткалы суға тән (1.5 сурет).

Су молекуласы три-, тетра-, пента- және гексамер түріндегі құрылымдарды түзе алады, бұл құрылымдар ары қарай күрделі ассоциаттар – су кластерін түзеді. Жәй кластерлер бір-бірімен байланыса отырып 20 және одан жоғары күрделі су молекулаларын түзеді. Судың қарапайым ұяшықтары ретінде тетраэдрлер саналады, бұлар өзара сутектік байланыспен төрт (жәй тетраэдр) немесе бес су

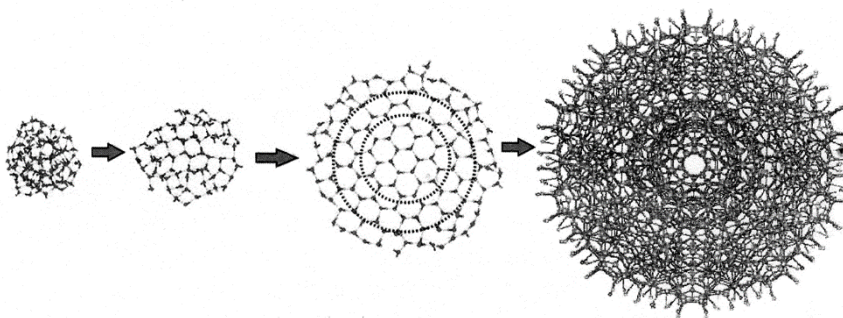
молекуласын (көлемді тетраэдр) түзеді. Су тектік байланыстардың нәтижесінде жәй тетраэдрлер шыңдарымен, қабырғаларымен байланыса отырып күрделі құрылымды кластерлер түзеді.



1.5 сурет. Мұздың кристалдық құрылымы

Осылайша су молекуласы броундық қозғалыс нәтижесінде және олардың өзара соқтығысуы нәтижесінде күрделі кластерлер түзе алады.

Судың құрылымдық беріктігі (тұрақтылығы, мықтылығы) туралы пікірталас туындап отыр: судың 24, 57, 1820 структуралары мықты деген шешім бар. Икосаэртүріндегі классикалық құрылым (1820 дейінгі су молекулалары 13 және одан көп майда құрылымды элементтер құра отырып байланысады) молекул воды 1.6 суретте көрсетілген.



1.6 сурет. Судың икосаэдр құрылымының түзілу сызбасы

Ассоциатта компонент санының ұлғаюы кластердің минерализациясына алып келеді және одан мұз тәрізді модельдің пайда болуына ықпал етеді. Сонымен қатар заряд тасымалдау протон арқылы жүруі

керк, ал протондардың дезактивациясы нәтижесінде орын алған радикалдардың рекомбинациясы газ тәрізді сутек түрінде жүруі қажет, осының нәтижесінде рН жоғарылауы және суда негіздік қасиет түзіледі, содай-ақ гидратталған гидрооксидтердің үлесі өседі, бұл өз кезегінде сутегі асқынтотығын түзуге алып келеді, және вертикал типтігі ассоциаттардың түзілуіне ықпал етеді.

Мөлшері 30...40 мкм және одан жоғары (60...70 мкм) болатын судың үлкен гетерокластерлерінің түзілуі тәжірибе түрінде (лазерлі спектрометр көмегімен) дәлелденген. Сонымен қатар икосаэдр тәрізді үлкен кластерлердің түзілуі үшін сутектік байланыстардың бір мезеттік және қысқа мерзімді үзілу шартында 2000 астам су молекуласын қосылу мүмкіндігі үлкен күмән тудырады. Шындығында тәжірибе жасаушылар суда еріген газдардың микротамшыларының бетінде адсорбирленген газогидраттар немесе ассоциаттар кластерлерінің түзілуін көруі мүмкін.

Түзілген кластерлердің құрылымына температура, қысым, магнитті алаң, УФ-сәуле, дыбыс және т.б. әсер етуі мүмкін. Судың клатраттарындағы бос кеңістіктерін кристаллогидраттар (газогидраттар, мысалы метан - $CH_4 \cdot nH_2O$) түзетін газ молекулалары толтыруы мүмкін.

Осылайша, судың құрылысынң моделінің заманауи қағидаларының талдауы келесі мәселелерді тұжырымдауға мүмкіндік береді:

1. Су структурасы фрактальды* клатратты модель болып келеді, мұнда су молекулалары бірнеше молекулалар кластерлерімен байланысады. Кластерлер кезегімен бос кеңістікпен (тесіктермен) «сұйылтылады». Кластерлердің негізгі структуралы элементтеріне тетраэдр жатады.

2. Тетраэдр типтегі су молекуласы сутектік байланыстың көмегімен күрделі конфигурациялы кластерлерге қосылады, бұл кластерлер бір мезетте және үздіксіз ыдырап отырады ($1^{0-11} \dots 1^{0-13}$ секунд). Фемтосекундты лазерлі спектроскопияның заманауи әдістерімен сутектік байланыстың өміршеңдігін анықтауға болады: ~200 фемтосекунд. Бұл уақыт протонның басқа кластерде орын тауып алуына жететін уақыт мөлшері. Үлкен кластерлердің түзілуі, броунды қозғалыстың пайда болуы және әртүрлі физикалық құбылыстардың әсер етуі (су жүйелерінің турбулизациясы, электромагнитті алаңдардың әсер етуі, қысым, дыбыстың әсер етуі және т.б.) сутектік

* фрактал – өздігінен құралған, яғни бірнеше бөлшектерден жинақталған барлық фигуралардың тұтастығынан тұратын геометриялық фигура.

байланыстардың үзілуіне алып келеді, бұл олардың өміршеңдігінің қысқа екендігін көрсетеді.

3. Су молекулаларының әртүрлі мөлшері бар кластерлер бір мезетте пайда болып және үздіксіз ыдырап отырады, яғни сутектік байланыстардың ыдырауынан «жарқырайтын кластерлер» пайда болады. Бұл үрдіс атмосфералық ауада бұлттардың пайда болу қыбылысына ұқсайды. Алайда, кластерлер бұлттарға қарағанда жылдамдырақ ыдырайды.

4. Қарапайым структуралы кластерлер басқа кластерлермен немесе су молекуласымен бір мезеттік әрекеттесе отырып, сутектік байланыстардың арқасында судың күрделілеу фрактальды кларатты структурасын түзеді. Олардың әрекеттесу үрдісінде OH^- және $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_5\text{O}_2^+)$ - оксони иондары түзіледі, бұл гидроген пероксидін H_2O_2 , атомды Гидрогеннің және жаңа кластерлердің түзілуін қамтамасыз етеді.

5. Су структурасының стабилизаторы ретінде еріген газдар және судыі кластерлері мен жеке молекулаларымен әрекеттесетін заттар болуы мүмкін.

6. Су кластерлерінің структураларына температура, қысым, магнитті алаң, дыбыс, радиация, УФ-сәулелену, еріген заттар мен газдар әсер етеді.

7. Әртүрлі кластерлерлік құрылысы бар кластерлер бір мезетте түзіліп және лезде ыдырайтындықтан, табиғатта судың бірдей екі тамшысы мен бірдей қарлар кездеспейді деуге болады.

8. Су туралы білімдердің осы салада дамуы қарастырылып отырған су молекуласының модельдері болжанып айтылған нұсқалар деуге болады, бұл судың аномальды қасиеттеріне жақындау қадамдары болып табылады. Судың терең физикалық қасиеттері мен құрылымы өз зерттеулерін әлі күтуде.

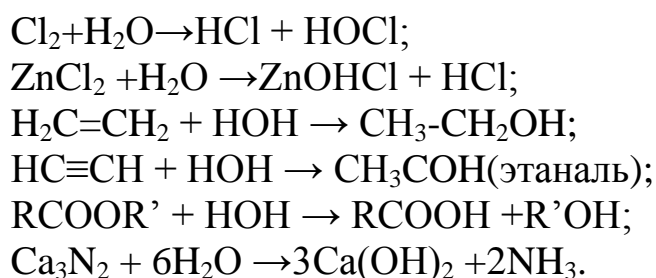
Заманауи және перспективті компьютерлік модельдеу әдістерімен судың физикалық және химиялық қасиеттері, тірі табиғаттың өмір сүру температурасы интервалындағы ($0-35^\circ\text{C}$) гетерогендік құрылысының ролі,биологиялық және де басқа үрдістерді жылдамдату және баяулатуы, судың квазикристалды каркастарға және басқа да супермолекулалы кластерлерге судың ену механизмі жайлы, көптеген технологиялық үрдістер мен оттегімен қаныққан табиғи суда редокс түзілулер жайлы нақты мәліметтерді алуға мүмкіндік туатын болар.

Бұл және де осыған ұқсас гипотезалар судың структуралы және бірімезетте сұйық және ағынды болуының принципиалды

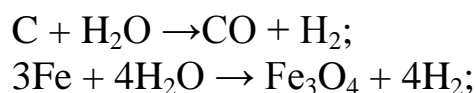
мүкіншіліктерін түсіндіреді, сонымен қатар судың көптеген аномальды қасиетерін де түсіндіреді, мысалы қысымды жоғарылатқанда оның тұтқырлығының төмендеуін (басқа сұйықтарда керісінше тұтқырлық жоғарылайды), судың бұл қасиеті қысым өте жоғары болып келетін планетамыздың терең қойнауларында қозғала алатындығын түсіндіреді.

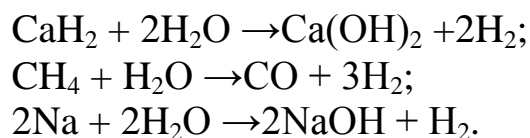
Химиялық тұрғыдан алғанда су - Кислород атомында бөлінбеген екі пар электрондардың болуына және молекулаларының полярлығына байланысты активті реагент болып табылады. Суды H^+ және OH^- (су - амфолит, өйткені диссоциация үрдісінде осы иондар түзіледі) иондарының әрекеттесуінен туындаған өнім, бұл иондар сулы ерітінділердің қышқылдық және сілтілік қасиеттерін тасымалдаушы болып табылады. Сондықтан таза су ортаның (рН 7, судың иондық туындысы 10^{-14}).

Судың донорлы-акцепторлы және сутектік байланыстар түзе алатын қасиетіне байланысты, көптеген молекулаларлық және кешенді қосылыстар түзіледі: гидраттар ($H_2SO_4 \cdot nH_2O$, $NH_3 \cdot nH_2O$), кристаллогидраттар ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$), аквакомплексдер ($[Cu(OH)_6]SO_4$, $[Zn(OH)_4]Cl_2$). Судың полярлы молекуласының қатысында электролиттердің электролиттік диссоциациялану үрдістері, гидратация, гидролиз, алмасу реакциялары, әртүрлі органикалық және бейорганикалық қосылыстардың ыдырауы жүреді. Мысалы:

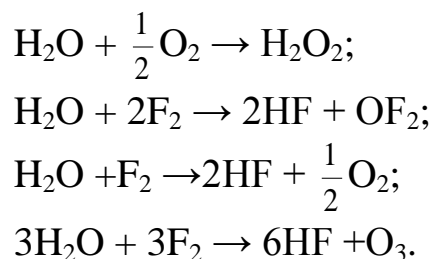


Су молекуласының атомында Гидрогеннің жоғарғы тотығу дәрежесінде (H^+) кездесетіндіктен су әлсіз тотықтырғыш қасиет те көрсетеді. Жоғары температураларда және катализатор қатысында су көміртегі, метан, көміртегі (II) тотығы, темір, фосфор тотықтырады, қарапайым шарттарда – сілтілік және сілтілік жер металдарын, металл гидридтерін тотықтырады:





Су молекуласының атомында Оксигеннің төмен тотығу дәрежесінде (O^{2-} ионы) кездесетіндіктен су әлсіз тотықсыздандырғыш қасиет те көрсетеді. Күшті тотықтырғыштардың (атомды оттегі, фтор) әсерінен су тотығады:



H_2O_2 , O_3 , OF_2 – заттары судың тотығу өнімдері, молекула құрамына Оксиген әртүрлі тотығу дәрежесінде (-1, 0, +2) кіреді.

Көптеген реакциялар су іздерінің болуынан-ақ жүре береді (сілтілік металдардың хлормен әрекеттесуі, сутегінің хлормен тізбекті реакциялары және т.б.).

1.1 бөліміне әдебиеттер:

1. <http://www.08ode.ru/article/water/structuravody.htm>.
2. <http://www.famous-scientists.ru/3634/>.
3. <http://www.08ode.ru/article/oleg/>.
4. Nakano N.I. Molecular interactions of pyrimidines, purines and some other heteroaromatic compounds in aqueous media/ N.I. Nakano, S.J. Igarashi// Biochemistry. - 1970. - 9. - № 5. - P. 577-583.
5. Домрачев Г.А. Роль нейтральных дефектов в структурной химии жидкой воды / Г.А. Домрачев, Д.А. Селивановский, Е.Г. Домрачева, А.И. Лазарев, П.А. Стунжас, С.Ф. Шишканов, В.Л. Вакс // Журн. Структурной Химии. - 2004. - 45. - № 4. - С. 670-677.
6. Полинг Л. Общая химия. - М.: Мир, 1974. - 846 с.
7. Антонченко В.Я. Физика воды. - Киев: Наукова думка, 1986. - 127 с.
8. Zapolsky A. Modern Representations on the Structure and Conductivity of Water / A. Zapolsky, K. Pershina, A. Gerasymchuk, K. Kazdobin // Water and Water Purification Technologies. – 2013. – 13. – №3. – P. 24 – 40.

9. Jordan K.D. Theoretical Study of Small Water Clusters: Low-Energy Fused Cubic Structures for $(\text{H}_2\text{O})_n$, $n = 8, 12, 16$ and 20 / K.D. Jordan, C.J. Tsai// J. Physical Chemistry. - 1993. - **97**. - P. 5208-5210.

10. Kokhanenko V. Quantum Modelling Processes of Active Oxidizing Agents Formation in Water/ V. Kokhanenko, L. Masliuk, L. Koval // Proc. I UNESCO Conf. on Applied Physico-Inorganic Chemistry, Sevastopol, UA, 02-07.10.2011/.

11. Гончарук В.В. Кластеры и гигантские гетерофазные кластеры воды// Химия и технология воды. - 2007. - **29**. - № 1. - С. 3 - 17.

1.1 бөліміне өзін –өзі тексеруге арналған бақылау сұрақтары

1. Элементтер периодтық кестесіндегі алтыншы топшадағы судың физикалық қасиетінің аномальдығы неден байқалады ?

2. Су молекуласының құрылу кеңістіктік сызбасын сипаттаңыз

3. Судың еріткіш түріндегі қасиеті неден байқалады?

4. Мұздың аномальдығын немен түсіндіруге болады?

5. Су кластерлері: гипотезалар, түзілудің мүмкін механизмдері.

6. Химиялық реагент ретіндегі судың белсенділігіне мысал келтіріңіз .

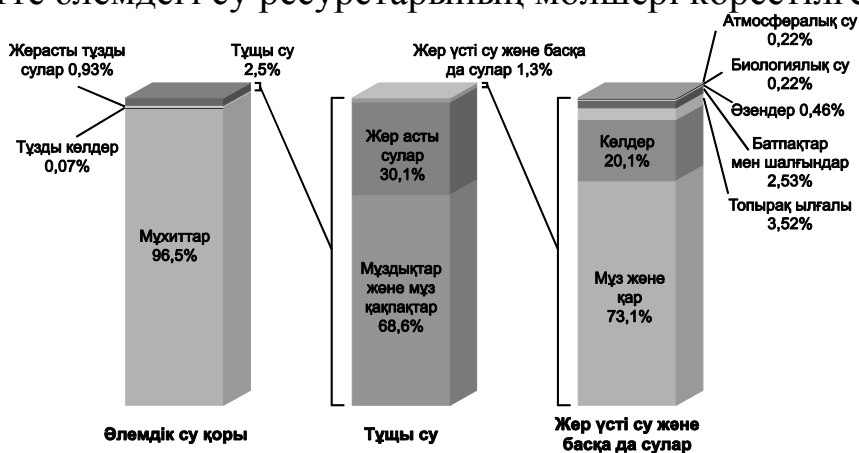
1.2 ТАБИҒАТТАҒЫ СУ

1.2.1 ӘЛЕМДЕГІ, ЕУРОПАДАҒЫ, НОРВЕГИЯДАҒЫ ЖӘНЕ ОРТА АЗИЯДАҒЫ СУ РЕСУРСТАРЫ

1.2.1.1 ӘЛЕМДЕГІ СУ РЕСУРСТАРЫ

Жер бетінің 75 % су алып жатыр, оның ішінде мұхиттар 97,5 % құрайды. Адамның экожүйесінде қолданылатын тұщы судың жалпы көлемі 200000 км³ құрайды, бұл барлық тұщы су қорының 1 % сәйкес келеді.

1.7 суретте әлемдегі су ресурстарының мөлшері көрсетілген.

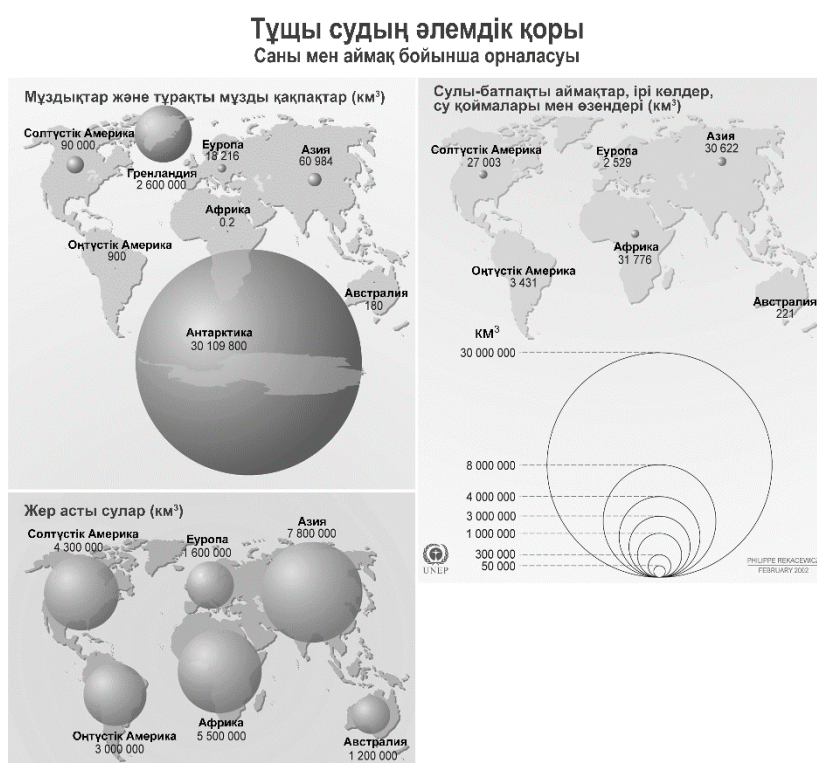


1.7 сурет. Жалпы әлемдік су ресурстары (Шикломанов, 1993).

Жер бетіндегі судың жалпы көлемі 1,4 млрд. км³ ($1,4 \cdot 10^{18}$ м³) құрайды. Тұщы судың көлемі - 35 млн. км³, бұл жалпы көлемнің 2,5 % құрайды. Мұнда тұщы судың 24,4 млн. км³, немесе 70 % мұз түрінде, таулы аудандарда, Антарктика мен Арктикада қар жабындылары түрінде жатыр. Тұщы судың әлемдік қорының 30 % ($10,7 \cdot 10^{15}$ м³; 10,7 млн. км³) жерасты сулары түрінде (2000 м дейінгі таяз және терең жерасты бассейндері, топырақ ылғалдығы, балшықтар және мәңгі қатып жатқан сулар) кездеседі. Бұл адамның пайдалануына қол жетімді жалпы тұщы судың 97 % құрайды. Тұщы суды өзендер мен көлдерәлемдік тұщы су қорының шамамен 105 000 км³ немесе 0,3 % құрайды.

Әлемде су ресурстары біркелкі таралмаған. 1.8 суретте тұщы судың континенттер арасында мұз, грунты сулар мен басқа да су көздері түрінде таралғандығы көрсетілген.

Өзендер мен су қоймалары әлемдегі тұщы су ресурстарының қол жетімді түрі болып келеді. Өзендер 1700 км^3 (0,006%), көлдер – 125 км^3 (0,03%) тұщы суды құрайды. Мұнда өзен сулараның 80% өзендердің шектелген мөлшерінде шоғырланған (барлығы 40). Олардың ішінде ең ірі өзендер ретінде Байкал өзені ($23\,000 \text{ км}^3$, Ресей Федерация), Танганьика өзені ($19\,000 \text{ км}^3$, Орталық Африка) және Верхнее өзені ($12\,000 \text{ км}^3$, Солтүстік Америка) болып табылады. Ұлы өзендер (АҚШ, Канада) жалпы көлемі шамамен $25\,000 \text{ км}^3$ тұщы суды құрайды.



1.8 сурет. Судың глобалды бөлінуі
(қолжетімділік) (UNEP. Grid-Arendal, 2012).

Тұщы судың көздері әлемде біркелкі таралмаған. 1.9 суретте бүкіл әлемде сумен қамтамасыздандырудың өзгерісін көрсетеді.

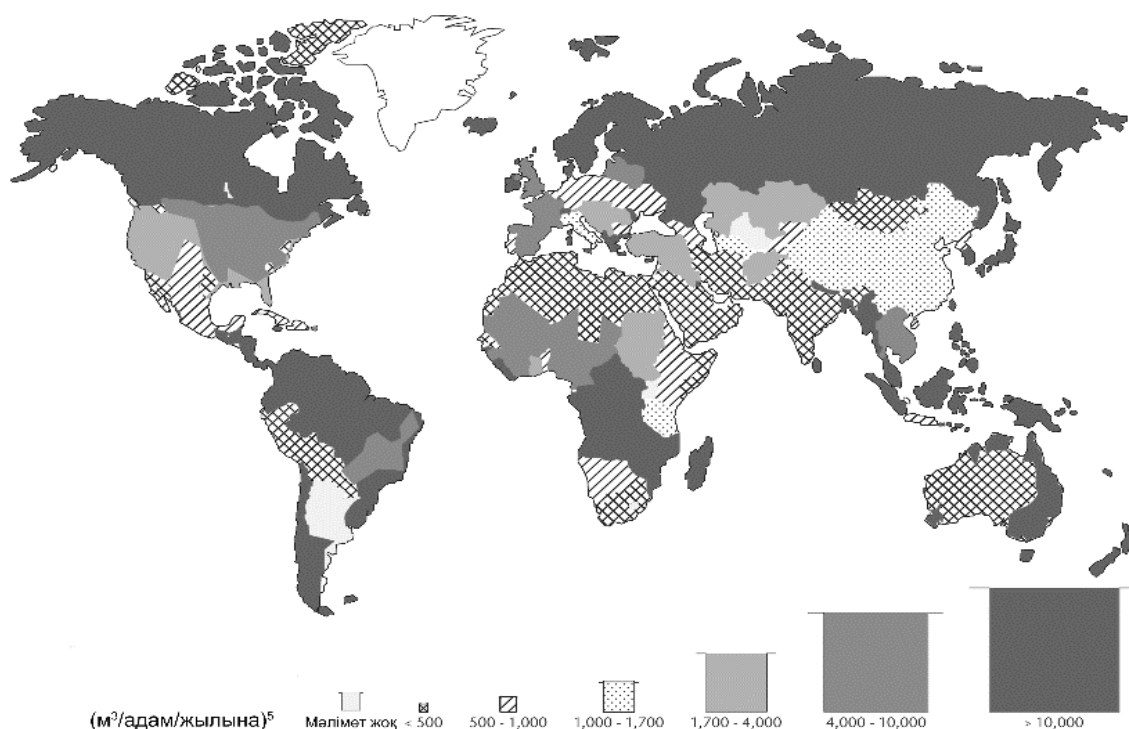
Амазонка, Конго, Янцзы, Меконг және Енисей әлемдегі ірі және толық сулы өзендер болып саналады. Олардың әрқайсысының бассейні бар.

Әлемдегі жалпы көлемі 1 млн. км^2 болып келетін негізгі өзен бассейндері 1.10. суретте көрсетілген. Өзен бассейндерінің көбі трансшекаралық болып келеді. 148 ел транс шекаралық өзендермен шектелген. 39 елде бір немесе бірнеше трансшекаралық өзендер жер

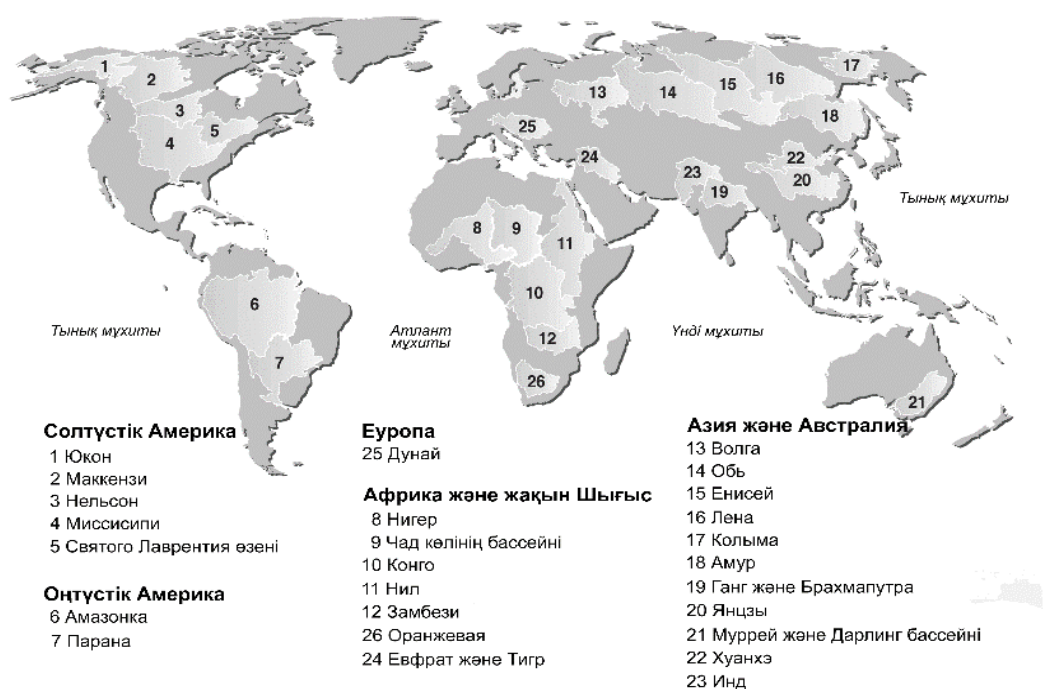
көлемінің 90% құрайды және 21 ел толығымен бір Жер шарының 46% трансшекаралық өзендер орналасқан.

<http://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>

Әлемде 276 трансшекаралық өзендер бассейндері бар. (64 – Африкада, 60 – Азияда, 68 Еуропада, 46 Солтүстік Америкада және 38 – Оңтүстік Америкада). 276 трансшекаралық өзендер бассейндерінің 185 немесе шамамен үштен екісі екі ел арасында бөлінген. 276 трансшекаралық өзендер бассейндерінің 256 2,3, немесе 4 елдер (92,7%) арасында бөлінген, және тағы да 20 алты және одан да көп елдер арасында бөлінген (7,2%); трансшекаралық өзендер бассейндерін бөлісетін елдердің максималды мөлшері Еуропада 18 құрайды (Дунай өзені). Сондай-ақ 276 әлемдік халықаралық өзендер бассейндердің 60% өзендік ресурстарды бірігіе басқарудың ешқандай-да түрі жоқ.



1.9 сурет Әр тұрғынға есептегенде суға қолжетімділік (Revenga 2000 жылғы факттер және тенденциялар - Су, Тұрақты даму бойынша Бүкіләлемдік кәсіпкерлер Кеңесі, Revenga, 2000 in Facts and Trends- Water, World Business Council of Sustainable Development, 2006).



1.10 сурет Әлемдегі ірі өзендердің бассейндері (UNEP, 2002).

2.1.2 ЕУРОПАДАҒЫ СУ РЕСУРСТАРЫ

Әлемдегі барлық жердегі сияқты Еуропада да тұщы су барлық жерде кездеседі және ол біркелкі таралмаған. Еуропалық тұщы судың жылдық ресурстары шамамен $2\,270\text{ км}^3$ құрайды, мұнда бұл ресурстардың тек 13% ғана қолжетімді болп келеді (ЕЕА, 2009).

1.2 кестеде ЕД елдерінің көпшілігінде тұщы судың қол жетімді ресурстары, сондай-ақ ЕД ықпал ететін елдердің де ресурстары көрсетілген. Германия, Франция, Швеция, Великобритания, Сербия және Исландия елдері тұщы судың қорының бірдей мөлшеріне қарамастан, (164...188 млн. м^3), осы елдерде халықты тұщы сумен қамтамасыз етудің көрсеткіші әртүрлі.

1.2 кесте – Батыс және Орталық еуропа аймақтарындағы су ресурстары, млн. м^3 (Евростат, 2013) (альтернативті кесте, ФАО, 2003)

Аудан	Аумақ (км^2) (FAOSTAT, 1999)	Тұрғындар, адам. (FAOSTAT, 2000)	Ішкі ресурстар: барлығы ($\text{км}^3/\text{жылыны}$)	Сыртқы ресурстар: ағымдағы ($\text{км}^3/\text{жылына}$)		Жалпы ресурстар ағымдағы ($\text{км}^3/\text{жылына}$)	% регионның ішкі су ресурстары	IRWR */адам ($\text{м}^3/\text{жылына}$)	TRWR** (ағымдағы)/ адам. ($\text{м}^3/\text{жыл}$)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Орталық еуропа	1 123550	115 802 000	284.5	87.9	1	372.4	13.11	2 457.0	3 216.0
Жерорта теңіз аймағы	1 095300	124 408 000	422.8	30.0	2	452.8	19.48	3 398.7	3 639.9
Солтүстік Еуропа	1 258080	24 082 000	864.1	0.0	3	864.1	39.81	35 881.6	35 881.6
Батыс Еуропа	1 421486	246 492 000	598.9	14.7	4	613.6	27.59	2 429.7	2 489.3
Батыс және Орталық Еуропа	4 898416	510 784 000	2 170.4	10.9	5	2181.3	100.00	4249.1	4270.4
Әлемде	133845436	6 052 577 900	43 764.3	0.0		43 764.3		7 230.7	7230.7
Әлем бойынша Батыс және Орталық Еуропа %	3.7	8.4	5.0			5.0			

* *Internal Water Resources (Ішкі су ресурстары)*** *Total Water Resources (Жалпы су ресурстары)*

1) 77 км³/жыл басқа да еуропалық аудандардан және 10,9 км³/жылына Шығыс Еуропадан

2) 29,95 км³/жыл басқа да еуропалық аудандардан

3) өзгеріссіз

4) 14,7 км³/жыл басқа да еуропалық аудандардан

5)- 40 км³/жыл Орта Азиядан, 125 км³/жыл Оңтүстік және Шығыс Азиядан, сонымен қатар 79,14 км³/жыл Батыс және Орталық Еуропадан

6) Шығыс Еуропадан

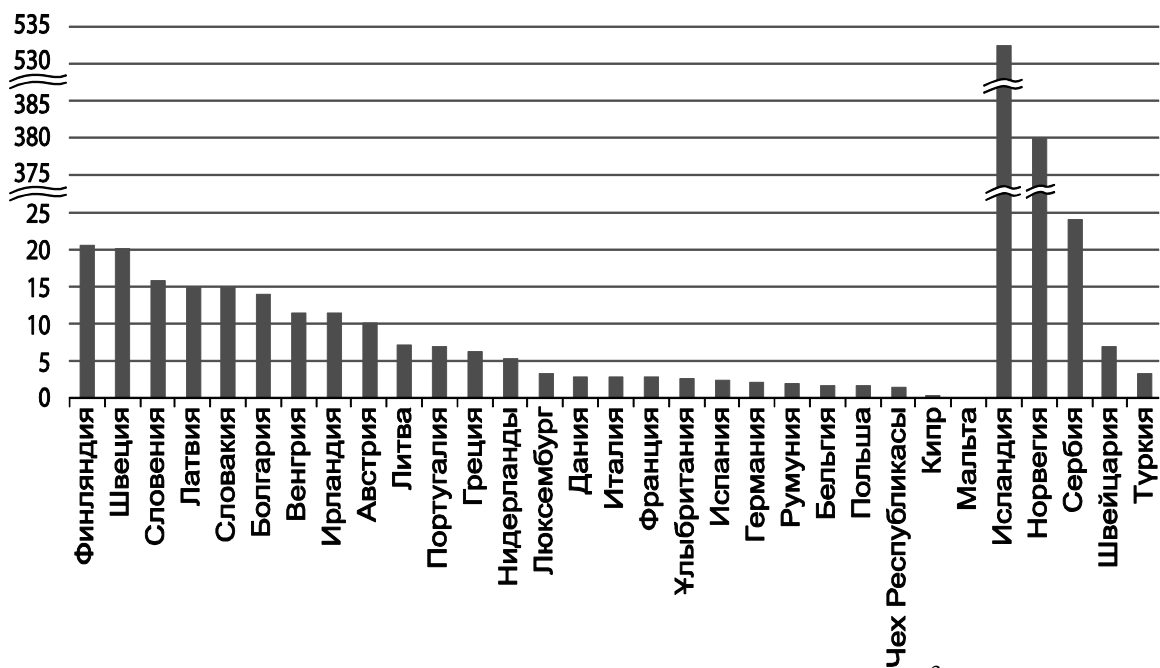
1.3 кесте – Еуропадағы су ресурстары

	Тұнбала р	Жалпы булану	Ішкі ағын	Сыртқы ағын	Қарсы ағын	Тұщы судың қоры
Бельгия	28.9	16.6	12.3	7.6	15.6	19.9
Болгария	68.6	50.5	18.1	89.1	108.5	107.2
Чехия республика- сы	54.7	39.4	15.2	0.7	16.0	16.0
Дания	38.5	22.1	16.3	0.0	1.9	16.3
Германия	307.0	190.0	117.0	75.0	182.0	188.0
Эстония	29.0	:	:	:	:	:
Ирландия	80.0	32.5	47.5	3.5	:	51.0
Греция	15.0	55.0	60.0	12.0	:	72.0
Испания	346.5	235.4	111.1	0.0	111.1	111.1
Франция	485.7	310.4	175.3	11.0	168.0	186.3
Италия	296.0	129.0	167.0	8.0	155.0	175.0
Кипр	3.0	2.7	0.3	-	0.1	0.3
Латвия	42.7	25.8	16.9	16.8	32.9	33.7
Литва	44.0	28.5	15.5	9.0	25.9	24.5
Люксембург	2.0	1.1	0.9	0.7	1.6	1.6
Венгрия	55.7	48.2	7.5	108.9	115.7	116.4
Мальта	0.2	0.1	0.1	-	:	0.1
Нидерланды	29.8	21.3	8.5	81.2	86.3	89.7
Австрия	98.0	43.0	55.0	29.0	84.0	84.0
Польша	193.1	138.3	54.8	8.3	63.1	63.1
Португалия	82.2	43.6	38.6	35.0	34.0	73.6
Румыния	154.0	114.6	39.4	2.9	17.9	42.3
Словения	31.7	13.2	18.6	13.5	32.3	32.1
Словакия	37.4	24.3	13.1	67.3	81.7	80.3
Финляндия	222.0	115.0	107.0	3.2	110.0	110.0
Швеция	337.5	169.4	172.5	13.7	186.2	186.2
Біріккен Королдық	275.0	117.2	157.9	6.4	164.3	164.3
Исландия	200.0	30.0	170.0	-	170.0	170.0
Норвегия	470.7	112.0	371.8	12.2	384.0	384.0

Швейцария	61.6	21.6	40.7	12.8	53.5	53.5
Хорватия	63.1	40.1	23.0	:	:	:
Македония Республикасы	19.5	:	:	1.0	6.3	:
Сербия	56.1	43.3	12.8	162.6	175.4	175.4
Турция	501.0	273.6	227.4	6.9	178.0	234.3

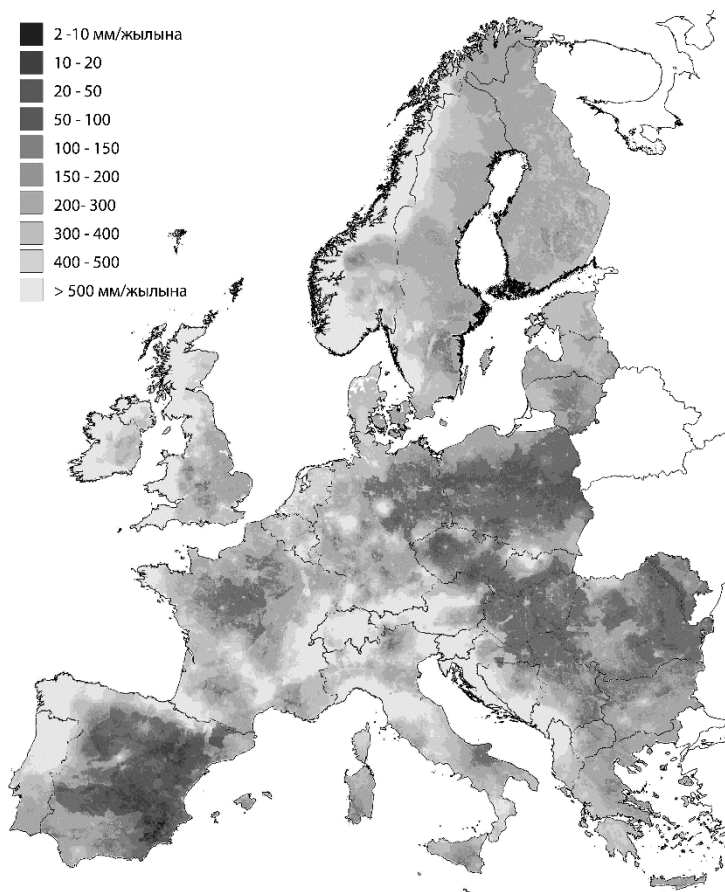
(1) Минималды айналым, әр жылғы орташа мәндерді ескере отырып есептелген—20 жыл.

1.11 суретте кейбір еуропа елдеріндегі халықтың басына шаққандағы тұщы судың мөлшері көрсетілген, бұл мәліметтерді 1.2 кестенің мәліметтері бойынша осы елдердің сумен қамтамасыз ету мәліметтерімен салыстыруға болады.



1.11 сурет. Еуропада тұщы сумен қамтамасыздандыру, 1000 м³ бір тұрғынға шаққанда.

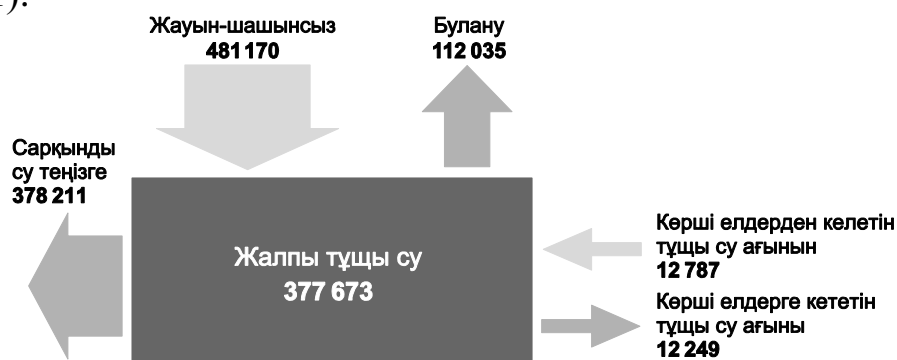
1.12 суретте Еуропадағы тұщы сумен жылдық қамтамасыздандыру көрсетілген. Тұщы судың табиғи ресурстармен жылдық толықтырылу нәтижесі келтірілген (10 нан 500 және одан жоғары миллиметр). Бұл уақытта Испания мен Оңтүстік Еуропада судың мөлшері 200 мм/жылына, жыл сайынғы қажеттілік – 3...10 есе үлкен (JRC, 2012), бұл Еуропадағы суға қолжетімділіктің бірдей еместігін байқатады.



1.12 сурет. Тұщы сумен жылдық қамтамасыздандыру (мм/жыл), Батыс Еуропадағы 1990–2010 ж.орташа алғанда (JRC, 2012).

1.2.1.3 НОРВЕГИЯДАҒЫ СУ РЕСУРСТАРЫ

Норвегиядағы қолжетімді тұщы судың су ресурстары орташа шамамен 378 млрд.м³ құрайды, оның 97% қар және жаңбыр түрінде, қалғаны көрші үш мемлекеттің өзендерінен келіп түседі. Тұщы судың жылдық түсімінің 79% канализациялық ағызындылар ретінде теңіздер мен көрші мемлекеттерге шығарылады да, қалғаны буланып кетеді. (1.13 сурет).



1.13 сурет. Норвегиядағы тұщы судың жылдық қоры (SSB, 2008).

Норвегияда мұздықтар елдің көлемінің 2595 км² басып жатыр. Норвегияда 1624 мұздықтар бар, мұнда 164 км³ тұщы су бар. Тұщы судың қорының 0,3% немесе 1,134 млрд. м³ өзендер мен көлдерден ондай қол жеткізіледі. Норвегия – өзендер елі: мұнда 450 000 өзен, олардың 400 ауданы жалпы 5 км² құрайды. Өзендердегі судың жалпы көлемі 1200 км³ құрайды, сонымен қатар 17 000 км² (4,4%) ауданды алып жатыр. Ең терең өзен Хорниндальсватнет – тереңдігі 514 м, ал ауданы үлкен өзен Мьеса – 365 км² құрайды. Норвегиядағы тұщы судың қорының 6,5% жерасты сулары құрайды.

1.4 кесте – Норвегияда тұщы сулардың аймақтар бойынша бөлінуі (SSB, 2012).

	Барлығы	Су мен құрылықтың қатынасы	
		Құрлық	Тұщы су, өзендер
1	2	3	4
Норвегия корольдығы	385 186	365 246	19 940
Шпицберген	61 022	² 60 627	395
Ян-Майен	377	² 371	6
Материктік бөлік	323 787	304 248	19 539
Эстфолл	4 182	3 888	295
Акерсхус	4 918	4 579	339
Осло	454	426	28
Хедмарк	27 398	26 084	1 314
Оппланн	25 192	23 784	1 408
Бускеруд	14 911	13 796	1 115
Вестфолл	2 224	2 147	77
Телемарк	15 298	13 854	1 444
Эуст-Агдер	9 157	8 314	844
Вест-Агдер	7 277	6 677	600
Ругаланн	9 376	8 589	787
Хордаланн	15 440	14 525	915
Согн-ог-Фьоране	18 623	17 676	947
Мёре-ог-Ромсдал	15 115	14 583	532
Сёр-Трэнделаг	18 856	17 840	1 016
Нур-Трэнделаг	22 415	20 778	1 637
Нурланн	38 462	36 079	2 382
Тромс	25 870	24 866	1 003
Финнмарк	48 617	45 762	2 855

1.2.1.4 УКРАИНАНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Жер беті, жерасты және теңіз суларының көлемін айтуға болады. Украинаның су ресурстары азық-түлік күштерінің даму және орналастырудың ең басты факторлары болып саналады. Олар халықтың тұрмыс жағдайын және денсаулығын анықтайды.

Украинаның көпжылдық орташа орташа су ресурстары шамамен 87,1 км³/жылды құрайды. Бқл көлемге Килий қолтығында жатқан Дунай сулары жатады (123 км³ /жыл). Украинаның шетінде жататын жергілікті су ресурстары орташа ылғалдылықта 52,4 км³ құрайды. Қуаңшылық жылдары 75 және 95% атмосфералық жауын-шашынның әсерінен бұл көрсеткіш сәйкесінше 40,9 және 49,8 км³ құрайды.

Украинаның негізгі су балансының негізгі элементтері 1.5 кестеде келтірілген.

1.5 кесте – Көп жылдар бойында Украинаның су балансының негізгі элементтері

Су балансының элементтері	Өлшем бірлігі	
	мм	км ³
Жауын-шашын	625	
Көлшік:		
- жербетіндегі	65,2	39,4
- жерастындағы	21,6	13,0
Жер бетіндегі булану	538	325
	203	123
Инфильтрация	357	216

Украинаның территориясында 73 мың өзендер бар. Олардың ішінде:

- кішкентай: 68 796 (10 км дейін), 3020 (10нан 25 км дейін), 968 (25 нан 100 км дейін);
- орта: 123 (100 -500 км);
- үлкен: 14 (500 км астам).

Сондай-ақ Украинаның территориясында Еуропадағы үлкендігі жағынан үшінші болып саналатын Днепр ағып өтеді. Днепр үш мемлекеттің территориясынан –Ресей, (бастау алады), Белоруссия және Украина ағып өтеді. Оның ұзындығы 2201 км, Украина территориясында көлемі -981 км, су көздері бассейндерінің ауданы 291,4 мың км². Оған 32 мың су ағындары келіп құяды, оның ішінде 89 - ұзындығы 100 км асатын өзендер болып келеді.

Барлығы Украинада 31 мың км² өзендердің сулы беті, 6 мың км² лимандар мен 1 мың км² көлдер бар. Украинадағы табиғи өзендерден

басқа 6,8 мың км² жасанды су суздері бар. Ал барлығы Украинада кішкентай және үлкен өзендердің маңында орналасқан 22 мың тоғандар мен 420 су көздері бар.

Тұрғындар мен халық шаруашылығын судың қажетті көлемімен қамтамасыздандыру үшін Украинада 1122 (56 км³ көлем) жасанды су көздері, жалпы ұзындығы 2000 км 7 каналдар, 10 ірі су көздері (мысалы Еуропадағы ең ұзын су көзі ұзындығы 175 км болатын Днепр-Солтүстік Приазов).

Украина территориясы бойынша көз ресурстарының біркелкі таралмағандығымен сипатталады. Жауын-шашынның орташа қалыңдығы 5-10 мм-ден (Херсонс облысы) 625 мм (Закарпат облысы) аралығында.

Сондай-ақ Украинада жерасты суларының жеткілікті қоры бар. Алдын ала болжанып, пайдалануға болатын жер асты суларының ресурстары Украина территориясы бойынша 27,2 млн. м³/тәулігіне құрайды. Жерасты суларының территориялық таралуы да біркелкі емес. Ең үлкен шама Черниговск облысына тиісті, мұнда 8402 мың м³/тәу.тең, ал ең аз шама Қрым автономды республикасында, Волын, Тернопольск, Запорож, Закартат және Днепропетровск облыстарында - 1000-нан 3000 мың м³/тәу. аралығында.

Украинаға су ресурстары төмен қоры бар ірі су тұтынушылардың (Донбасс, Кривбас, Қрым автономиялық республикасы, оңтүстік облыстар) шоғырланғанын атап өткен жөн.

Украинаның аймақтарындағы судың жетіспеушілігін толтыру үшін төмендегі каналдар соғылған:

- Солтүстік-Қрым - 402 км;
- Днепр-Донбасс - 263 км;
- Донец-Донбасс ұзындығы 131,6 км;
- Днепр-Қисық Мүйіз - 35,4 км;
- Кахов каналы ұзындығы 130 км.

Суды тұтынудың негізгі бағыттары на халықты сумен қамтамасыздандыру (коммуналды шаруашалық) - 25,8 %, ауыл шаруашылық және балық шаруашылығы - 24,6 % және кәсіпорын - 49,6 %. Сумен қамтамасыздандыру мен тұтынудың негізгі көрсеткіштері 1.6. кестеде көрсетілген.

Соңғы жылдары кәсіпорын мен коммуналды шаруашылық қажеттіліктерге судың шығыны жоғарылағаны байқалады. Сондықтан су шаруашылығының жағдайын жақсартатын негізгі бағыты кәсіпорындарға ресурс үнемдейтін технологияларды ендіру, суды

1.6 кесте – Украинадағы негізгі су тұтыну мен қамтамасыздандыру көрсеткіштері, км³

Көрсеткіштер	км ³ /год
Таза суды пайдалану	12,2
Соның ішінде: өндіріске	16,1
Шаруашалық тұтыну үшін	3,3
Тасталаныған ағызынды сулар	10,5
Соның ішінде: ластанған	3,3
Олардың ішінде тазалаусыз	0,8
Нормативті тазаланған	2,1
Қайтарылатын және қайта сумен қамтамасыздандырылатын	41,5
Тазалау құрылғыларын өндіру	8,0

тұтынуды және өзендер мен көлдердің ластануын төмендетуге бағытталған кешенді іс-шараларды орындау мақсатында су шаруашылығын басқарудың ресурсты-экономикалық принципі болып табылады.

1.2.1.5 БЕЛАРУСЬ РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Беларусь республикасының толықтырылатын тұщы су ресурстары ретінде өзендер мен жерасты сулары қарастырылады, олардың мөлшері елде жауатын жауын-шашынның есебінен табиғи түрде қалыптасады, сондай-ақ көршілес елдердің өзендері мен жерасты суларының келіп түсуі нәтижесінде толықтырылады. Сулы горизонттардың инфильтрациялық құнарлануы көпжылдық орташа атмосфералық жауын-шашынның мөлшерінің 10–20% құрайды. Жалпы алғанда Беларуссияда жерасты суларының үлесі 27% құрайды.

Беларуссияның жербеті су ресурстарының негізгі көздері орта және ірі өзендер болып табылады, бұл өзендердің орташа ылғалдылық мерзімдерде су мөлшері жылына 57 900 млн. м³ құрайды. Елдің территориясымен ұзындығы 500 км асатын жеті ірі өзендер ағып өтеді: Батыс Двина, Неман, Вилия, Днепр, Березина, Сож және Припять, олардың алтауы (Березинді есептемегенде) трансшекаралық болып табылады. Су мол жылдары жалпы өзен ағысы жылына 92 400 млн м³ дейін жоғарылайды, ал қуаңшылық жылдары (95% қамтамасыздандыру) жылына 37 200 млн. м³ дейін төмендейді. Өзен ағысының үлкен бөлігі (34 000 млн. м³ , немесе 59%) елден тыс қалыптасады (жергілікті су көзі). Көрші мемлекеттерден ағып келетін

су мөлшері (Ресей мен Украины) жылына 41%, немесе 23 900 млн. м³ құрайды.

Беларуссияда толық су көлемі 3100 млн. м³, пайдалы көлемі – шамамен 1240 млн. м³ құрайтын 153 су қоймасы салынған, бұл ел территориясында жиналатын су мөлшерінің 3% құрайды. Беларуссия территориясында шамамен 10,8 мың өзендер бар, олардың басым көпшілігі (75%) ауданы 0,1 км² болатын кіші өзендерге жатады. Ауданының көлемі 0,1 км² асатын, су көлемі 6000–7000 млн. м³ тең өзендер ресурсты мәнге ие болады.

Беларуссия су ресурстарының мөлшері жағынан Еуропада Норвегиядан (376 000 млн. м³/жыл), Ұлыбританиядан (152 000 млн. м³/жыл) және Польшадан (85 400 млн. м³/жыл) кейінгі төртінші орынды алады. Жерасты суларының табиғи ресурстары жылына 15 900 млн. м³, ал жобаланған ресурстар – жылына 18 100 млн. м³ құрайды.

Беларуссияның тұрғындарының сумен қамтамасыздандыру жан басына (6,1 мың/адам жылына) есептегенде орташа еуропалық деңгейге жақын, алайда көрші елдерге – Польша (1,7 мың м³/адам) және Украина (4,1 мың м³/адам) ұарағанда жоғары. Жер беті және жерасты суларын пайдалану орташа есеппен 1600 млн м³ құрайды.

Су ресурстарын пайдалану индексі (СРПИ), суды пайдаланудың жалпы жылдық көлемінің орташа көпжылдық жаңартылатын тұщы су ресурстарына қатынасымен есептеледі, Беларуссия үшін 2,8–3,0 % құрайды, бұл СРПИ шектік мәнінен төмен және су тапшылығы бар және су тапшылығы жоқ әртүрлі елдер мен аймақтарды салыстыру үшін негіз болып табылады (20% шамасында). СРПИ 40% асқанда судың жоғары тапшылығы белгіленеді.

Беларуссияда әр тұрғынының шаруашылық-тұтынушылық қажеттіліктеріне орта есеппен су пайдалану 145-150 л/(адам тәулігіне) құрайды. Беларуссияның тұрғындары негізінен ауыз суды жерасты көздерінен алады, бұл сулардың санитарлы-гигиеналық жағдайы суда темір мен марганецтің мөлшері жоғары екендігін ескермегенде бекітілген талаптарға сай келеді, кей жағдайларда ел территориясының гидрогеологиялық ерекшеліктеріне байланысты судың құрамында бор, фтор мен басқа да компоненттердің мөлшері жоғары болады.

Қазіргі таңда сумен қамтамасыздандырудың орталықтандырылмаған көздерінен (шахталы құдық) 1,4 млн. адам сонымен қатар – 1,1 млн. ауыл тұрғындары тұтынады.

1.2.1.5 бөлімге әдебиеттер:

1. Беларусь Республикасында қоршаған орта жағдайы: ұлттық баяндама/Беларусь Республикасы табиғи ресурстар мен қоршаған орта Министрлігі, мемлекеттік ғылыми мекемесі «Беларусия ұлттық ғылыми Академиясының табиғатты пайдалану институты». – Минск : Белтаможсервис, 2010.–150 с. ISBN 978-985-6667-83-4.

2. http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/statistics_for_schoolers/05.pdf

3. http://minpriroda.gov.by/dfiles/000597_60789_part_4.pdf

1.2.1.6 ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Қазақстан жер региондарының ішіндегі сумен аз қамтамасыз етілген елдердің қатарына жатады. Сумен қамтамасыздандыру деңгейі бойынша ол ТМД елдерінің ішіндегі ең соңғы орынды алады, тіпті Түркіменстаннан кейін тұр. Қазақстанның жер беті сулар қорының (жер асты суларының қоса алғанда) жалпы мөлшері жылына 89.5 текше шақырымды құрайды.

Жерүсті су ресурстары. Қазақстанның жерүсті суларының ресурсы орташа сулы жағдайында жылына 100,5 км³ құрайды, оның 56,5 км³ ғана республика аумағында жинақталады. Қалған көлемі (44,0 км³) көрші мемлекеттерден: Қытай - 18,9; Өзбекістан - 14,6; Қырғызстан - 3,0; Ресей - 7,5 км³ келіп түседі.

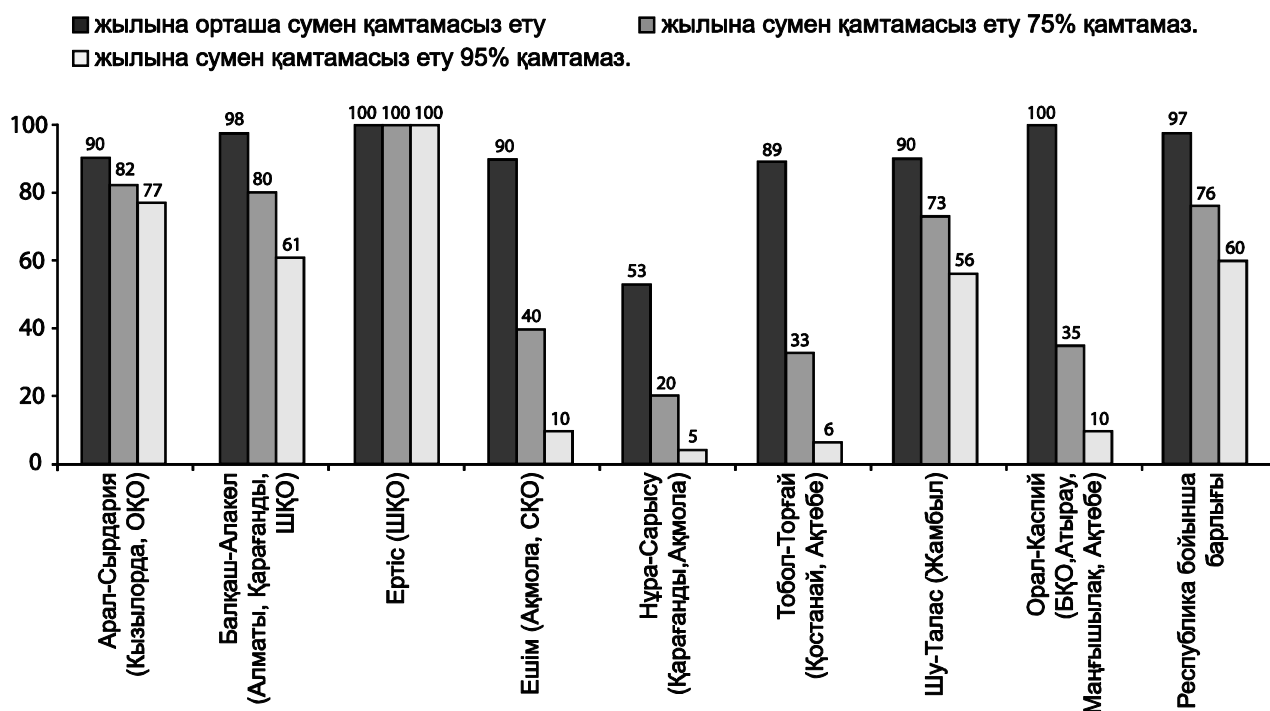
Қазақстанның өз территориясында жинақталатын сулар бойынша сумен қамтамасыз етудің орташа шамасы жылына 1 км²–ге 25,5 мың м³ құрайды. Салыстыру үшін: Ресей территориясында сумен қамтамасыз ету жылына 1 км²-ге - 237 мың м³, Өзбекстанда - 24,7; Қырғызстанда - 266.

Қазақстанның бір тұрғынына жергілікті су ресурстары жылына 4,3 тыс.м³, Қырғызстанда - 12,7; Өзбекстанда - 0,5; Ресейде - 27,8 құрайды.

Табиғи шарттарға байланысты су ресурстарының таралуы әр жерде әртүрлі. Жерүсті су ресурстарымен Шығыс-Қазақстан (121,3 м³/тәу 1 адамға), Павлодар (93,6), Қызыл орда (79,7), Атырау (63,7) облыстары айтарлықтай қамтылған. Су ресурстарымен аз қамтылған облыстарға – Маңғыстау, Қарағанды (4,7), Солтүстік Қазақстан (10,8), Ақмола (11,3) жатады.

Қазақстанның жер беті су ресурстары түгел дерлік таусылған. Республиканың су шаруашылығы мәселелері тек жер беті суларын шектеп пайдалану және жер асты суларының ресурстарын меңгеру есебінен ғана шешілуі мүмкін. Республикада

жалпы су пайдаланудың 9 % жер асты суларының үлесіне тиеді , біздің ойымызша, оны 25% дейін көтеруге болады. Жер бетіндегі және жер асты суларының Қазақстанның геожүйелеріне экологиялық ықпалы көп жақты сипатқа ие. Ол өзен жүйесінің жйілігі және су қоймаларының гидрологиялық және гидрохимиялық режимі арқылы көрінеді. Өзендердің бастаулары , су режимі, жылдық су қорының өзгермелілігі және т.б. гидроэкологиялық факторлар неғұрлым маңызды болып табылады.



1.14 сурет. Қазақстанның негізгі бассейндеріндегі сумен қамтамасыздандыру, %.

Осы факторлардың ішіндегі кейбіреулерінің экологиялық ролін қарастырумен шектелеміз.

Көлдер. Қазақстан көлдерге өте бай. Мұнда Каспий, Арал теңіздері және дүние жүзі бойынша көлемі жағынан он жетінші орынды алатын Балхаш көлі сияқты ірі көлдер бар. Ауданы 1-2 мың шаршы км-ге жететін көлдерде аз емес. Ұсақ көлдердің саны бірнеше мыңға жетеді. Қазақстан көлдерінің негізгі ерекшеліктеріне: таралуының өзіндік сипаты, әр кезеңде пайда болуы (әр жастылығы), деңгейінің шұғыл ауытқып тұруы, типологиялық жағынан сан алуан түрлі болуы, және олардың көпшілігінің ағынсыз болып келуі жатады. Қазақстан көлдерінің географиялық таралуында бір қатар ерекшеліктер бар. Климаттық жағдайларға байланысты көлдердің саны солтүстіктен

оңтүстікке қарай азайады. Мұнымен қатар олар белгілі бір аудандарда топ-топ болып орналасады. Көлдер Каспий бойы, Тұран және Батыс Сібір ойпаттарында, сондай-ақ аласа таулы орталық Қазақстан және оңтүстік шығыстағы биік таулы аймақтарда көп. Құмды және сазды шөлдерде көлдер аз.

Көл су қоймаларының пайда болуы жеке аудандарының өзіндік ерекшеліктеріне байланысты. Каспий бойы ойпатының көлдері теңіз түбінен таяу уақыттарда ғана босаған, көпшілігі реликт көлдер. Теңізден ертеректе босаған Тұран ойпатында реликт көлдерге неғұрлым ірі көлдер жатады. Бұл ауданның орташа және кішігірім көлдері шөлге тән су аяғы құрдымда аяқталатын өзендерден пайда болады. Үштік дәуірдің шөгінді қабаттарынан тұратын Батыс сібір ойпатының көлдері көбінесе суффузиялық көлдер типіне жатады. Ұсақ шоқылы орталық Қазақстанның көлдері шығу жағынан көбінесе тектоникалық және тектоникалық-эрозиялық болып келеді. Биік таулы аймақтарда көлдердің қазан шұңқырының пайда болуы тектоникалық процестермен және мұздықтардың әрекетімен байланысты. Сазды шөлдердің көлдері дефляциялық жолмен пайда болған.

Қазақстан көлдерінің әр жаста (әр кезеңде болуы) оның территориясының жеке аудандарының әр түрлі жаста болып келумен байланысты. Жазық аласа таулы бөліктің көлдерінің көпшілігі өзінің эволюциялық дамуының соңғы стадиясына жеткен. Мұнымен қатар шөлдің көлдері тез тұзданып тұз байлайтын көлдерге айналады. Жергілікті халықтар оларды тұз деп атайды. Мұнан әрі бұл көлдер сорға айналады.

Орманды және дала зоналарының көлдері біртіндеп борпылдақ жыныстарымен толып, оларды өсімдік қамтауда. Олардың көпшілігі «құрудың» әр түрлі стадиясына жеткен.

Биік таулы аймақтардың көлдері даму кезеңі жөнінен жас көлдерге жатады.

Қазақстан көлдерінің су деңгейі өте ауытқып тұрады. Деңгейінің шұғыл өзгеретіні соншалық тіпті кейбір тайыз көлдер мезгіл-мезгіл кеуіп қалады. Көлдердің деңгейі жыл маусымдарына байланысты сондай-ақ көп жыл бойы ауытқып отырады. Деңгейінің үлкен мөлшерде ауытқуы жағалау сызықтары конфигурациясының күшті өзгеруіне, көл аудандарының кішіреуіне, кейде көлдердің біржолата құрып кетуіне әкеліп соғады.

1.7 кесте– Қазақстан Республикасындағы жер бетінің су ресурстары, км³

Өзендер, көлдер мен мұхиттар- дың бассейндері	Орташа көпжылдық тоған		Соның ішінде						Қамтама- сыздан- дырылған тоған		Қуаңшыл ық мерзімін- дегі қол жеткізі- летін ресурстар	
			Тоғанның міндетті шығындары					Қол жетімді тоған				
	Барлығы	Көшілес елдерден келіп түседі	Балық шаруашы санитария	Ресейге транс-портно- энергетик ркхсат	Булану мен фильтрацияға кететін шығын	Шығынның басқарусыз түрі	Барлық шығын			75%	95%	75%
1.Арал- Сырдарья	17,9	14,6	3,1	–	2,8	–	5,9	12,0	14,7	14,2	9,8	9,3
2. Балхаш- Алакөл	27,8	11,4	14,6	–	1,1	1,8	17,5	10,3	22,8	17,8	7,0	5,4
3. Иртыш	33,5	7,5	4,3	8,8	4,9	0,8	18,8	14,7	26,6	19,7	10,8	8,0
4. Ишим	2,6	–	–	–	0,5	0,7	1,2	1,4	1,1	0,3	0,4	0,1
5. Нура- Сарыысу	1,3	–	0,1	–	0,4	0,1	0,6	0,7	0,4	0,1	0,3	–
6. Тобыл- Торғай	2,0	–	0,1	–	0,1	1,0	1,2	0,8	0,8	0,3	0,3	–
7. Шу- Талас	4,2	3,0	0,1	–	0,1	–	0,2	4,0	3,5	2,8	3,0	2,3
8. Орал- Каспий	11,2	7,5	6,5	–	2,2	0,4	9,1	2,1	6,2	3,0	1,0	0,3
Республика бойынша барлығы:	100,5	44,0	28,1	8,8	12,1	4,8	54,5	46,0	76,1	58,2	32,6	25,4

Осымен байланысты өткен таяу жылдары орта Азия мен Қазақстанның зерттеушілерінің алдында Орта Азияның құрғауы жайында мәселе қойылды. Кейінгі жылдардағы зерттеулер, әсіресе Л.С.Бергтың көптеген еңбектері көл деңгейлерінің төмендеуі олардың жаппай құрып кетуге әкеліп соғатын бір беткей, төмендеуге ұшыратпайтындығын көрсетті. Кейбір көл су қоймаларын ұзақ жылдар бойы үздіксіз бақылаудың нәтижесінде, олардың деңгейінің мезгілдік ауытқуы негізінен климаттық жағдайларының өзгеруіне әсіресе қыста түсетін атмосфералық жауын – шашынның өзгеруіне, мөлшеріне байланысты екені анықталды. Қазан шұңқырларының пайда болуына қарай бөлінетін, қазақстандағы көл су қоймаларының типтері барынша әр-түрлі.

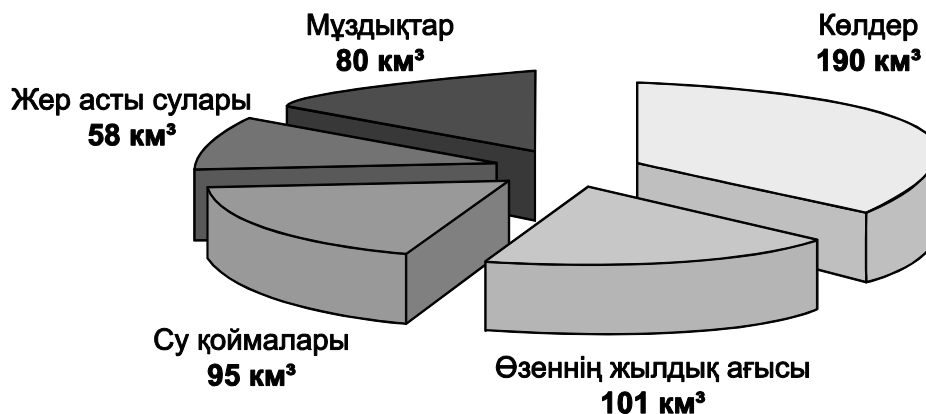
Өзендер. Қазақстан аумағында ірілі-ұсақты 85 мың өзен бар. Олардың ішінде 7 өзеннің (Ертіс, Тобыл, Есіл, Жайық, Сырдария, Іле, Шу) ұзындығы 1000 км-ден асады.

Республиканың барлық өзендері Солтүстік Мұзды мұхит және ішкі тұйық көлдер алаптарына құяды. Екі алап арасындағы суайрық Сауыр-Тарбағатай тау жүйесінің қырқасы мен Сарыарқа, Торғай үстірті арқылы өтіп, Оңтүстік Оралға тіреледі.

Қазақстан өзендерін ұзындығы бойынша 85 022 өзеннің ішінде 84 694-і шағын (ұз. 100 км-ге дейін), 305-і орташа (500 км-ге дейін) және 23-і ірі (500–1000 км-ден астам) өзендер қатарына жатады. Республиканың шығысындағы Алтай, оңт.-шығысындағы Жетісу және Іле Алатаулары ылғалы мол таулы өңірлердегі өзен торының жиілігі (барлық өзендер ұзындығы қосындысының осы алаптың ауданына қатынасы) басқа өңірлерге қарағанда жоғары, 0,4–1,8 км/км² шамасында. Шағын өзендердің көбі Ұлытау, Шыңғыстау, Қарқаралы тауларынан, сонымен қатар Тарбағатай, Қаратау, Мұғалжар жоталарынан басталады. Қазақстан өзендері толығы сипатына қарай 3 топқа бөлінеді: қар суынан толығын, мұздық суынан және аралас толығын өзендер. Өзендердің көпшілігі көктемде тасиды, тек мұздық суынан толысатын өзендер ғана жазда тасиды. Климат сипатына байланысты өзендердің көп жылдық арын мөлшері де үнемі өзгеріп отырады. Жазық өңірлер өзендері арынының орташа өзгергіштігінің вариациялық коэффициенті негізінен 0,80-нен 1,20-ға дейін жоғарылайды.

Өзендердің лайлылығы жөнінен Қазақстанның жазық және таулы аудандар арасында үлкен айырмашылық бар. Жазық жер бедеріне және өзен егістігінің шамалы болуына байланысты мұндағы өзен суында қатты зат ағыны біршама аз болады, лайлылығы 200 г/м³-ден

артпайды. Борпылдақ жынысты өңірде ағатын Бат. Қазақстан өзендерінің лайлылығы тым жоғары (500–700 г/м³). Таулы аудандар өзендерінің лайлылығы ағыс бойымен төмен қарай 50–100 г/м³-ге дейін артады.



1.15 сурет. Қазақстан республикасындағы тұщы судың қоры. Барлығы 524 км³.

Су қоймалары. Қазақстанда жалпы аумағы 95,5 км³ артық болып келетін 200 аса су қоймалары бар. Олардың 50% су көлемі 1 – 5 млн. м³ құрайды. Су қоймаларының ішіндегі ең ірісі: Бұқтырма (Иртыш өзенінде толық көлемі 49,0 км³, Қапшағай су қоймасы (Іле өзенінде) - 28,1 км³, Шардара су қоймасы (Сырдарья өзенінде) - 5,2 км³, Жоғарғы Тобыл және Қаратомар су қоймасы (Тобыл өзенінде) - 0,82 және 0,59 км³ сәйкесімен, Вячеславск және Сергеевск су қоймалары (Ишим өзенінде) – 0,4 және 0,7 км³ сәйкесінше.

Каспий теңізі — Еуропа мен Азия аралығында орналасқан жер шарындағы ең үлкен тұйық көл. Үлкендігіне қарап, оны теңіз деп атайды. Аты XVI ғасырдың аяғында осы теңіз жағасында қоныстанған Каспи тайпаларына байланысты қалыптасқан. Грузияда Каспи қаласы қазір де бар. Сонымен бірге Гиркан (I ғасыр), Хазар (II-X ғасыр), Хвалын (X-XIII ғасыр) және т.б. тарихи атаулары бар. Олар соңғы үш мың жылдағы өмір сүрген халықтардың қойған аттары.

Каспий теңізі неоген дәуірінің аяғында жер қыртысының көтерілуінен Қара теңізден бөлінді. Бұл кезді Каспий теңізінің пайда болған уақыты деп есептеуге болады. Каспий теңізінің жалпы ауданы 376 мың км². Оның беті теңіз деңгейінен 28 м төмен жатыр. Теңіз солтүстіктен оңтүстікке қарай 1200 км-ге созыла орналасқан. Теңіздің ендірек жері - 435 км, ал еңсіз жері - 193 км. Каспий теңізінің жағалау сызығының ұзындығы - 7000 км. Оның суы 5 мемлекеттің исағалауын шайып жатыр. Жағалау сызығының Қазақстан үлесіне - 29% (2340

км), Ресейге - 16%, Әзірбайжанға - 20%, Түрікменстанға - 21%, Иран Ислам Республикасы - 14% тиеді.

Каспий теңізіне 130-ға жуық өзендер мен ағынды сулар Құнды. Олардың теңізге құятын жиынтық ағыны жылына орташа есеппен 300 км³. Осы мөлшердің 80%-ы Еділ өзені- нің, 5%-ы - Жайықтың үлесіне тиеді. Ағынның 10-11%- ын Батыс жағалаудағы өзендер Терек, Сулак, Самур, Кура және т.б. береді. Қалған 4-5%-ы Иран жағалауы өзендерінен келеді. Шығыс жағалауларда тұрақты ағын сулар жоқ.

Арал теңізі. Қазақстан аумағында ірілі-ұсақты 48 мыңнан астам көлдер және 3 мыңға жуық бөгендер бар. Климат жағдайына байланысты көлдердің көбі Қазақстанның солтүстігіне қарай орналасқан. Олардың ішінде Каспий теңізі, Арал теңізі және Балқаш, Зайсан, Алакөл, Қорғалжын, Марқакөл, Теңіз көлі сияқты ірі көлдерден басқа, көбі (94%) көлемі бір шаршы километрден кем шағын көлдер. Көлдердің көпшілігі тұйық көлдер. Көбінің суы тұзды, олардан тұз өндіріледі. Қазақстанда ауданы 100 шаршы километрден астам 22 көл бар. Олар республикадағы көлдердің бүкіл ауданының 60%-ын алып жатыр. Қазақстанның жалпы 48 262 көл айдынының 45 248-і шағын (ауд. 1 км²-ге дейінгілер) көлдер қатарына жатады. Ауд. 10км²-ден астам ірі көлдер саны 296, ал 100 км²-ден астам аса ірі көлдер 21 (бұл 21 айдын үлесіне Қазақстандағы барлық көлдердің жалпы ауданының 60%-ы тиеді). Қазақстан аумағы бойынша көлдер біркелкі таралмаған. Кейде бұлар бір-бірінен жүздеген километр алшақ жатады, кейбір өңірде жиі орналасып, біртұтас көлдер жүйесін құрайды. Солтүстік Қазақстанда жалпы ауд. 15 623 км² болатын 21 580 көл болса, бүкіл Орталық және Оңтүстік Қазақстанда жалпы ауд. 4658 км² болатын 17 554 көл ғана бар. Солтүстік Қазақстанда 100 км²-лік аймаққа 3 км² көлемдік көл айдындары болса, бұл көрсеткіш Орталық және Оңтүстік. Қазақстанда сәйкес түрде 0,23 және 0,53 км²-ге дейін кемиді. Қазақстан көлдері пайда болуы жөнінен тектоник. және экзогендік түрлерге бөлінеді. Каспий және Арал т-дері, Балқаш, Алакөл, Теңіз, Сасықкөл, Марқакөл, т.б. ірі көлдер тектоник. қазаншұңқырларда қалыптасқан. Экзогендік көлдерге Сілетітеңіз, Теке, Жалаулы, Қызылқак, Үлкен Қараой, т.б. жатады. Орманды дала және дала белдемдері көлге бай. Жалпы республика айдындарының көпшілігі абс. биіктіктері 100 м-ден 3500 м-ге дейінгі борпылдақ төрттік шөгінділердің үстінде орналасқан. Көлдердің су жинайтын алаптарының ауданы көбінесе 10-нан 320 км²-ге дейін, ал шөлейт және шөл белдемдерінде бұдан да аумақты келеді. Қазақстан көлдері шарасында 190 км³ су жиналған. Көктемде көлдер деңгейі 0,2 м-ден

6м-ге дейін көтеріледі. Жаздың ортасына қарай сіңу және булану мөлшерінің артуына байланысты көлдердің деңгейлері күрт төмендейді, ал кейбіреуі кеуіп қалады. Төм. деңгей қазан–қараша айларында байқалады. Көпшілік көлдер деңгейінің орташа жылдық ауытқу амплитудасы 1 м шамасында. Ағынсыз көлдер су балансының шығымы түгелдей дерлік булануға кетеді. Көлдердің су балансындағы жалпы кірістің 10–90%-ы жер беті ағынынан, 12–40%-ы жауын-шашыннан құралады. Шарасы граниттік жыныстар үстінде қалыптасқан көлдер баланстары кірісінің 40%-ы жер асты суы ағынынан қалыптасады. Көл суының хим. құрамы жалпы минералдылық пен иондық құрамының әр түрлілігімен және тұрақсыздығымен сипатталады. Тұз концентрациясының маусымдық және көп жылдық ауытқуы көл суы деңгейінің өзгеруіне тығыз байланысты. Республика көлдері су көлемінің 87%-дан астамы сульфатты (Балқаш, Алакөл, Теңіз көлдері, т.б.), ал қалғаны карбонатты немесе хлорлы келеді.

Балқаш көлі – Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы тұйық көл. Аумағы жөнінен Каспий, Арал теңіздерінен кейінгі үшінші орында. Балқаш-Алакөл ойысында, теңіз деңгейінен 340 м биіктікте жатыр. Ауданы құбылмалы: 17 – 22 мың км², ұзындығы 600 км-ден астам, ені шығыс бөлігінде 9 – 19 км, батыс бөлігінде 74 км-ге жетеді. Суының көлемі шамамен 100 – 110 км³. Су жиналатын алабы 500 мың км²-ге жуық. Орташа тереңдігі 6 м, ең терең жері 26 м. Балқаштың батыс бөлігіне Іле (жер бетімен келетін судың 78,2%-ын береді), шығыс бөлігіне Қаратал (15,1%), Лепсі (5,4%), Ақсу (0,43%) өзендері құяды.

Солтүстіктен ағатын Аягөз, Тоқырауын, Жәмші, Мойынты, т.б. өзендер әдетте көлге жетпей сарқылады. Көлдің солтүстік жағалауы Сарыарқаның ұсақ шоқылы тау сілемдерімен ұштасып жатқандықтан, биік жарқабақ болып келеді және көптеген жыра-жылғамен тілімденген, ал оңтүстік жағалауы – суы біртіндеп тартылған кезде жиналған шөгінділерден пайда болған құмды ойпат. Таудағы мұздықтар еріген кезде (маусым – шілде) су деңгейі біраз көтеріледі. Көп жылдық су деңгейі тербелісінің мөлшері үш метрден асады. 20 ғасырда Балқаш көлінің деңгейі 1908 және 1961 жылы көтеріліп, 1946 және 1987 жылы төмендегені байқалды. 1970 жылдан бері Іле өзені бойында Қапшағай бөгенінің салынуына байланысты көлдің табиғи гидрологиялық режимі көп өзгеріске ұшырады. Балқаш – жартылай тұщы көл. Суының химиялық құрамы көл алабының гидрографиялық ерекшеліктеріне байланысты. Көлге сұғына еніп жатқан Сарыесік түбегі Балқашты екіге бөледі, гидрологиялық және

гидрохимиялық жағынан бір-бірінен өзгеше батыс және шығыс бөліктері ені 3,5 км Ұзынарал бұғазымен жалғасады. Судың минералдылығы мен тұздылығы бұл екі бөлікте екі түрлі. Көлге ағып келетін судың негізін Іле өзені құрайтындықтан, батыс бөлігінің суы тұщы (0,5 – 1 г/л), түсі сарғылт-сары, лайлы. Шығыс бөлігінің суы тұздылау (5 – 6 г/л), түсі көгілдір, ашық көк.

Жер асты сулары — Жер бетінің төменгі қабаттарындағы тау жыныстарының арасында қатты, сұйық және газ күйінде тараған сулар. Бұл су өткізгіш тау жыныстарында кездесетін түйіршік және кесек шөгінділер қуыстары, қатты жыныстардың жарықшақтары, утас пен доломиттердің қарсты қуыстары бойынша жылжып отырады. Жер асты сулары қысымсыз грунт сулары мен қысымды артезиан суларына бөлінеді, ал минералдығы бойынша — ащы су, минералды су және тұщы су болып үшке бөлінеді. Соңғы екі судың практикалық маңызы халық шаруашылығында аса зор.

Жер асты сулары деп жер қыртысында кезігетін барлық физикалық күйдегі суларды айтамыз. Қоректену көздері белгілі болған жағдайда жер қыртысындағы су көздері негізінен алаптық геологиялық құрылысымен анықталады. Жер қыртысында су өткізетін және су өткізбейтін қабаттардың кезектесіп келіп отыруы әдетте, су өткізбейтін қабаттың үстіне орналасқан су өткізетін топырақ қабаттарында бос сұйық сулардың жиналуына жағдай жасайды.

Қазақстанның жер асты сулары — Қазақстан Республикасында жер асты суларының едәуір қоры бар. Оның пайдаланылатын болжамды қоры 55 млрд м³/жыл деп есептеледі. Барланған 456 кен орны мен 122 телімнен жылына 16 млрд текше метр тұщы және тұздылығы аз су қорларын пайдалануға болады деп белгіленген. Жер үсті сулары секілді жер асты сулары да өте-мөте әркелкі болып бөлінген. Бұл қорлардың 70%-нан астамы еліміздің оңтүстік және батыс аймақтарында. Жер асты суларының барланған жалпы қорынан 261 кен орны (57%) мен 71 телім (58%) пайдаланылады. 1996 ж. мөлшермен есептегенде жер астынан алынған 1,5 млрд текше метр судың 66%-ы шаруашылық-ауыз су қажеттеріне, 23%-ы өндірістік-техникалық қажеттерге, жүйелі суармалауға 3,7 және жайылымдарды суландыруға 7,3%-ы пайдаланылды. Тұщы және тұздылығы аз жер асты суларынан басқа Қазақстан Республикасының аумағында минералды сулардың 45 кең орны барланған, оның тиянақталған қоры жылына 11 млн текше метр деп есептеледі.

Жер асты суының қоры – жер асты суларының көп жылдар бойы шаруашылық мақсаттарға пайдалануға болатын, үздіксіз жиналып, толығып отыратын мөлшері. Ол табиғи қор, табиғи ресурс, пайдалану қоры болып бөлінеді. Табиғи қор – геологиялық мерзімде немесе көп жылдар бойы сулы қабаттарда, гидрогеологиялық құрылымдарда жиналған су мөлшері. Табиғи ресурс – жауын-шашынның, өзен суларының Жер бетінен оның астына әр мезгілде әр түрлі мөлшерде сіңуіне, Жер бетінің көп жылдық мерзімде ылғалдану режиміне сәйкес жер асты суының толығып отыратын бөлігі. Жер асты суының пайдалану қоры – аумағы белгілі сулы қабаттардан белгілі бір уақыт бойы, техникалық-экономикалық тұрғыдан тиімді түрде арнаулы су қабылдағыштар арқылы тәулігіне алынатын судың мөлшері. Олар халық шаруашылығындағы маңыздылығына, экономикалық тиімділігіне байланысты баланстағы және баланстан тыс қорлар болып 2 топқа бөлінеді. Зерттеліп барланғаннан кейін жоғары сапалы жер асты су қоры мемлекеттік балансқа алынады. Балансқа алынған су қорын пайдалану экономикалық жағынан тиімді болады.

Қазақстан Республикасының аумағында су қоры тәулігіне 43383,5 мың м³ болып келетін 623 жерасты суларының кені және жер бөліктері зерттелген, сонымен қатар мақсатты пайдалану бойынша, мың м³/тәу:

- шаруашылық-ауызсумен қамтамасыз ету - 16838,4;
- өндірістік-техникалық су - 2602,1;
- жер суару - 23913,2;
- бальнеологиялық (минералды сулар) - 29,8.

Қазақстанда құрамында еріген минералды заттарына байланысты тұщы (1 г/дм³ дейін құрғақ қалдық бар), әлсіз тұзды (1 ден 3 г/дм³), тұздылау (3 және 5 г/дм³), қатты тұздалған (5 пен 10 г/дм³), тұзды (10 нан 50 г/дм³) және тұздықтар (> 50 г/дм³).

Пайдалануға жарамды жерасты суларының ресурстарының бекітілген көлемі 15,1 км³ құрайды. Жерасты суларын пайдалану деңгейі әзірге жоғары емес және 11,3% немесе 1,7 км³/жыл. құрайды.

1.8 кесте – бассейндерге есептегенде жерасты суларының бекітілген қоры, км³

Барлығы, км ³	Соның ішінде бассейндер бойынша:							
	Арал-Сырдария	Балхаш-Алакөл	Ертіс	Ишім	Нұра-Сарысу	Тобыл-Торғай	Шу-Талас	Орал-Каспий
15,1	1,6	6,0	3,5	0,2	1,1	0,5	1,6	0,6

1.2.1.7 ТӘЖІКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Тәжікстан таулар елі, оның территориясының 93% таулар алып жатыр. Тянь-Шань, Гиссаро-Алай және Памир таулар жүйесі бір бірінен тауаралық котлавандар мен жазықтықтармен (Ферғана, Зарафшан, Гиссар, Вахш және т.б.). бөлінеді. Су ресурстарының түзілуіне негізінен атмосфералық жауын- шашындар әсер етеді. Елдегі орташа жылдық жауын-шашынның мөлшері 691 мм құрайды және оңтүстік-шығыста 100 мм мен 2400 мм аралығында Федченко мұздығында болып келеді.

Тәжікстандағы тұщы судың қоры мұздықтар мен қарлардан құралады.

Мұздықтардың жалпы көлемі 11 мың км² немесе ел территориясының 8% алып жатыр. Ауданы 1 км² дейінгі мұздықтар ~ 80 %, ал ауданы 1 км² жоғары мұздықтар— 20 % құрайды.

Таулы мұздықтардағы тұщы судың заманауи қоры 845 км³ құрайды, яғни елдің барлық өзендерінің суының орташа жылдық қосындысынан артып түседі.

Аймақтағы ауданы ең үлкен мұздық Памир болып табылады, оның мұз көлемі 7900км² құрайды, бұл Кавказдың мұздықтарынан 3,5 есе артып түседі. Қар шыңдарының биіктігінің теңіз деңгейінен – 4,4...4,5 жоғары болып келетін Батыс Памир (6400 км²) ауданы Шығыс Памир мұздықтарының биіктігінен төрт есе артып түседі, бұл Шығыс Памирдің төмен ылғалдылығын көрсетеді. Памирде ұзындығы 15км болып келетін 16 мұздық бар және 7 мұздықтардың ұзындығы 20 км болып келеді. Ең ірі мұздық – жер шарының ең ұзын мұздығы – Федченко мұздығы – оның ұзындығы 77км және ауданы 156 км² құрайды.

Басқа бір мұз зонасы Гиссаро-Алай және Зеравшан мұздықтары болып табылады. Бұл зонаның сансыз мұздықтары фирнолы¹ алаңдарымен бірге 1500 км². Мұндағы үлкен мұздық – Зеравшан мұздығы, оның ұзындығы 24,7 км құрайды. Оның аумағы 4200 мен 5000 м биіктігінде, ал төменгі жағы 2780 м дейін түсіп жатыр.

Биік таулы рельеф климатты-гидрологиялық үрдістердің факторы ретінде бірінші орында ылғалдың мықты конденсаторын көрсетеді, бұл Тәжікстан аумағында қалың гидрографикалық тордың дамуына ықпал етеді. Мұнда ұзындығы 10 мың км болып келетін 947 өзендер бар, олардың 4 ұзындығы 500 км, 16 ұзындығы -100-500 км және 10

¹ Фирн (нем. Firn – прошлогодний, старый) – ірі дәнді нығыз қар, ол өзара мұзды дәндерден тұрады. Қар мен мұздың ауыспалы түрі болып келеді. Қар шекараларынан жоғары орналасқан таулы аймақтарда, полярлы елдерде түзіледі.

мың кіші өзендердің ұзындығы 10 км аспайды (елде барлығы 25000 өзен бар).

Тәжікстанның барлық өзендері Сырдария, Амудария және Зеравшан өзендерінің су бассейндеріне тиесілі болып келеді.

Тәжікстанның ең ірі сулы өзендеріне Вахш, Зеравшан, Кафарниган және Пяндж (соңғы аталған өзен Тәжікстан-Афганистан шекаралық зонадан ағып өтеді және екі елдің территориясына да қатысты). Трансшекаралық ірі өзендерге сондай-ақ Амудария, Сырдария, Бартанг және Зеравшан өзендері жатады.

Орташа жылдық жаңарып отыратын Амудария өзенінің суы $78,5 \text{ км}^3$ құрайды. Амударияның ірі ағыстарына Вахш, Пяндж және Кафирниган өзендері жатады, бұл бассейннің жалпы су ресурстарының үлесі 82,5 % құрайды. Елдің солтүстік-батысында келесі ағыс Зеравшан орналасқан, оның орташа көп жылдық су қоры $5,14 \text{ км}^3$ құрайды. Тәжікстан аумағында оның тек 3% ғана пайдаланылады, қалған суы Өзбекстан аумағына ағып кетеді және толығымен суару мен басқа да экономикалық қажеттіліктерге жұмсалып кетеді. Ондаған жылдар бойы Зеравшан Амударияға жете алмай келеді.



1.16 сурет. Тәжікстан Республикасындағы таулар мен мұздықтар
Мәлімет көзі: Тажікстан Республикасының гидрометеоқызметінің анықтама материалдары.

Вахш және Пяндж өзендерінің қосылысынан түзілген Амудария өзені Тәжікстан мен Афганистанның арасындағы шекара арқылы төмен қарай аға отырып, Өзбекстанды Афганистаннан бөледі, содан соң Өзбекстан арқылы аға отырып, Түркменістан аумағына түседі де, қайтадан Өзбекстанның аумағы арқылы аға отырып Арал теңізіне құяды. Амудария бассейнінің өзен суының 8 % Афганистанның

аумағында құралады және 3,5 % - Иран мен Түрменістан аумақтарында құралады. Өзбекстан аумағында Амудария бассейні бойынша өзен суының 6% құралады (1.9 кесте).

Жылына орташа жаңарып отыратын Сырдария өзенінің суы 37 км³ құрайды.

Сырдария өзенінің негізгі су қоры Қырғызстан аумағында – 78 % құралады, одан ары қарай Сырдария Өзбекістан мен Тәжікстан аумақтарымен ағып барып, Қазақстандағы Солтүстік Аралға құяды. Өзбекстан аумағында Сырдария өзенінің су қорының 15 %, Қазақстанда - 6 % және Тәжікстанда -1 % құралады.

1.9 кесте - Тәжікстанның басты өзендерінің негізгі сипаттамалары

	Өзендердің атауы	Ұзындығы		Орта көпжылдық ағын
		км		км ³ /жылына
	Пяндж	Толтырылған	921	33,3
		Ағынмен	11503	
	Вахш	Толтырылған	524	23,7
		Ағынмен		
	Кофаринган	Толтырылған	387	5,2
		Ағынмен	1757	
	Зарафшан	Толтырылған	877	5,1
		Ағынмен	6080	
	Сырдария	Толтырылған	2212	15,3
		Тәжікстан аумағында	192	1,1
	Барлығы	Тәжікстан аумағында	28500	64,0**

Мәлімет көзі: Мелиорация және су ресурстары Министрлігінің басылымы Тәжікстан Республикасы, Душанбе 2010 ж.

Өзендердің жылдық қосынды су қоры 25 пен 68 км³ аралығында өзгеріп отырады; осы түзілген су қорларынан Тәжікстан аумағында 52 – 53 км³ су бассейндері түзіледі (Амудария өзенінің бассейндерінде - 50,5 км³, Сырдария - 0,7 км³). Сонымен қатар су пайдалану көлемі 13 км³ құрайды, яғни өзен суларының төрттен бірі ұлттық су тұтынуға, қалған бөліні көрші мемлекеттердің аумағына ағып кетеді.

Бай өзен ресурстарынан басқа Тәжікстан аумағында Амудария бассейндерінің 72% өзені орналасқан. Тәжікстанда 1300 аса өзендер бар, онда 46,3 км³ су жинақталған, сонымен қатар 20 км³ тұщы су қоры бар. Өзендердің су беті 1005 км² құрайды, бұл ел аумағының 1% алады. Өзендердің генезисі негізінен тектоникалық, мұздық, карсты

мінездемеге ие болады. Мұзды және құламалы түрдегі өзендер кеңінен таралған.

Мұздық түрдегі өзендер Солтүстік және Шығыс Памирде кең орын алған. Олардың арасында ең жоғары таулы өзендер - Чапдара (4529 м), Қаракөл (3914 м), Зоркүль (4126 м), Түрімтайкүл (4213 м) және басқасы. Сонымен қатар Куликалон, Хазор-Чашма және ескандеркүл өзендері де мұздықтардан пайда болған деп есептеледі. Үйіндіден пайда болған өзендер Тәжікстанның биік таулы орталық және шығыс бөлігінде кең таралған. Оларға Маргузор, Сарез және Яшилкүль өзендері жатады. Өзендер негізінен мұздықтар мен қарлардың еруінен толығып отырады.

Сарез өзенінің ұзындығы – 55,8 км, теңіз деңгейінен абсолютті биіктігі – 3263 м; өзеннің мксималды ені – 3,3 км; орташа ені – 1,44 км; максималды тереңдігі – 505,6 м; орташа тереңдігі – 201,8 м; өзен жағалауының периметрі – 161,9 км; өзен бетінің ауданы – 79,64 км²; ағысының шамасы – 47,1 м³/сек; өзен бетінің деңгейінің маусымдық максималды өзгеруі – 12 м; фильтрация басталуы – сәуір 1914 жыл; максималды деңгейіне жету – 1978 және 1994 жыл (3270 м); өзеннің бетінен булану – 2,1 м³/сек; деңгейінің максималды жоғарылауы – 20 см/жыл; судың максималды көлемі -16,74 км³.



1.17 сурет. Тәжікстан Республикасындағы Сарез өзені

Мәлімет көзі: Тажікстан Республикасы гидрометеоқызметінің анықтамалық материалдары.

Искандеркул өзенінің тереңдігі 50 метрді құрайды. Бұл өзен XIII ғасырда орын алған үйінділердің нәтижесінде пайда болған деп болжанады. Үйінділер нәтижесінде Аличур өзені қоршалып қалып, нәтижесінде осы өзен пайда болды. Осы болжамның дұрыстығына өзеннің жоғарғы жағында табылған араб жазбалары арқылы көз жеткізуге болады.



1.18 сурет. Искандеркул — Тәжікстан Республикасындағы таулы өзен.

Тәжікстанда барлығы 200 өзен бар, олардың алып жатқан аумағы 716 км^2 (республика көлемінің 5%) және суының жалпы көлемі $46,5 \text{ км}^3$ құрайды. Өзендердің көпшілігі (1730 бірлік) әрқайсының ауданы $0,11 \text{ км}^2$ болып келетін кішкентай су қоймасы түрінде болады.

Таулардың 1000 м биіктіктен жоғары жағында жалпы ауданы $702,0 \text{ км}^2$ құрайтын 1449 өзендер кездеседі. Өзендердің көпшілігі саны жағынан (585) болса да, алып отырған ауданы жағынан болса да (640 км^2), биік таулар мен Шығыс Памирдің өзенді далаларында орналасқан. Олардың ішіндегі ірісі – бұлақсыз ащы-тұзды Каракуль өзені, оның ауданы 364 км^2 және тереңдігі 236 м дейін жетеді. Мамандардың айтуы бойынша өзеннің суы алғашында тұщы болған, ал содан соң тұзды жыныстардың еруі нәтижесінде суы тұзды бола бастаған. Суының құрамында NaCl , KCl , Na_2SO_4 , MgSO_4 тұздары кездеседі. Каракульден басқа мұздықты өзендерге Памирдің көптеген өзендерін жатқызуға болады: Чапдара - 4529 м биіктікте, Зоркуль - 4126 м, Турамтайкуль - 4213 м биіктікте орналасқан. Шунган қордасында өзендік жазық деп аталатын жер бар, мұнда 4100-4200 м биіктікте мұздар ерігеннен кейін пайда болған котловандарда орналасқан жүздеген майда және орташа, әрі терең өзендер бар. Өзінің сұлулығы жағынан кең танымал Ескандаркул өзені Зеравшан

өзенінің бассейнінде орналасқан, ол да өзінің бастауын мұздықтардан алады; ол таулар арасындағы орманды жерде 2200 м биіктікте орналасқан, оның ауданы 3,5 км², ал максималды тереңдігі - 72 м. Тәжікстанның Орта және Шығыс бөлігінің биік тауларында үйіндіден пайда болған өзендер кең таралған. Осындай өзендерге Памирдің Сарез және Яшилькуль өзендері жатады.

Тәжікстан кең таралған жерасты суларына өте бай. Тәжікстанның жаңарып отыратын жерасты суларының ресурстары 6 км³ құрайды, оның 3 км³ жерүсті суларымен гидравликалық байланыста болады. Тәжікстан аумағындағы Сырдария өзенінің бассейнінде жерасты суларының 60%, ал Амудария – 20% өзен ағысын құрайды. Жерасты суларының тұщы қорының жалпы ресурстары (минерализациясы 1г/дм³) тәулігіне 51,2 млн. м³ құрайды. Оның ішінде пайдалану қоры тәулігіне - 7,6 млн.м³ немесе 14,8%.

Бұл ресурстың 65% (жылына 1,93 млн. м³) пайдаланылады. Алайда ауыз судың молдығына қарамастан Тәжікстан халқының ауыз сумен қамтамасыз етілуі жағынан әлсіз елге жатады, бұл жағдай әсіресе Сырдария өзенінің бассейнінде (Согдий облысы) айрықша сезіледі.

Қайтармалы сулардың орташа жылдық көлемі жылына 2,2 км³ құрайды. Коллекторлы-дренажды сулардың көлемі мардымсыз деп есептеледі. Тұщы және әлсіз тұздалған су қоры 1300 өзендерде (46,3 км³) жинақталған.

Тәжікстанда жалпы көлемі 15,3 км³ болатын 9 ірі өзен бар. Олардың ең ірісі Нурек су қоймасы болып табылады. Су пайдаланудың максималды көрсеткіштері (жылына 14 км³) және су пайдалану (жылына 11 км³) 1980-1990 жылдары қол жеткізілді. Алайда соңғы жылдары су пайдалану жылына 9,5-10 км³ дейін қысқарды.

1.10 кесте - Тәжікстанның сулы қамбалары

Тәжікстанның су ресурстары	
Мұзды сулар	845 км ³ (көлем), 11146 км ² (ауданы)
Өзен ағындары	64 км ³ /жылына (55,4% Арал бассейнінің ағындары), 947 (мөлшері), 30000 км (жалпы ұзындығы)
Өзендер	46,3 км ³ (көлем), 705 км ² (ауданы), 1300 (мөлшері)
Су қоймалары	15,34 км ³ (көлем), 7,63 км ² (ауданы)-13% Арал теңізінің бассейндік ағыны (пайдалы), 664 км ² (ауданы)

Жер асты сулары	18,7км ³ /жылына (2,8км ³ -эксплуатациялық ресурс)
Қайтарымды сулар	3,5-4,0км ³ /жылына (3,0км ³ -коллектрлі-дренажды, 0,50км ³ -коммуналды-тұрмыстық)

Мәлімет көзі: Мелиорация және су ресурстары Министрлігінің басылымы
Тәжікстан Республикасы, Душанбе 2010 ж.

Республикадағы су шаруашылығының негізгі мақсаты барлық салалар және экономикалық зоналар бойынша су ресурстарын рационалды пайдалану болып табылады.

Ауыл шаруашылығына жыл сайын жалпы су тұтынудың 93% және республиканың өзен суының 24% жұмсалады. Кәсіпорындар мен коммуналды шаруашылыққа жұмсалатын су мөлшері салыстырмалы түрде аздау және сәйкесінше 3,1% және 1,8% құрайды. Суарылатын жер шаруашылығына ауыл шаруашылығында пайдаланатын су мөлшерінің 85% және Тәжікстан Республикасындағы толық су пайдаланудың 70% жұмсалады.

1.2.1.7 бөлімге әдебиеттер:

1. Бояркина О.А. Управления водными ресурсами в центральноазиатском регионе, Институт водных проблем РАН , 2011 г.

2. Шакиржанов Р. Вода В Центральной Азии – Геополитический Кризис В Перспективе? 2010.

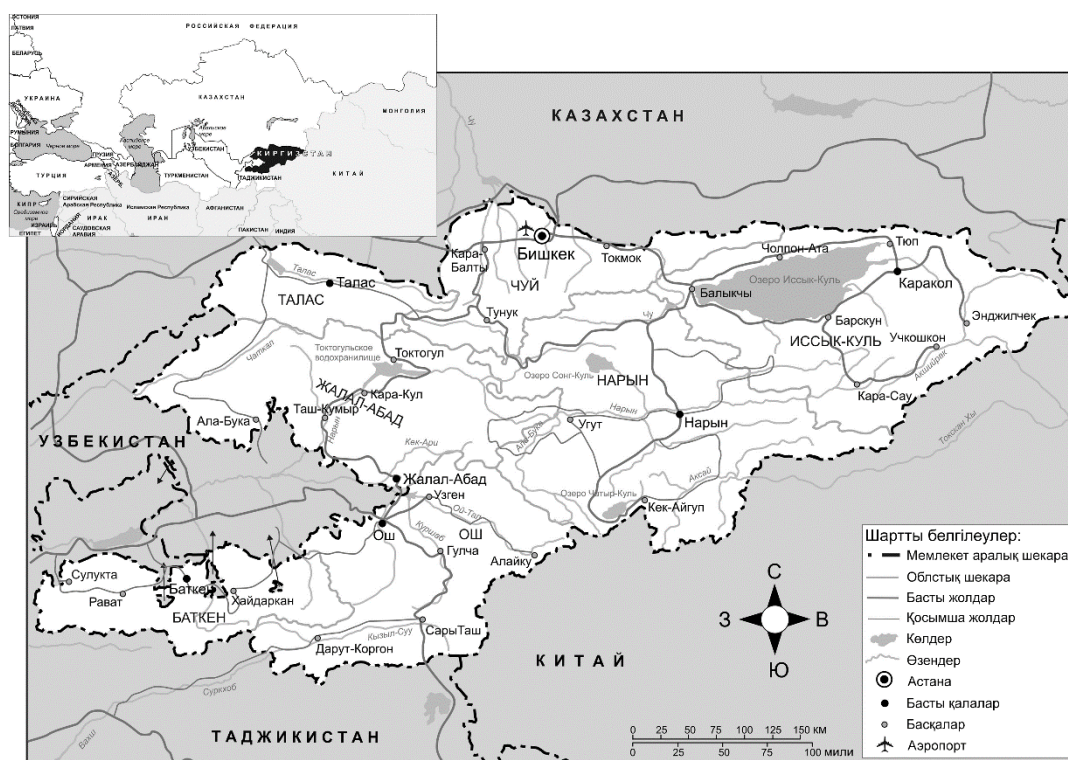
3. Бабаев А.Г. Трансграничные проблемы в бассейне Амударьи // Трансграничные проблемы стран СНГ. – Москва, 2009.

1.2.1.8 ҚЫРҒЫЗСТАННЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Қырғызстан – кәдімгі таулы ел, жер аумағы теңіз деңгейінен 1000м жоғары орналасқан. Халқының адам басына шаққанда су ресурсының қоры шекті көрсеткіштері бойынша Орталық Азияда екінші орында тұр. Мұздықтарының жалпы аумағы 8 мың км² немесе ел көлемінің 4,2 % алып жатыр. Тұшы судың заманауи қорлары таулы мұздықтарда 650 км³ тең келеді (1.19 сурет).

Республика көлемінде Сырдария, Амудария, Шу, Талас, Іле, Тарим өзендерінің бассейндеріне тиесілі 3500 астам өзендер мен Ыстық көл бар. Траншекаралық айтарлықтай ірі өзендерге Сырдария, Нарын, Қарадария, Шу, Талас, Шатқал, Сарыжаз, Чон-

Изен-Гибуш жатады. Су көлеміне байланысты эр жылдары өзендердің жылдык қоры 44 пен 50 км³ (қайтармалы суларды ескере отырып) аралығында өзгеріп отырады (1.11 кесте).



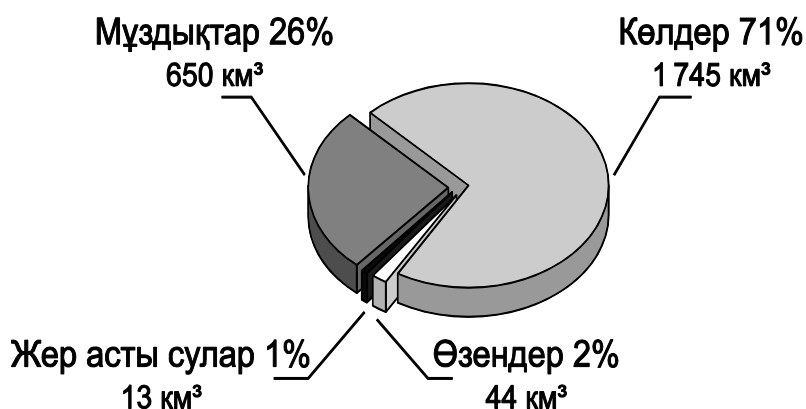
1.19 сурет. Қырғызстан карта көздері: Картографиялық секция ООН, 2009

1.11 кесте— Қырғызстан Республикасындағы орташа көпжылдық жерүсті ағындының есептік көрсеткіші

Су нысандарының атауы (бассейндері)	бассейн бойынша барлығы көпжылдық ағынды су (км ³)	Қырғызстан аймағындағы бассейн бойынша көпжылдық ағынды су, км ³
Сыр-Дарья ө.	46,04	27,40
Аму-Дарья ө.	93,42	1,93
Шу ө.	6,64	5,00
Талас-Асса ө.	1,84	1,74
Или-Кар-Кыра ө.	0,36	0,36
Иссык-Куль ө.	4,65	4,65
Тарим ө.	6,15	6,15
Барлығы:	159,10	47,23

Жер үсті суларының көбісі ел аумағында қалыптасады, алайда жыл сайын өзен ағысының төрттен бір бөлігі ұлтты сумен қамтамасыздандыруға жұмсалады, ал қалған бөлігі көршілес мемлекеттердің аумағына түседі. Коллекторлы-дренажды сулардың көлемі мардымсыз деп саналады және 1,3 км³/жылына құрайды (1.20

сурет). Қырғызстандағы соңғы 20 жыл мерзіміндегі қайтармалы сулар бойынша сенімді ақпараттар жоқ. Көлдерге жинақталатын (басым бөлігі Ыстық көлге жинақталады) жыл сайынғы қайтармалы тұщы сулардың қоры 1745 км^3 деп бағаланады және ұлттық су ресурстарының 71% құрайды.



1.20 сурет. Қырғызстан Республикасының су қоры

Ел аумағында жерасты тұщы судың 106 көзі анықталып, 44 зерттелген. Бұл сударды пайдалану қоры тәулігіне $6,1 \text{ млн. м}^3$ құрайды, алдын ала болжау бойынша тәулігіне шамамен $11-13 \text{ млн. м}^3$ құрайды. Қырғызстанда жерасты суларының жалпы потенциалы қажетті көлемде зерттелмеген.

Қырғызстанда қазіргі уақытта жалпы көлемі 22 км^3 құрайтын су қоймалары пайдаланылады. Олардың ішінде Тоқтағұл СЭС су қоймасы, сондай-ақ Орто-Тоғай, Киров және Панск ирригацияға арналған су қоймаларын атап өтуге болады (1.12 кесте).

1.12. кесте. Қырғызстанның ірі гидротехникалық ғимараттары

Гидронысанның атауы	құрыстың аяқталған жылы	өзен /Бассейн	Гидро қызметтің атауы	жағалаудың биіктігі, м	ұзындығы, м	су қоймасы-ның көлемі, млн м^3	Электр бекетінің бекітілген қуаттылығы, мың. кВт
Ала-Арчин	1986	Ала-Арча/Шу	Шаю	35	2 100	90	—

Ала-Арчин суармалы	1966	Ала-Арча/Шу	Шаю	24,5	6 000	51	–
Атбашин	1970	Атбаши/Нарын/Сырдарья	Энергетика	79	55	9	40
Базар-Күрған	1962	Кара-Ункур/Сырдарья	Шаю	25	2 400	22,5	–
Иссыкатын	1979	Иссык-Ата/Шу	Шаю	31	492	3	–
Кара-Бұрын	2005	Кара-Бура/Талас	Шаю	49	250	17	–
Кассансай	1968	Кассансай/Сырдарья	Шаю	64	210	165	–
Киров (1.21 сурет)	1975	Талас	Суменқамт амасыз ету шаю	86	258,5	570	–
Курсай	1983	Нарын/Сырдарья	Энергетика	113	364	370	800
Найман	1966	Кыргыз-Ата	Шаю	40,5	265	39,5	–
Орто-Тоқой	1962	Чу/Чу	Шаю	52	365	470	–
Папан	1985	Акбура/Сырдарья	Суменқамт амасыз ету шаю	100	90	260	–
Сокулукск	1968	Сокулук/Шу	Шаю	22,5	3 000	11,5	–
Спартак	1978	Ак-Суу/Шу	Шаю	15	2 600	22,8	–
Ташкұмыр	2001	Нарын/Сырдарья	Энергетика	75	336	140	450
Токтогул	1978	Нарын/Сырдарья	Энергетика Шаю	215	292,5	19 500	1200
Торт-Гуль	1971	Исфара	Шаю	Зап 34 Вос 20	Зап 1090 Вос 540	90	–
Торт-Куль су қоймасы	1963	Тон	Шаю	19	380	1,4	–
Үш-Корған	1962	Нарын/Сырдарья	Шаю Энергетика	36 27	223,9 2 882	56,4	180
Шамалдысай	2002	Нарын/Сырдарья	Энергетика	37	238,5	39	240

<i>Камбаратин-1</i>	<i>құрлыс дайындалуда</i>	<i>Нарын/Сырдарья</i>	<i>Энергетика</i>	<i>275</i>	<i>280</i>	<i>4 650</i>	<i>1 900</i>
<i>Камбаратин-2</i>	<i>құрлыс сатысында</i>	<i>Нарын/Сырдарья</i>	<i>Энергетика</i>	<i>60</i>	<i>190</i>	<i>70</i>	<i>360</i>



1.21 сурет. Талас өзендегі Киров су қоймасы

Жалпы алғанда оңтүстік аймақтардағы локалды зоналарды ескермегенде Қырғызстан Республикасы ұзақ уақытқа ауыз су қорымен қамтамасыздандырылған.

1.2.1.9 РЕСЕЙ ФЕДЕРАЦИЯСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Ресей Федерациясы сумен қамтамасыздандырылған мемлекеттердің қатарына жатады. Ресейде орташа жыл бойына қалпына келетін су ресурстары әлемдік өзен ағысының 10% құрайды (әлемде Бразилиядан кейінгі 2 орын) және жылына 4,3 мың. куб деп бағаланады.

Жалпы алғанда елді сумен қамтамасыздандыру көлемі жылына адам басына 30,2 мың кубты құрайды. Ресей Федерациясы бойынша су қорын бағалау мәліметтері 1.13 кестеде келтірілген.

1.13 кесте – Ресей Федерациясы бойынша су қорын бағалау

Ресурстар	Орташа көпжылдық көлем (жаңару), км ³ / жыл	Статистикалық қорлар, км ³
Өзен ағысы	4270	-
Көлдер	532	26600
Балшықтар	1000	3000
Мұздықтар	110	39890
Жерасты сулары	869	28000
Топырақты ылғал	3500	-
Барлығы	8384	97000 астам

Мәлімет көзі: «2012 жылы Ресей Федерациясында қоршаған ортаның жағдайы мен оны қорғау туралы» Мемлекеттік баяндама». – Москва, 2013, 14 б.

Ресей Федерациясының толығып тұратын су ресурстарының үлкен бөлігі (95,8%) Ресей аумағында қалыптасады және судың бір бөлігі (4,2%) көрші мемлекеттердің аумағынан келеді. 1.14 кестеде жеке өзен бассейндері бойынша өзен ресурстарының мәліметтері келтірілген.

1.14 кесте – Ресей Федерациясының жеке өзен бассейндері бойынша өзен ресурстарының мәліметтері

Өзендер	Бассейн көлемі, мың. км ²	Су ресурстарының орташа жылдық мәні, км ³ / жыл	2012 жылдың су ресурстары, км ³ / жыл	Орташа көп жылдық мәннен ауытқу, %
Солтүстік Двина	357	101,0	120,0	18,8
Печора	322	129,0	142,2	10,2
Волга	1360	238,0	239,0	0,4
Дон	422	25,5	16,4	- 35,7

1.14 кестенің жалғасы

Кубань	57,9	13,9	9,8	- 29,5
Терек	43,2	10,5	10,7	1,9
Оба	2990	405,0	299,9	-26,0
Енисей	2580	635,0	497,1	- 27,1
Лена	2490	537,0	677,4	26,1
Колыма	647	131,0	144,4	10,2
Амур	1855	378,0	376,2	- 0,4

Мәлімет көзі: «2012 жылы Ресей Федерациясында қоршаған ортаның жағдайы мен оны қорғау туралы» Мемлекеттік баяндама». – Москва, 2013, 15 б.

1.15 кестеде ірі көлдердің су көлемі келтірілген.

1.15 кесте. Ресей Федерациясындағы ірі көлдердің су көлемі, жылына км³

Көлдер	1.01.2013 ж. су көлемі	Орташа көп жылдық су қоры
Байкал	23000	23000
Ладожск	911	911
Онежск	293	292
Ханка	19,3	18,4

Мәлімет көзі: Ресей статистикалық жылнама.2013. Стат. сб. – Москва: Росстат, 2013, 64 б.

Ресей Федерациясының су ресурстары ел аумағы бойынша біркелкі таралмағандығымен ерекшеленеді. Тұрғындары 70% құрайтын және өндіріс шоғырланған елдің еуропалық бөлігіндегі игерілген аудардарына су ресурстарының 10% ғана тиесілі.

Қуаңшылық жылдары судың тапшылығы Дон, Орал, Кубань, Ертіс өзен бассейндері бойындағы, сондай-ақ Каспий теңізінің батыс жағалауында орналасқан шаруашылық қызметі қарқынды дамыған аудандарда байқалады. Ресей Федерациясының аумағында жерасты суларының ресурс потенциалы жылына 400 км³ құрайды. Тұтынуға жарамды жерасты суларының (ауыз су және шаруашылық-тұрмыстық, өндірістік-техникалық су қамтамасыздандыру, жер суару және жайылымдарда суландыру) жалпы қоры шамамен жылына 34 км³ құрайды.

Ауызсу және шаруашылық-тұрмыстық су ретінде пайдалануға жарамды жерасты суларының қорымен Ресей Федерациясының аумағын қамтамасыздандыру да біркелкі емес. Мурманск, Курган, Омск, Новгородск, Ярослав облыстары және Архангельск, Ростов, Тюмень облыстарының жекелеген аудандары, сондай-ақ Калмыкия Республикасы мен Ставрополь өлкесі сапасы гигиеналық нормаларға сай жерасты суларымен қажетті мөлшерде қамтылмаған.

Табиғи су көздерінен (теңіз суын қоса есептегенде) су тұтыну 2012 жылы 72,1 км³ немесе шамамен 2% толығын ресурстарды құрады, өзен бассейндері бойынша 50% құрады. Су ресурстарының жалпы көлемінің 90% жылу және атом энергетикасына (37%), агрокәсіпорын кешеніне (24%), сондай-ақ тұрғын-коммуналды шаруашылығына (18%), өндіру және өңдеу кәсіпорны (12%) жұмсалады. 1.16 кестеде су пайдалану экоқарқындылығын сипаттайтын кейбір көрсеткіштер келтірілген.

1.16 кесте – Ресей Федерациясында су пайдалану экоқарқындылығын сипаттайтын көрсеткіштер

Көрсеткіш	2010	2011	2012
Тұрғын басына су тұтыну, м ³ / адам.	446,61	421,84	410,19
ВВП бірлігі бойынша су тұтыну (ВВП ағымдағы бағада, млн. руб.), м ³ / млн. руб.	1693,0	1333,2	1298,99

Мәлімет көзі: «2012 жылы Ресей Федерациясында қоршаған ортаның жағдайы мен оны қорғау туралы» Мемлекеттік баяндама». – Москва, 2013, 15 б.

Кесте бойынша соңғы жылдары ВВП бірлігі бойынша су тұтыну төмендеген, бұл суды рационалды тұтынудың жақсарғандығын көрсетеді. Сонымен қатар Ресей Федерациясының ВВП шамамен 2,4 м³/мың. рублді құрайды (2007 ж.), бұл экономикасы дамыған елдердің көрсеткіштерінен жоғары. Ресей Федерациясында Су стратегиясын жүзеге асыру нәтижесінде 2020 жылға қарай (2009 г. қабылданған) бұл көрсеткіш 42% төмендейді және 1,4 м³/мың. рублді құрайды (2007 жылдың бағасымен) деп болжанып отыр. 1.17 кестеде тұщы суды шаруашылық және шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктерге пайдалану көрсеткіштері келтірілген.

1.17 кесте – Ресей Федерациясында тұщы суды шаруашылық және шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктерге пайдалану көрсеткіштері

Көрсеткіш	2010	2011	2012
Ауызсу және шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктерге пайдаланған су көлемі, млн. м ³	9572,2	9411,66	9023,67
Орталық су құбырын пайдаланушы тұрғындар үлесі, %	67,58	67,99	67,7
Тұрғын басына шаққандағы орталық су құбырының су көлемі, м ³ / чел.	103,75	96,76	92,99

Мәлімет көзі: «2012 жылы Ресей Федерациясында қоршаған ортаның жағдайы мен оны қорғау туралы» Мемлекеттік баяндама». – Москва, 2013, 15 б.

1.2.1.10 МОЛДОВА РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Молдова жерүсті суларына бай емес. Бұл жағдайды жауын-шашынның аз болуымен, әрі буланудың жлғары болуымен түсіндіруге болады. Сонымен қатар рельефтік қиылыс та өз әсерін тигізеді: жергілікті жер бедеріне жарлар мен балкалар өте қатты зиянын тигізеді. Су ресурстарын дұрыс пайдалану мен қорғау мәселелері менжаңа су көздерін анықтау халықы тығыз орналасқан Молдова үшін өте маңызды болып табылады.

Республикада судың табиғи жинақталуы көлемі 200–220 млн м³ болып келетін 62,2 км² құрайды. Сонымен қатар шамамен 250 км³ жасанды тоғандар мен су қоймаларына тиесілі, мұнда шамамен 800 млн м³ су қоры бар. Судың жалпы алатын ауданы елдің 1% құрайды.

Молдовада су ресурстарының алатын орны ерекше бұл – адамның суға деген сұранысы мен азықтың қауіпсіздігінің факторы, кірістерді генерациялау көзі мен экономикалық тіршіліктің көзі, демалыс пен туризмнің ортасы, гидроэнергия көзі, су көлігінің ортасы, су және суға жақын орналасқан экожүйенің биотүрлері мен олардың тіршілігінің ортасы. Сонымен қатар су қоймалары ағызынды сулар мен ластаушыларды тазалаушы және реципиенті болып табылады.

Молдовада су мөлшері үлкен болып келетін ірі өзендер аз, алайда біршама орташа және майда өзендер (1.18 кесте) көп кездеседі. Сондықтан өзендер жүйесі тармақтары кең жайылған ағашқа ұқсайды. Өзендер жүйесінің құрамында 3085 тұрақты және уақытша су көздері бар; олардың ішінде 240 өзеннің ұзындығы 10 км артық және тек сегіз өзеннің – Днестр, Прут, Реут, Икель, Бык, Ботна, Ялпуг және Когильник – 100 км артады.

Өздерінің бастауларын украиналық Карпаттан алатын транзитті екі өзендерден – Днестр және Пруттан басқа Молдованың барлық өзендері жергілікті жауын-шашын суларымен толығыды. Жауын-шашын мөлшері елдің оңтүстік аймағында жылына 20–30 мм, ал орталығында – 40–50 мм және солтүстігінде – 60–70 мм құрайды.

Барлық молдовалық өзендер Қара теңіз бассейніне жатады, ол солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай ағады. Майда өзендер әртүрлі бағытта аға береді, алайда солтүстік пен батысқа қарай ағатын өзендер кездеспейді.

Молдованың барлық табиғи өзендері Қара теңіз бассейнінен шығады, олар үш өзендердің – Прут пен Дунай, Днестр бассейнінен басталады. (1.22 сурет). Өзендерді басқару мақсатында су ресурстары «Апеле Молдовей» Агенттігінің аясында екі бассейн басқармасы құрылды (Днестр – картада басқарылатын аумақ 1 санымен, ал Прут-Дунай – аумақтары 2–4 сандарымен белгіленген). Сонымен қатар Молдова Республикасының Үкіметімен бассейн кеңестері құрылды, бұл кеңеске аймақтық басқармалар, орталық басқармалар мен қоғамдық ұйымдардың басшылары кіреді.

Молдова аумағынан Днестр бассейніне 57%, ал Дунай бассейніне, Прутты қоса есептегенде – 35% (Пруттың өзі – 24% және Кагул және

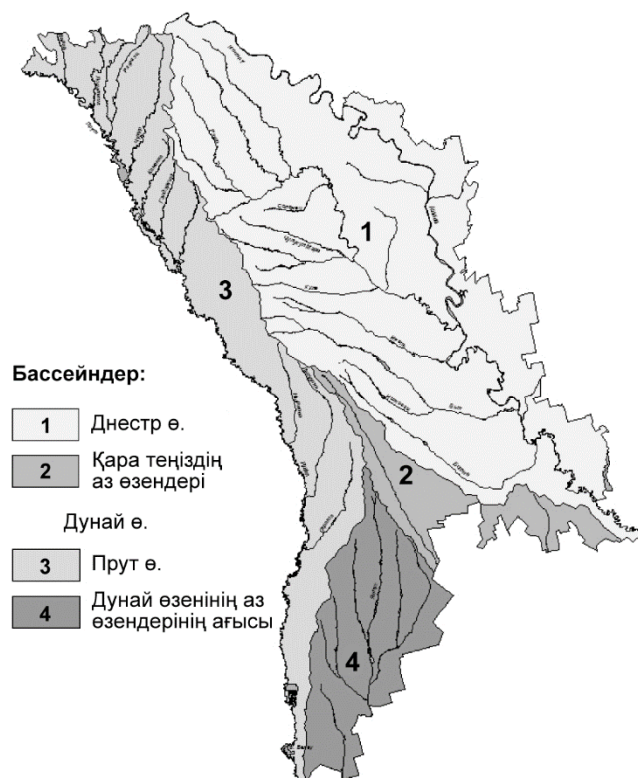
Ялпуг өзендерінің бассейндері, Дунайға ағып түсетіні – 11%) құяды. Украина аумағы арқылы Қара теңізге ағып түсетін өзендердің бассейндеріне Молдова аумағының 6% жатады. Сонымен қатар, Молдоваға трансшекаралық өзендердің арасынан (1.23 сурет) Днестр 78%, ал Прут – 21% су алып келеді. Олардың ішішен 3–5 км³ Молдоваға тиесілі. Ел аумағында қалыптасатын су ресурстары 1 км³ (10% дейін) құрайды. Жергілікті жерасты су ресурстары 1,1–1,2 км³ құрайды.

Судың табиғи жинақталуы республикада барлық көлемі 200–220 млн м³ болып келетін 62,2 км² құрайды. Сонымен қатар 250 км² жасанды тоғандар мен су қоймаларына тиесілі, мұнда шамамен 800 млн м³ су жинақталған. Судың жалпы көлемі елдің 1% алып жатыр.

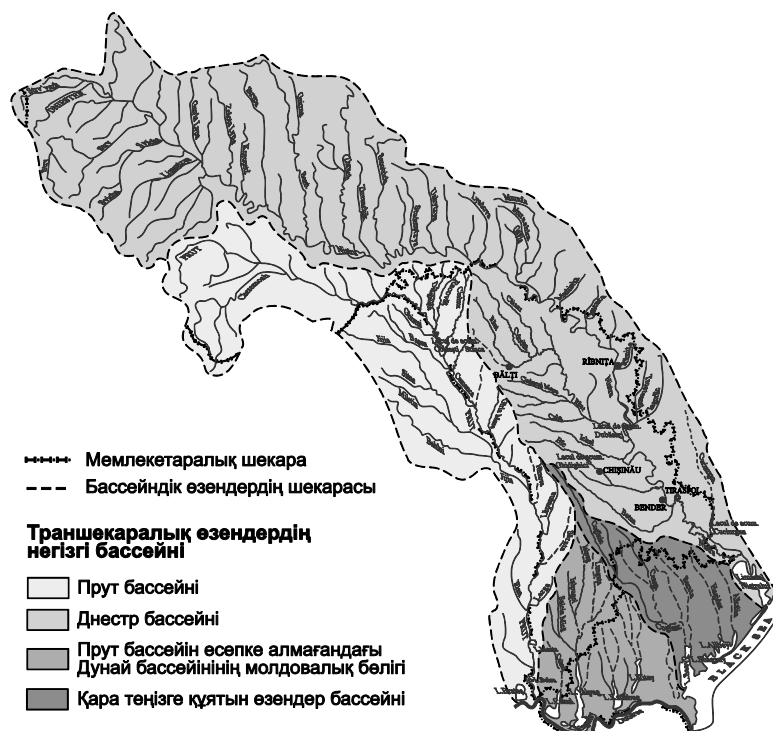
Днестрдің жылдық мөлшері орташа алғанда 10 км³ құрайды. Днестр жаздық тасқындармен сипатталады. Қазіргі таңда өзенде су қоймасы бар гидроэлектробекетінің үш платинасы салынған, оларды дұрыс басқарғанда жауын-шашы тасқындарының алдын алуға болады, алайда бұл әрдайым орындала бермейді, соңғы су тасқыны Днестрде 2008 және 2010 жылдары орын алды. 2008 жылы болған тасқыннан келген шығын шамамен 120 млн долларды құрады.

1.18 кесте. Молдованың негізгі көлдері (ұзындығы 100 км артық)

Өзен атауы	Жалпы ұзындығы, км,	Ел аумағындағы, Км	Бассейннің жалпы ауданы (км ²)	Ел аумағындағы ауданы (км ²)	Жалпы құлауы, м	Төмендегі су шығыны, м ³ /с	Жылдық су көлемі, км ³
Днестр	1352	657	72 100	19 070	759	318,0	10,0
Прут	989	695	27 500	7990	2058	150,0	2,4
Реут	286	286	7760	7760	168	5,99	0,189
Икель	101	101	814	814	223	0,51	0,016
Бык	155	155	2040	2040	175	1,08	0,034
Ботна	152	152	1540	1540	220	0,47	0,015
Когильник	243	125	3910	1380	230	–	–
Ялпуг	142	135	3280	3223	153	–	–



1.22 сурет. Молдова Республикасын өзен бассейндері бойынша бөлу



Контурмен Молдова Республикасы белгіленген. 1 – Прут бассейні; 2 – Днестр бассейні; 3 – Дунай бассейнінің Молдовадағы бөлігі, Прут бассейнін есептемегенде; 4 – Қара теңізге құятын өзендер бассейні.

1.23 сурет. Негізгі трансшекаралық өзендердің бассейндері

1.2.1. бөліміне әдебиттер

- GRIDA-UNEP, 2012. GRID-Arendal, <http://www.grida.no/graphicslib>
http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/statistics_for_schoolers/05.pdf
http://minpriroda.gov.by/dfiles/000597_60789_part_4.pdf.
<http://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>
http://www.cawater-info.net/review/legal_kz.htm
- JRC, 2012: Joint Research Centre; <https://ec.europa.eu/jrc/en>
- Revenga, 2000. в фактах и тенденциях-Вода, Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию, Revenga, 2000 in Facts and Trends - Water, World Business Council of Sustainable Development, 2006
- Shiklomanov, I, 1993. World fresh water resources; Chapter in: Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources, Editor Peter H. Gleick, Oxford University Press, New York.
- Statistics Norway, 2009: Natural Resources and the Environment. Statistics Norway. <http://www.ssb.no/a/english/publikasjoner/pdf/sa109/sa109.pdf>
- Statistics Norway, 2012:
<http://www.ssb.no/a/english/publikasjoner/pdf/sa109/sa109.pdf>
- UNDP, 2004: Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии.
http://www.undp.kz/library_of_publications/files/2496-24188.pdf
- UNECE, 2007. Безопасность плотин в Центральной Азии: создание потенциала и региональное сотрудничество, ООН, Женева.
http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/documents/Water_Series_Publication5_r.pdf
- UNECE, 2010. Второй Обзор результативности экологической деятельности Кыргызстана, Женева. <http://www.unece.org/?id=14802&L=2>
- UNECE, 2013. Национальный диалог по водной политике в Кыргызстане в сфере интегрированного управления водными ресурсами, 2013. Процесс и результаты за 2008-2013 годы. Бишкек.
http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/NPD_meetings/2013/Kyrgyzstan/pb_rus.pdf
- Бабаев А.Г., 2009. Трансграничные проблемы в бассейне Амударьи // Трансграничные проблемы стран СНГ. – Москва.
- Бояркина О.А., 2011. Управления водными ресурсами в центральноазиатском регионе, Институт водных проблем РАН.
- Брошюра Министерство мелиорации и водных ресурсов Республики Таджикистан Душанбе, 2010.
- Евростат, 2013: Water statistics: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Water_statistics
- Издание Министерства мелиорации и водных ресурсов Республики Таджикистан, Душанбе, 2010.
- Картографическая секция ООН, 2009

Кыргызстан-2025, 2013. Стратегии и сценарии развития. институт стратегических исследований при президенте Кыргызской Республики, Бишкек.

Минприрод РФ, 2013: Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году». – Москва, с. 15. <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/cef/gosdoklad%20za%202012%20god.pdf>

Росстат, 2013. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. – Москва:, с. 64

Состояние окружающей среды Республики Беларусь: нац. доклад / М-во природ. ресур. и окружающей среды Республики Беларусь, 2010, гос. науч. учр-е «Ин-т природопользования Нац. Академ. наук Беларуси». – Минск : Белтаможсервис, 150 с.

http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/000597_79443_part_0.pdf

Справочные материалы Гидрометеослужбы Республики Таджикистан. 2012

Шакиржанов Р., 2010. Вода В Центральной Азии – Геополитический Кризис В Перспективе?

1.2.2. ТАБИҒАТТАҒЫ СУ АЙНАЛЫМЫ

Табиғаттағы су айналымы — жер шарындағы судың күн қуаты мен салмақ күшінің әсерінен үздіксіз тұйық айналу процесі. Су жер шарындағы мұхиттар мен құрлықтардың бетінен буланады, су булары ауа ағындары мен жоғары көтеріледі де, қоюланып тамшыға айналады және атмосфералық жауын-шашын түрінде мұхитқа немесе құрлыққа қайта оралады, ал құрлықтан мұның біразы өзендер арқылы мұхиттарға қайтадан ағып барады (судың үлкен тұйық айналымы). Бұдан басқа жергілікті немесе құрлық ішіндегі су айналымы болады.

Су-тамақ рационының маңызды құрамдас бөлігі. Сусыз тіршілік жоқ. Адам шөлдегеннен гөрі аштыққа шыдамды келеді. Зат алмасудың барлық процестері судың қатысуымен атқарылады. Тамақты сіңіру, қанға нәрлі заттардың жетуі сұйық ортада өтеді. Зат алмасудың зиянды өнімі организмнен су арқылы шығарылады. Организмде судың жеткіліксіз болуы шөлдеуге әкеліп соқтырады да, судың артық болуы жүрек-қан тамыр жүйесінің жұмысын қиындатады, ағыл- тегіл терлетеді, қалжыратады. Су-ғажайып зат. Су бір мезгілде 3 түрлі күйінде кездеседі Мұз-судың қатты күйі,оның сұйыққа айналуымен булануы қатар жүреді. Су-тіршілік көзі. Тірлігі

оттегінсіз өтетін ішекте тіршілік ететін бактериялар бар,бірақ сусыз өмір сүретін ағза кездеспейді.Тіршілік құбылыстарының бәрі судың қатысуымен жүреді. Сондықтан ағзалар денесінің 50-90 пайызы судан тұрады. Салмағы70 кгадамның денесінде50 кгсу бар. Оның мөлшері 17кг-ға кемісе, адам өледі. Адам су ішпей 1 апта ғана шыдайды.

Табиғаттағы су айналымы — жер шарындағы судың күн қуаты мен салмақ күшінің әсерінен үздіксіз тұйық айналу процесі. Су жер шарындағы мұхиттар мен құрлықтардың бетінен буланады, су булары ауа ағындары мен жоғары көтеріледі де, қоюланып тамшыға айналады және атмосфералық жауын-шашын түрінде мұхитқа немесе құрлыққа қайта оралады, ал құрлықтан мұның біразы өзендер арқылы мұхиттарға қайтадан ағып барады (судың үлкен тұйық айналымы). Бұдан басқа жергілікті немесе құрлық ішіндегі су айналымы болады.

Су айналымы су балансымен сипатталады. «Резервуарлардағы» (теңіздер, мұздықтар және т.б.) су мөлшерінің сандық бағалауы, сонымен қатар үлкен су айналымына енген әртүрлі су көздеріндегі су ағыстары бір бірінен ерекшеленеді (1.19 кестеде табиғи нысандардағы су ресурстарының орташа су қорлары келтірілген).

1.19 кесте - Табиғи нысандардағы су ресурстарының орташа су қорлары

Су ресурсы Water source	Water volume, in cubic kilometers Су көлемі, км ³	Percent of freshwater Тұщы судың қоры,%	Percent of total water Жалпы су қоры,%
1	2	3	4
Oceans, Seas, & Bays Мұхиттар, теңіздер мен шығанақтар	1,338,000,000	--	96.5
Ice caps, Glaciers, & Permanent Snow Мұздықтар мен мәңгі қар жабындылары	24,064,000	68.7	1.74
Groundwater Грунт сулары, барлығы	23,400,000	--	1.69
Олардың ішінде: - Fresh - Тұщы	10,530,000	30.1	0.76
- Saline - Тұзды	12,870,000	--	0.93
Soil Moisture Топырақтық ылғал	16,500	0.05	0.001

Ground Ice & Permafrost Алғашқы қар және мәңгі қату	300,000	0.86	0.022
Lakes Көлдер, барлығы	176,400	--	0.013
Оның ішінде: - Fresh	91,000	0.26	0.007
- Saline	85,400	--	0.006
Atmosphere Атмосфера	12,900	0.04	0.001
Swamp Water Балшық	11,470	0.03	0.0008
Rivers Өзендер	2,120	0.006	0.0002
Biological Water Биологиялық су	1,120	0.003	0.0001

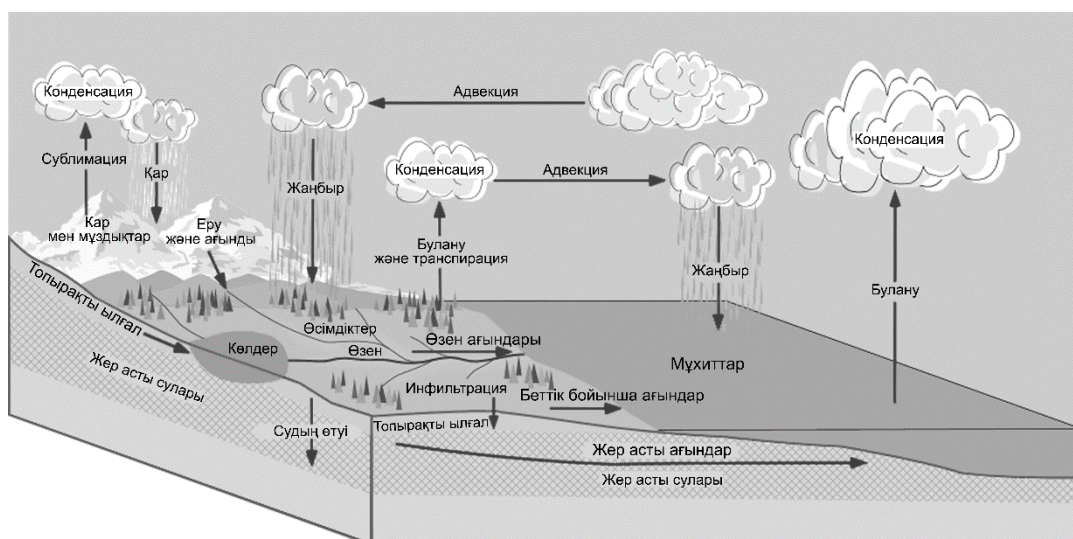
1.24 суретте су айналымының ауқымды ағыстарының сипаттамасы келтірілген. Айналымға кіретін су ағыстарының сандық бағасы арқылы оның бірнеше мүмкіншіліктерін атап өтуге болады.

Мұхит суларының басым бөлігін булану арқылы жоғалтады, оның орнын қар және жаңбыр сулары толтыра алмайды. Әлемдік мұхиттағы су балансы оған келіп қосылып отыратын өзен суларымен теңеседі.

Әлемдік мұхиттың бетіндегі булану мен жаңбырлардың айырмашылығы жылына 47 мың км³ суды құрайды. Осы көлем жыл сайын мұхитқа өзен (41,7 мың км³), жерасты (2,2 мың км³) суларымен және мұз суы (3,0 мың км³) айсбергтер мен еріген сулар түрінде қайтарылып отырады. Ал құрлықта кері жағдай орын алған. Құрлықтың экожүйесі мен адамның тамағын өндіріп отыратын агроэкожүйені реттеп отыратын жаңбыр және қар суларының көп бөлігі мұхиттан буланып келген сулардан тұрады. Материктік тізбекте жыл сайын 72 мың км³ қатысады, бұл құрлықтың бетінен буланған сулардың шамасына тең болады. Оның 30 мың км³ (42%) өсімдіктердің транспирациясына жұмсалады.

Азиат контингентінен тұщы өзен суларының Әлемдік мұхитқа құйылуы 30,8 %, Оңтүстік Америкадан - 25,1, Солтүстік Америкадан - 17,5, Африкадан - 9,8, Европада - 6,9 және Австралиядан - 5,1 % құрайды. Территориясында индустриалды дамыған елдер орналасқан Европа, тұщы судың әлемдік балансы қалыптасқан континентке жатпайды. Еуропаның көп бөлігі бұл – жылына 400 мм

қар-жаңбыр сулары түсетін ел. Еуропаның жер үсті суларының жағдайына табиғи факторларды есептегенде өндіріске алынатын қайтарымсыз су көлемі әсер етеді, ол жылына - 500 км³ тең немесе жерүсті суының 20 % құрайды. Еуропаның ірі өзендерінде су қоймалары орнатылған, онда Еуропаның су ресурстарының 10 % жинақталады. Еуропаның территориясынан су мол жылдары ағатын өзендер ағысы 2410-3800 км³ құрайды.



1.24 сурет. Табиғаттағы су айналымы.

<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8b.html>

Су табиғаттағы барлық тіршілік атаулының құрамына кіреді. Көптеген өсімдіктің 80-95 пайызы судан тұрады. Адам ағзасының құрамында қанның, ас қорытатын сөлдің, сілекейдің құрамына кіреді. Шекарасы, көлемі мен су режимі бар құрлық беті бедерлеріндегі және жер қойнауындағы су шоғырланымдары су объектілеріне жатады. Олар: теңіздер, өзендер, соларға теңестірілген каналдар, көлдер, мұздықтар және басқа да жер үсті су объектілері, жер асты сулары бар жер қойнауының бөліктері.

Тірі және өлі табиғатта жүретін түрлі процестер мен құбылыстардың адам тіршілігіне жұмсалатын заттардың ішінде судың маңызы зор. Мұздарды, батпақтарды қосып есептегенде, жер бетінің 77,5% - ын су алып жатыр. Су қорларына – мұхиттар, теңіз, өзен, көл, жер асты сулары, мұздықтар, атмосферадағы ылғал кіреді. Су адамдар мен жануарлардың организміне еніп, онда болатын зат және энергия айналымына тікелей қатысады. Көптеген процестер тек сулы ортада ғана жүре алады. Белок суда пайда болған және осы ортада дами алады, ал белок тірі клетканың негізі болып табылады.

Жер бетіндегі биологиялық өнімдердің 43% - ын, ал оттегінің 50% - дан көбін мұхиттар мен теңіздер береді.

Табиғи судың(гидрология топтаманың ұзақтығы) босалқы қорларының қоздырт- ортаның кездері табиғи судың және сулы нысанның(керек тағы айқында-) бөлек-бөлек көріністері үшін:

- көпжылдық тоңның зонасының жерасты мұздары - 10000 жас;
- полярлық мұздық және ылғи аста көлбей жат- қардың жабыны - 9700 жас;
- дүниежүзілік мұхит - 2500 жас;
- таудың ауданының мұздықтары - 1600 жас;
- жерасты сулар - 100-1400 жас;
- су көлдерде - 10-100 жас;
- миның суы - 5 жас;
- топырақ ылғал - 1 жыл;
- сулар өзеннің арналарында - 2-6 ай;
- атмосфералық ылғал - 8 -9 күн;
- биологиялық су - бірнеше сағат.

Су маңызды рөлді жердің жылының теңгерімінің сүйеуінде ойнайды. Ара үдеріс судың айналымының жылының перераспределение жүзеге асады. Жылы, буға деген затрачиваемое бір жерде, сыртта при ылғалдың конденсациясының босатылады. Водяными теңмен жердің бетінен, атмосфераға деген түскен жасырын қайрат жарым-жарты механикалы қайратқа деген преобразуется, әуе алқаның ауыспалылығын қамсыздандырамын.

Судың жергілікті, аймақтық айналымының сандық мінездемесі, сулы нысанның гидрология топтамасының негізбен водохозяйственных теңгерімнің кел- үшін болып табылады, қызметтің жоспарлаша сулы нысанның ығына титықтаудан, сулы қамбаның тиімді игерушілігіне.

1.2.2 бөліміне әдебиеттер:

Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

<http://water.usgs.gov/edu/watercycle.html>

<https://spark.ucar.edu/longcontent/water-cycle>

PhysioGeography, 2012.

<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8b.html>

Pidwirny, M., 2006. «The Hydrologic Cycle». *FUNDAMENTALS OF PHYSICAL GEOGRAPHY, 2ND EDITION*.

Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. 1974. Л.: Гидрометеиздат. 636с.

Михайлов В.Н., 1991. Добровольский А.Д. Общая гидрология. – М.: Высш. шк. 368с.

1.2.3 ГИДРОСФЕРАСЫ ХИМИЯСЫ

1.2.3.1 ТАБИҒИ СУЛАРДА ЖҮРЕТІН ҮРДІСТЕРДІҢ СИПАТТАМАСЫ

Гидросферада жүріп жататын үрдістерге тән нәрсе табиғи су нысандары ашық типтегі жүйеде болатындығы, мұнда заттар өздерімен түйісіп жататын ортамен зат және энергия алмасып жатады: бұлар қоршаған ортаның атмосфералық, литосфералық және биологиялық құраушылары болып табылады. Бұл табиғи жерасты және ашық су көздерінің құрамы мен қасиетін қалыптастырудың негізі болатын физика-химиялық және физикалық үрдістерді анықтайды.

Табиғи су минералды және тау жыныстарымен, атмосфералық ауамен және органикалық топырақпен жанаса отырып, әрдайым өзінің химиялық құрамын өзгертіп отырады. Мұндай өзгерістер заттарды ерітіндіге айналдыратын немесе ерітіндіден бөліп алатын физика-химиялық үрдістерге ғана байланысты емес. Олар организмдердің булану, қату, тіршілік етуіне байланысты болуы мүмкін.

Табиғи сулардың құрамын қатыптастырушы негізгі үрдістер:

- молекулярлы және турбулентті диффузия механизм бойынша жүзеге асатын заттың тасымалдануы, сонымен қатар диффузиялы-конвективті масса тасымалдау;
- затты ерітіндіге айналдыратын үрдістер;
- затты ерітіндіден бөліп алатын үрдістер;
- алмасу үрдістері;
- заттың айналу үрдісі;

Мұндай үрдістерге жататындар: газдар мен қатты заттардың еруі, әлсіз қышқыл мен әлсіз негіз тұздарының гидролизі, табиғи сулардағы физика-химиялық сипаттамасы өзгергенде суда пайда болатын иондардан түзілген аморфты және кристалды қатты заттарды тұндыру, жауын-шашын мерзімінде түскен жауын сулары әсерінен, сонымен қатар су нысандарының биологиялық құраушы метаболизм

өнімі болып табылатын су нысандарының судың гидродинамикалық шарттарының активациясы есебінен пайда болған қатты заттарды тұндыру.

Жоғарыда аталған үрдістердің кейбірі «қатты фаза-сұйық (газ)» шекарасында жүреді, бұл табиғи судың сипаттамасы мен құрамын қалыптастырудың жылдамдығын анықтайтын молекулярлы диффузия маңызды роль атқарады.

Заттарды ерітіндіге өткізетін үрдістер. Бұл үрдістер негізінен қозғалмалы ортада жүреді, мұндай жағдайда су тұздар мен газдарға қанықпаған және жыныс пен атмосферамен жанасып жатады.

Жерасты және жер үсті сулардың химиялық құрамы жаңбыр суларының жердің бет жағындағы топырақпен әсерлесуі нәтижесінде қалыптасады. Топырақпен ағып қткен судың құрамында жаңбыр суына қарағанда 10-100 есе көміртегі қостотығы артық болады. Бұл көміртегі қос тотығы желдену реакциясының қышқылдығы көзі болып табылады.

Тау жыныстарының желденуі нәтижесінде қалдық өнім мен еріген тұздар түзіледі, бұл табиғи сулардың әртүлі ионды құрамын қалыптастырады. Желдену агенттерінің әсерінен гидролиз, сілтілену және еру әсерінен тау жыныстары бұзылады.

Желдану дегеніміз ішкі агенттердің әсерінен Жер бетіндегі тау жыныстары мен минералдарының физикалық және химиялық (биохимиялық) бұзылулар үрдістерінң жиынтығы. Желденудің басты агенттері – судың әртүрлі түрде кездесуі, яғни температура өзгерулері (Күн энергиясы), оттегі және көміртегі газы, сондай-ақ тірі организмдер.

Газдардың суда еруі. Төмен қысым пен су және оның компоненттерімен химиялық әсерлесудің болмауы газдың суда еруі Генри заңына бағынады:

$$C = K \cdot P_i \text{ или } P_i = K' \cdot N_i,$$

мұнда C - газдар ерігіштігі; P_i - қоспадағы газдың парциалды қысымы; N_i - компоненттердің ерітіндідегі молярлы үлесі; K, K' - тәжірибе түрінде анықталатын, әртүрлі концентрациялық жағдайда көрсетілген Генри коэффициенті.

Қатты заттардың суда еруі. Бұл әдіс табиғи суларға тән, қиын еритін заттардың ерігіштігін қарастырады. Қиын еритін заттардың сандық мінездемесі ерігіштік туындысы (ЕТ) болып табылады. $K_n A_m$

түріндегі қиын еритін тұздар үшін еру барысында электролиттік диссоциация үрдісі мына түрде болады



Еру туындысының формуласының түрі:

$$PP(K_n A_m) = [K^{m+}]^n \cdot [A^{n-}]^m.$$

Ерігіштік туындысының анықтамалық мәліметтерін пайдалана отырып қатты заттың ерігіштігін есептеуді келесі түрде жүргізуге болады. Мысалы, табиғи сулардың құрамын анықтайтын кальций карбонатының еруі шын мәнінде оның кермектілігі болып табылады. $CaCO_3$ электролиттік диссоциациясы оның еруі барысында мына теңдеумен сипатталады:



Көрсетілген заттың ерігіштік туындысы, егер оның мәндері анықтамаларда көрсетілген болса, онда мына түрде беріледі:

$$PP = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}].$$

Сонымен қатар, қатты фазада тепе-теңдік жағдайда болатын ерітіндіде басқа да үрдістер жүріп жатады, ол үрдістер әлсіз көмір қышқылының H_2CO_3 аниондарының болуымен анықталады, сандық жағынан көмір қышқылының ионизация константасымен сипатталады:

$$K_1 = [H^+] \cdot [HCO_3^-] / [H_2CO_3];$$

$$K_2 = [H^+] \cdot [CO_3^{2-}] / [HCO_3^-].$$

Кальци карбонатының ерігіштігінің материалды балансының (S) шарттары Ca^{2+} күшті негіздің катионы екенін ескері отырып, келесі түрде ұсынылады:

$$S_k = [Ca^{2+}];$$

$$S_k = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3].$$

Көмір қышқылының ионизациясы мен ерігіштік туындысын пайдаланатын карбонатқұрамды бөлшектердің тепе-теңдік концентрациясының теңдеуі келесі түрде жазылады:

$$[O_3^{2-}] = PP/S; [HCO_3^-] = PP \cdot [H^+] / K_2 S; [H_2CO_3] = PP [H^+]^2 / K_1 \cdot K_2 \cdot S.$$

Нәтижесінде кальций карбонатының ерігіштігінің материалды балансының теңдеуі келесі түрге ие болады:

$$S_k^2 = PP(1 + \frac{[H^+]}{K_2} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2}) = PP_k \frac{[H^+]^2 + K_1 [H^+] + K_1 K_2}{K_1 \cdot K_2}.$$

Алынған теңдеу ауадан немесе ортаның реакция активтілігімен түсіндірілетін басқа факторлардан, яғни $[H^+]$ немесе судың рН судың қышқылдығы CO_2 ерігіштігімен анықталатын кальций карбонатының ерігіштігін анықтауға мүмкіндік береді.

Затты ерігіндіден бөліп алатын үрдістер. Еріген заттарды табиғи сулардан бөліп алатын негізгі үрдістерге тұндыру, сорбция, қосымша тұндыру, тұздар кристаллизациясы жатады.

Еріген заттардың иондары мен молекулалары сорбция нәтижесінде қаныққан тұздардан бөліне алады. Табиғи сулардағы жақсы сорбенттерге лай, тау жыныстарының, топырақтың (гумус, торф және т.б.) құрамына кіретін органикалық зат, кремнеземнің коллоидты формалары, *Mn, Fe, Al және т.б. гидриттері жатады.*

Ерігіндідегі тұзды тұндыру (кристаллизация) Ерігіштік туындысына (ЕТ) сәйкес келетін ион мәндерінің концентрациясын жоғарылату барысында орын алады.

Қосымша тұндыру – еріген элементтердің екінші реттік компоненттердің қатты фазаға оның қатуы кезінде өте бастады. Табиғи суларда марганец пен темір бар болғандықтан сорбция мен қосымша тұндыру арасында айырмашылықты көре алмамыз.

Кристаллизация тұздардың судан геохимиялық жағдайына өзгеруіне әсер етеді. Осындай өзгерістерге концентрациялау, газдардың бөлінуі, термодинамикалық, қышқылды-сілтілік және тотығу тотықсыздану тепе-теңдігі, әртүрлі құрамдағы су массаларының әрекеттесуі.

Мұхиттық, теңіздік, өзендік және де басқа сулардың булануы немесе қатуы барысында тұздардың түзілуіне алып келетін концентрациялану процесі жүреді. Концентрацияның жоғарылауымен

тұздың пайда болу процесі келесі тәртіпте жүреді: карбонаты, сульфатты, хлоридті.

Карбонаттардың көптеп пайда болуы табиғи сулардың дегазациясы, температураның өзгеруі, булану дәрежесінің жоғарылау процестерімен байланысты болады.

Буланудың жалпы тиімділігі ерітіндіні таза судан арылтқанда болады, сондықтан барлық ерітілген компоненттердің концентрациясы булану барысында жоғарылайды. Булану барлық климаттық зоналарда жүргенімен, тек салыстырмалы аридті шарттарда ғана қудың құрамын басқаратын еріген заттардың концентрациясы басты фактор болып келеді.

Аридті зоналардағы табиғи суларды концентрациялау процесі барысында тұздардың кристаллизациясы карбонаттар мен сульфаттардың түзілуімен ғана емес, сондай-ақ солончактардың түзілуіне де алып келеді.

Табиғи сулардың құрамын құру барысындағы басты фактор аттас иондарының қатысында карбонатқұрамды породадардың түзілуі болып табылады. Бұл процесс судың қаныққан кальций карбонатымен әсерлескенде байқалады, мұнда ерігіштік туындысы кальций карбонатынан қарағанда жоғарырақ болып келеді.

$$PP_c = PP_c(CaSO_4 \cdot 2H_2O) = 1,3 \cdot 10^{-4}; PP_k = PP(CaCO_3) = 9,3 \cdot 10^{-9}.$$

Бұл жағдайда суда кальций иондары тепе-теңдік концентрациясы орнайды, ол кальций сульфатының S_C мен кальций карбонатының ерігіштігімен анықталады (S_{KC} қатысында). Осылайша кальций карбонатының еруінің материалды балансы келесі түрде жүреді:

$$S_{KC} + S_C = [Ca^{2+}],$$

$$S_{KC} = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3],$$

ал PP_k мәне келесі түрге ие болады:

$$PP_k = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = (S_{KC} + S_C) \cdot [CO_3^{2-}].$$

Көмір қышқылының диссоциациялану константасын пайдалана отырып $[CO_3^{2-}]$ тепе-теңдік концентрациясын келесі түрде анықтауға болады:

$$S_{KC} = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [H_2CO_3].$$

Көмір қышқылының диссоциациялану константасының мәнін пайдалана отырып $[HCO_3^-]$ және $[H_2CO_3]$ тепе-теңдік концентрациясы арқылы өрнектеуге болады $[CO_3^{2-}]$:

$$[HCO_3^-] = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{K_2}; \quad [H_2CO_3] = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{K_1} = \frac{[H^+]^2[CO_3^{2-}]}{K_1 \cdot K_2}.$$

S_{KC} мәнін өзгерте және жоғарыдағы формулаларды пайдалана отырып, анықтаймыз:

$$[CO_3^{2-}] = \frac{S_{KC} K_1 K_2}{[H^+]^2 + K_1 [H^+] + K_1 K_2}.$$

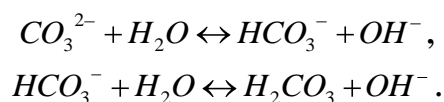
Қорыта келе PP_K мәнін мына түрде жазуға болады:

$$PP_K = \frac{(S_{KC} + S_C) \cdot S_{KC} \cdot K_1 K_2}{[H^+]^2 + K_1 [H^+] + K_1 K_2}.$$

PP_C мәнін көмегімен, S_C анықтағаннан соң S_K^2 аналогты теңдеуін пайдалана отырып, жоғарыда келтірілген S_{KC} теңдеуін шешу мүмкін болады. $S_{KC} < S_K$ екендігін ескере отырып, судың құрамында кальций сульфаты бар қаныққан кальций карбонатымен әрекеттесуі барысында кальций карбонаты кристаллизацияға түседі де судан шығарылады.

Табиғи судағы және су тазалау процесіндегі гидролиз. Гидролиз – бұл әртүрлі заттардың сумен әрекеттесуі барысында жүретін тепе-теңдік реакциялары. Табиғи сулар үшін, сондай-ақ су тазалау процесінде су ерітінділерінде жүретін тұздар гидролизі маңызды орын алады. Гидролизге құрамында әлсіз негіздердің катиондары ($Al(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ және т.б.) кіретін тұздар ұшырайды. Күшті негіздер мен әлсіз қышқылдардың гидролизі кезінде әлсіз қышқылдың анионы сутегі иондарын қосып алады (гидроксонийден); көп негізгі қышқыл үшін сутек иондарын қосып алу сатылы жүреді.

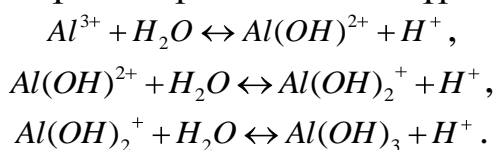
Мысалы, күшті негіз бен әлсіз қышқылдың Na_2CO_3 гидролизі қайтымды қысқарған ионды сатылы реакциялармен сипатталады:



Бұл кезде ерітіндінің сілтіленуі жүреді.

Әлсіз негіз бен күшті қышқылдың ($AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$ және т.б.) гидролизі гидроксил-иондардың металл

катиондарымен байланысуы нәтижесінде алюминий гидроксокомплексдерін түзе отырып сатылы жүреді:



Ерітіндегі тұздардың концентрациясы тұздардың гидролизінің дәрежесіне айтарлықтай әсер етеді. Судағы тұздардың концентрациясының азаю теңдік концентрациясының $[H^+]$ и $[OH^-]$ азаюына да әсер етеді, бұл гидролиздің тепе-теңдік реакциясының бағытын оңғк жүруіне әсер етеді, яғни тұздар гидролизінің дәрежесі жоғарылайды.

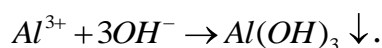
Концентрациясы орташа ерітінділерде гидролиз дәрежесі $\alpha = C_r / C_0$ бар болғаны бірнеше процентті құрайды, гидролиз бірінші сатыда басым жүреді. Тұздардың концентрациясының төмендеуі гидролиз дәрежесін жоғарылатады; бұл жағдайда гидролиздің келесі сатылары айтарлықтай роль атқарады. Алюминий тұзының ерітінділерінде $C(AlX_3) = (0,1 \div 0,001)$ ммоль/дм³ гидролиз тек үшінші сатыда ғана жүреді. Алайда дистилденген суда $Al(OH)_3$ тұнбасы түзілмейді, себебі еріген $Al(OH)_3$ тұнба тұзілу концентрациясы жетпейді. Мұнда ерігіштік туындысы $PP(Al(OH)_3) = 5,1 \cdot 10^{-33}$ құрайды. Сілтілігі 10 ммоль/дм³ дейінгі табиғи суда еріген гидрокарбонат ионы әсерінен $[H^+]$ -нейтрализациясы мына реакция бойынша жүреді:



Бұл реакция гидролиздің тепе-теңдік реакциясын суды коагуляциялық тазалауда қолданылатын алюминий тұздарының концентраленген ерітінділерімен салыстырғанда оңға бағыттайды. Соңында табиғи суда $Al(OH)_3$ жапырақшаларының пайда болуы брутто-реакцияға сәйкес жүреді:



Немесе суды кальций гидроксидімен әктегенде (күшті негіз) реакция былай жүреді:



Табиғи судағы диффузиялық үрдістер. Диффузия – заттардың концентрациясының градиенті нәтижесінде орын алатын миграция. Диффузия нәтижесі заттардың өздігінен орын алмасу процесі. Табиғи суда диффузия процесі негізінен гетерофазды шарттарда орын алады. Бұл су компоненттерінің ауада еруі, судың топырақ пен минералдармен әрекеттескенде компоненттердің еруі, иондар мен еріген газдардың суға қаныққан беттерге енуі.

Жоғарыда аталған процестер молекулярлы диффузияға жатады, мұнда молекулалар мен иондар қозғалмайтын ортада диффундирленеді.

Диффузионды-конвективті массаалмасу. Конвекция ұғымы қозғанған ағындағы жылу және массаалмасу процесін білдіреді. Егер диффузия тыныш ортада жүретін болса, онда конвекцияның шарты дене орын алмасатын ортаның қозғалыста болуы қажет.

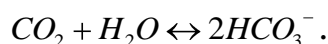
Қозғалыс күшіне байланысты табиғи және еріксіз конвекциялар деп бөлінеді. Табиғи конвекция барысында заттың орын алмасуы температура мен концентрацияның градиенттерінің әсерінен және температура мен концентрация тудыратын ортаның тығыздығының айырмасы нәтижесінде жүреді. Еріксіз конвекцияда масса алмасу негізінен ішкі қоздырғыштың әсерінен жүреді және заттың орын алмасуы механикалық, диффузиялық процестерді біріктіреді.

Мұндай диффузионды-конвективті масса тасымалдау ағын градиенті мен заттардың концентрациясының градиенттері байқалады, бұл молекулалық ағынды тудырады. Жер бетілік сулар турбулентті ағын түріндегі үздіксіз қозғалыста болады. Егер мұндай сулы массада кейбір заттардың концентрацияларының градиенті болса, онда турбулентті ағынмен байланысты араласу процесі еріген заттың орын алмасуы алып келеді. Бұл процесс турбулентті диффузия деп аталады. Турбулент диффузиясының коэффициенті молекулалық диффузияның коэффициентін бірнеше есе артық.

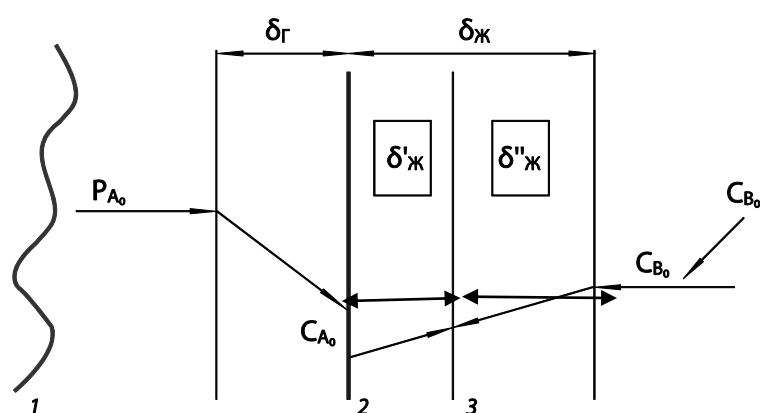
Конвекциялық диффузияның нәтижесі әртүрлі құрамды және минерализациялы сулардың араласуы болып табылады. Араласатын су массаларының көлемдеріне байланысты, сондай-ақ басқа да факторлардың әсерінен олардың араласуы масса орын алмасу процесінің активизациясымен жүреді, яғни тұздардың ерітіндіге өту немесе ерітіндіден заттарды бөлу болып табылады. Нәтижесінде сулы ерітінді, араласатын жыныс және еріген газдардың арасында орнаған динамикалық тепе-теңдік бұзылады.

Қарастырылған процестер негізінен су нысанында кездесетін заттардың қатысуымен жүретін процестер болып табылады.

Табиғи сулардағы «Газ-сұйық» жүйесіндегі диффузия негізінен биохимиялық реакцияларда қолданылатын оттегінің суда ерігенде, судың карбонатқұрамды минералдармен әрекеттескенде жүретін нейтрализация реакцияларында қолданылатын көміртегі (IV) тотығы ерігенде жүзеге асады:



«Газ-сұйық» жүйесінде кең тараған механизм $A_2 + B_{ж} \rightarrow R_{ж}$ реакциясы жүргенде орын алатын диффузияның екі пленкалы механизмі болып табылады, бұл механизм 1.25. суретте көрсетілген.



1 – газ ағынының ядросы; 2 – фаз айырмасының шекарасы; 3 – реакция зонасы; $\delta_Г$ – газдың шекаралық пленкасының қалыңдығы; $\delta_{ж}$ – судың шекаралық пленкасының қалыңдығы; $\delta'_{ж}$ – реакцияға дейінгі еріген газ өтетін судың пленкасының бір бөлігі; $\delta''_{ж}$ – сұйықта болатын В компоненті өтетін сұйық пленкасының бір бөлігі

1.25 сурет. «Газ-сұйық» жүйесіндегі диффузия процесінің екі пленкалы моделінің схемасы

1.25 суретте (жылдам жүретін химиялық реакциялар кезінде) газ ағынының ядросындағы P_{A_0} газды компоненттің парциалды қысымының мәні көрсетілген (мысалы ауадағы оттегі немесе CO_2). P_{A_0} мәні газдың шекаралық пленканың бетіне дейінгі аралықта өзгермейді, өйткені шекаралық пленкада диффузиялық масса орын алмасу конвективті масса орын алмасудан жоғарырақ.

2 фазаның бөліну шекарасында Генри $C_{A_0} = KP_{A_0}$ заңына сәйкес сұйықтықта газдың еруі жүреді де судағы газдың концентрациясы C_{A_0} түзіледі. Сұйықтықта газ В компонентімен әрекеттесетінін ескерсек, оның сұйықтық пленкасындағы концентрациясы C_{A_0} төмен

болады және C_A концентрациясының профилі В компонентімен түйісу сәтіне дейін және реакция жылдам жүргенше төмен құлдырай береді.

$\delta'_{ж}$ арқылы А компонентінің диффузиялық орын алмасуы массалық орын алмасу жылдамдығымен анықталады:

$$W' = \beta_{ж} (C_{A_0} - C_A),$$

мұнда $\beta_{ж}$ - А коэффициентінің сұйықтағы масса беруі.

3 реакция зонасының деңгейінде $C_A = 0$ ескере отырып

$$W' = \beta_{ж} C_{A_0} = \frac{D_A}{\delta'_{ж}} C_{A_0},$$

мұнда β_A - А коэффициентінің сұйықтағы масса беруі, D_A - диффузия коэффициенті А. $\delta''_{ж}$ арқылы А коэффициентінің сұйықтағы масса беруімізге теңдеумен анықталады:

$$W'' = \beta_B C_{B_0} = \frac{D_B}{\delta''_{ж}} C_{B_0},$$

мұнда β_B - сұйықтағы В масса беру коэффициенті; D_B - сұйықтағы В диффузия коэффициенті.

Стационар режимінде $W' = W''$, сондықтан

$$W = \frac{D_A}{\delta'_{ж}} C_{A_0} = \frac{D_B}{\delta''_{ж}} C_{B_0}$$

$$\text{немесе } \delta'_{ж} = \frac{D_A C_{A_0}}{W}, \quad \delta''_{ж} = \frac{D_B C_{B_0}}{W}.$$

Сұйық тарапынан диффузиялық пленканың қалыңдығы $\delta_{ж} = \delta'_{ж} + \delta''_{ж}$, стационарлық масса беру жылдамдығы блай анықталады

$$W = \frac{1}{\delta_{ж}} (D_A C_{A_0} + D_B C_{B_0}) = \frac{D_A C_{A_0}}{\delta_{ж}} \left(1 + \frac{D_B C_{B_0}}{D_A C_{A_0}}\right).$$

Екінші қосымша көбейткіш жылдамдату коэффициенті деп аталады.

Химиялық реакцияның масса берілу жылдамдығы немесе баяу химиялық жылдамдық барысында сұйықтық пленкасының А диффузиясының жылдамдығымен анықталады, яғни физикалық абсорбция процесіне сәйкес келеді.

Алмасу процестері. Организмде үлкен мөлшерде қолданылатын элементтер (азот, фосфор, кейде көміртегі, калий, кальций, кремний) үшінбиологиялық жұтылу (сорбция) табиғи суларда үлкен концентрациялық мөлшеріде кездесуін реттеп отыратын диминирлеуші фактор болып табылады. Осындай жағдай сулы нысандарда аз ғана концентрацияда кездесетін микроэлементтер (марганец, мыс, никель, молибден, селен) үшін де байқалады.

Судың химиялық құрамы сұйық және қатты фазалардың (инды алмасу тотығы-тотықсыздану және биогеохимиялық реакциялар) арасында жүретін алмасу процестеріне байланысты болады.

Ионды алмасу – қатты заттардың судағы бір иондарды жұтып оның орнына қатты заттағы басқа бір иондарға (топырақты минералдар, табиғи сулардағы органикалық заттар) ауыстыру процесі болып табылады. Ионды алмасу реакциялары қайтымды процесс. Оларды бағыттаушы күш әрекеттесуші фазалар арасында химиялық тепе-теңдікті орнатуға деген күш болып табылады.

Сорбенттің бетінде шоғырланған алмасу иондары жұтушы компонент деп аталады. Қатты фазаның дисперстілік дәрежесі оның алмасу қабілеттілігін арттырады. Мұнда сорбенттің құрамы, атап айтқанда жыныстардың минералогиялық құрамы аз роль атқармайды. Мысалы, монтмориллонит үлкен алмасу қабілетіне ие, минималды алмасу қабілеттілікті – каолинит көрсетеді.

Иондарды жұту дәрежесіне катиондардың валенттілігіне байланысты болады. Жоғары валентті иондар жақсы жұтылады, ал бір валентті иондар нашар жұтылады. Бірдей валентті иондар арасында жұтылу энергиясы салыстырмалы атомдық массасының және ион радиусының азаюына байланысты төмендейді: $K^+ > Na^+ > Li^+$; $Sr^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+}$.

Қатты органикалық заттардағы адсорбция. Табиғи сулардың еріген органикалық заттары кең қосылыстарға ие – салыстырмалы түрде молекулалардан бастап олигомерлер мен полимерлерге дейін. Топырақтық ерітінділердегі еріген органикалық заттардың концентрациясы өзендер мен көлдердегі еріген органикалық заттардан қарағанда артық болып келеді. Табиғи сулардағы органикалық заттардың негізгі мөлшерін гумин және фульво қышқылдарынан тұратын гумусты заттар құрайды.

Гуминді қышқылдар құрамында карбоксильді және фенолды функционалды жоғары молекулалы полимерлері бар қосылыстардан тұрады. Қышқылданғанда гуминді қышқылдар ерігіштік қасиетін жояды және ерітіндіден дисперсті фаза түрінде бөлініп шығады.

Ерітіндіде гуминді қышқылдар металдар иондарымен әрекеттесе отырып, хелатты типтегі кешен түзеді. Бұл ерітіндіде металдардың жоғары концентрациямының түзілуіне себепші болады. Гуминді қышқылдардың қатты фазасындағы сорбция ерітіндіден металдардың жойылуына себепін тигізеді.

Ерітіндіде органикалық лигандалардың болуы тотықтар мен және топырақты минералдардың бетінде металдардың адсорбциялануына әсер етеді.

Егер ерітіндідегі металл ионы кешенді формада болса, онда оның адсорбциясы басылып қалуы мүмкін, алайда кейбір жүйелерде ол үштік металл-лиганда-беттік комплекстердің түзілуіне байланысты ұлғаяды.

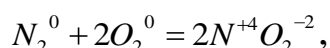
Химиялық және физика-химиялық үрдістер. Табиғи суларда оның құрамына айтарлықтай әсер ететін әртүрлі химиялық және физика-химиялық процестер жүріп жатады.

Табиғи суларда жүретін негізгі химиялық реакциялар негізінен ионалмасу және тотығу-тотықсыздану реакциялары болып табылады. Тотығу-тотықсыздану реагенттерінің салыстырмалы қосылған мөлшері тотығу-тотықсыздану (редокс) потенциалы сипаттайды. Табиғи суларда еріген оттегі болғандықтан орта тотығу сипатын көрсетеді.

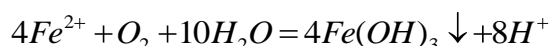
Редокс-потенциалының теріс мәні анаэробты шарттарды, яғни орта тотықсыздандырғыш сипатқа ие болатынын көрсетеді.

Тотығу-тотықсыздану реакциялары деп (ТТР) реакцияға қатысатын бөлшектер (молекулалар, иондар, атомдар) арасында электрондардың ауысуымен жүретін процестерді айтады. ТТР үш түрі кездеседі: молекулалық, молекулаішілік және өздігіген тотығу және өздігіген тотықсыздану.

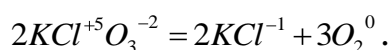
Бірінші типке мысал ретінде, атмосферада жүретін реакцияны көрсетуге болады:



Немесе суда:



Екінші типтегі ТТР мысал ретінде мына реакцияны көрсетіге болады:



Үшінші типтегі ТТР реакциясының мысалы ретінде судың залалсыздануы барысында жүретін реакцияларын көрсетуге болады:



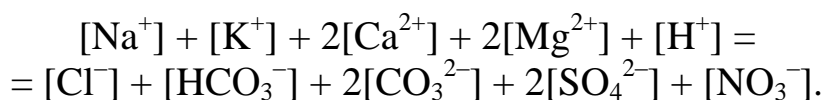
Мұнда хлор тотықтырғыш және тотықсыздандырғыш ретінде қатысады (өздігін тотығу-тотықсыздану реакциясы).

Фотолиз – Күннің УФ-сәулелерінің әсері нәтижесінде бос радикалдардың және қозған бөлшектердің қатысуы нәтижесінде табиғи суларда жүретін фотохимиялық айналулар. Фотолиз жүзеге

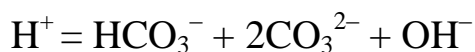
асатын су қалыңдығы бірнеше метрге дейін жетуі мүмкін. Фотолиз терең емес су бөгеттерінде, өзендерде, тоғандарда, теңіздер мен өзендердің жағалауында ластаушы заттардан өздігінен тазалану процестерінде оттегі мен бос радикалдардың қатысуымен жүреді.

1.2.3.2. ТАБИҒИ СУЛАРДАҒЫ ҚЫШҚЫЛДЫ-НЕГІЗДІК ТЕПЕ-ТЕНДІК

Табиғи су бөгеттеріндегі қышқылды-негіздік тепе-теңдік. Табиғи сулардың рН-на карбонаты жүйенің әсері. Табиғи сулардың маңызды сипаттамасы сутектік көрсеткіштері рН болып табылады. Табиғи сулардың бетіндегі ерітіндінің электробейтараптылығы натрий, калий, магний, кальций, сутегі катиондары және хлорид-, гидрокарбонат-, карбонат-, сульфат-, нитрат-иондары арасындағы тепе-теңдік нәтижесінде тұрақталады:



Еру процесінің және жаңа фазалардың пайда болмауы K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- иондары түзілген ерітіндінің рН әсер етпейді. Қышқылды-негізді тепе-теңдік HCO_3^- и CO_3^{2-} иондарының қатысуымен анықталады. Сондықтан, көптеген табиғи сулардағы сутегі ионының концентрациясы гидрокарбонат және карбонат-иондардың мөлшерімен анықталады. Бұл ерітінділерде рН 7 тең болғанда сутегі иондары мен гидрокарбонат-, карбонат- және гидроксидті иондардың арасындағы теңдік сақталады.



Осыған байланысты карбонаты жүйеде пайда болатын теңдіктерді зерттеуге айрықша көңіл бөлінеді.

Органикалық қалдықтардың дем алуы мен ыдырауы барысында CO_2 бөлінуі табиғи сулардағы рН төмендеуі зерттелген, өйткені CO_2 сумен адсорбциялағанда әлсіз көмір қышқылы түзіледі:



Бір жағынан фотосинтез процесі барысында CO_2 сіңірілуі H_2CO_3 және H^+ төмендеуіне алып келеді, яғни рН жоғарылауына алып келеді. рН көрсеткіші CO_2 мен кальций карбонатының тепе-теңдігімен сипатталды. Осылайша, CO_2 мөлшерінің жоғарылауы H_2CO_3 мөлшерінің жоғарылауына алып келеді, ол өз кезегінде кальций карбонатының мөлшерін төмендеуіне алып келеді, ал CO_2 мөлшерінің төмендеуі кальций карбонатының тұнуына әсер етеді. Құрамында H_2CO_3 және HCO_3^- бар су буферлі қасиеттерге ие болады, сондықтан H^+ концентрациясының айтарлықтай өзгеруі рН қатты өзгеруіне алып келуі мүмкін.

Молекулалар мен иондар, атмосфералық CO_2 мен қатты кальций карбонаты арасындағы нәтижелік қатынастар рН 8,0–8,4 болатын буферлік ерітінділердің түзілуіне алып келеді. Бұл кезде органикалық заттардың активтілігі мен басқа локальды себептер біршама уақытқа аз (6 дейін) және жоғары (10 дейін) рН мәнін түзу мүмкіндігін ескерген жөн.

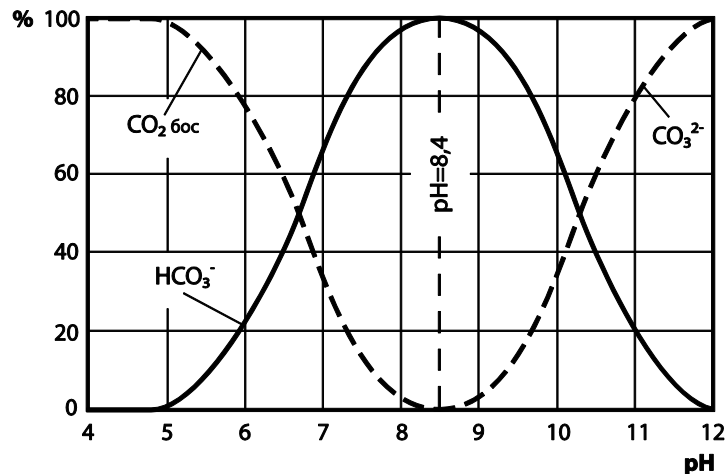
Егер карбонаттардың активтілігі мен ерітіндінің рН қосындысы белгілі болса, карбонатты жүйенің әр компонентінің активтілігін есептеуге болады. Алдын ала есептеулерге бөлгіш диаграмманы пайдаланған қолайлы (1.26 сурет), мұнда карбонатты жүйенің компоненттерінің мөлшерінің ерітіндінің рН байланыстылығын көруге болады.

Диаграмма екң қатынасты көрсетеді: бірінші қатынас жүйедегі гидрокарбонат иондарының мөлшерінің суддың рН-нан өзгеруін көрсетеді, екінші қатынас көміртегі (IV) тотығының мөлшерінің өзгеруі (қышқылды ортада) және карбонат иондарының (сілтілік ортада) судың рН әсерінен өзгеруі көрсетілген.

Ерітіндінің рН-ның ауадағы көміртегі (IV) тотығының мөлшеріне байланыстылығы анықталған.

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg K_1 \cdot K_{\Gamma(\text{CO}_2)} \cdot P_{\text{CO}_2}^{\frac{1}{2}}, \quad (1.1)$$

мұнда K_1 – бірінші сатыдағы көмір қышқылының диссоциация константасы, моль/дм³; $K_{\Gamma(\text{CO}_2)}$ – көміртегі (IV) тотығының Генри константасы, моль/(дм³·Па) немесе моль/(дм³·атм); P_{CO_2} – ауадағы көміртегі (IV) тотығының парциалды қысымы (Па немесе атм).



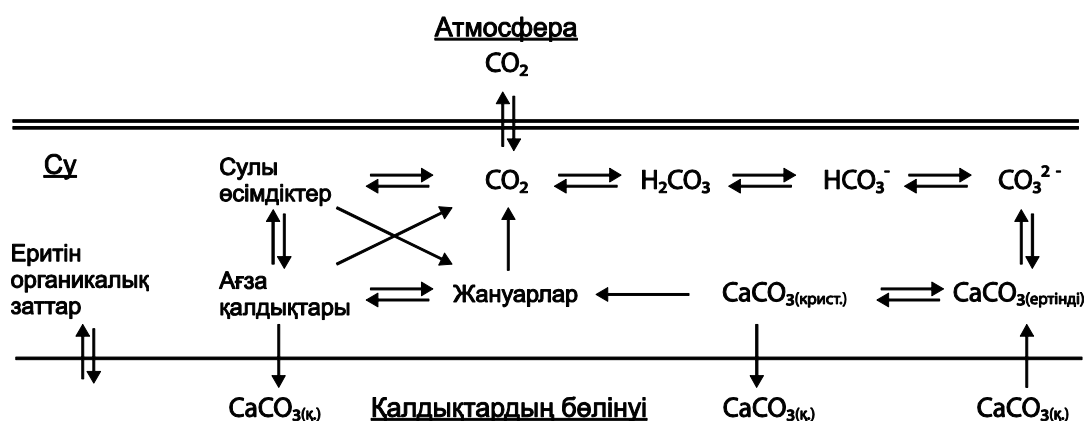
1.26 сурет. Карбонатты жүйенің жеке компоненттерінің рН-қа байланыстылығы.

Кальций карботаны ерітіндісіндегі сутегі иондарының активтілігі (a_{H^+}) ерітінді бетіндегі көмірқышқылды газының парциалды қысымына байланысты мына формуламен есептеледі:

$$a_{H^+}^3 = P_{CO_2} \cdot \frac{K_1^2 \cdot K_{\Gamma(CO_2)} \cdot K_2 \cdot \gamma_{Ca^{2+}}}{2K_{CaCO_3} \gamma_{HCO_3^-}}, \quad (1.2)$$

мұнда K_1 және K_2 –бірінші және екінші сатылардағы H_2CO_3 диссоциация константасы; $K_{\Gamma(CO_2)}$ – CO_2 үшін Генри константасы $\gamma_{Ca^{2+}}$, $\gamma_{HCO_3^-}$ – Ca^{2+} және HCO_3^- активтілік коэффициенті

1.3 суретте мұхиттағы көміртегінің қосылыстары арасындағы алмасу сызбасы көрсетілген.



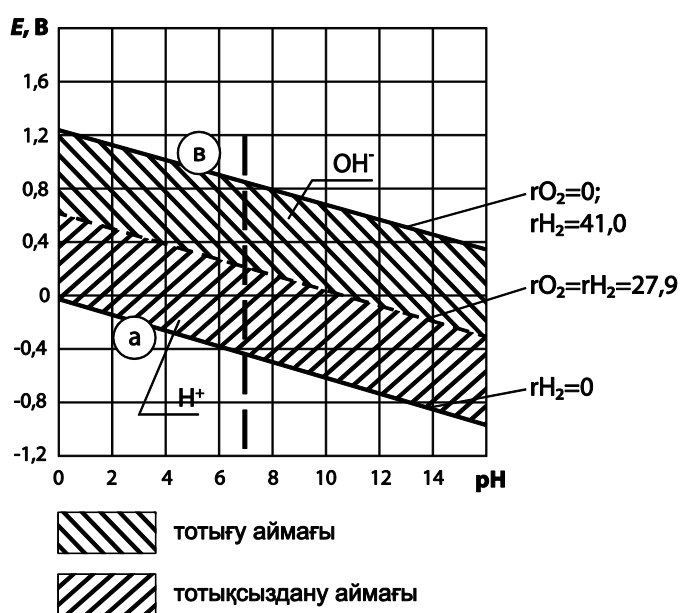
1.27 сурет. Мұхиттағы көміртегінің қосылыстары арасындағы алмасу сызбасы

1.2.3.3 ГИДРОСФЕРАДАҒЫ ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ ҮРДІСТЕРІ

Тотығу-тотықсыздану процестері ағызынды суларды тазалау мен залалсыздандырудың негізінде жүреді. Тотығу-тотықсыздану немесе редокс-процестер сулы нысандардағы сулардың ластаушы заттардың трансформациялану әдістерінің негізгісі болып табылады.

Тотығу беру процесі, ал тотықсыздану электрондарды атомдардың немесе молекулалардың қабылдау процестері. Электрондарын беруші заттар (донор) тотығады және тотықсыздандырғыш болып табылады, электрондарды қабылдаушы (акцептор) деп аталады. Электрондардың акцепторлары бұл жағдайда тотықсызданады да донорға қатысты тотықтырғыш ролін атқарады. Химиялық тотығу-тотықсыздану процестерінде бір мезгілде тотықтырғыш және тотықсыздандырғыш та болуы қажет.

Күшті тотықтырғышқа фтор, оттегі, хлор және басқа да тотығу-тотықсыздану потенциаланың E үлкен мәніне ие заттар жатады. Аралық тотығу дәрежесі бар заттар жағдайға байланысты тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыштың ролін атқаруы мүмкін.

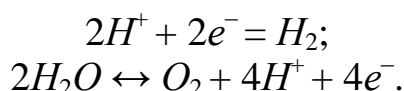


1.28 сурет. Судың тұрақтылық диаграммасы.

Тотығу-тотықсыздану редокс-жүйенің күйі екі тәуелсіз көрсеткіштердің мәндерімен сипатталады: E_0 және pH. Бірінші мән тотығу мен тотықсыздану процестері кезінде электрондардың ауысу процестерімен сипатталады, ал екінші мән реакцияларда сутегі

иондары H^+ мен гидросил иондарының OH^- қатысуын көрсетеді. Редокс-жүйеде жүретін тотығу-тотықсыздану процестерінің сипаттамасын $E-pH$ реакцияларының диаграммалары бойынша бағалайды. (1.28 сурет).

Нақты шарттарда таза судан химиялық түзілген редокс-жүйеде сутегі молекулаларының тотықсыздануы және су молекулаларының тотығуы келесі теңдеумен жүреді:



ТТР мәндеріне байланысты табиғи суларда кездесетін бірнеше негізгі шарттарды атауға болады:

1. Тотықсыздану- судағы бос оттегінің болуымен $E_h > +(100-150)$ мВ мәндерімен сипатталады, сонымен қатар жоғары дәрежелі тотығу дәрежесі бар элементтер қатарымен (Fe^{3+} , Mo^{6+} , As^{5+} , V^{5+} , U^{6+} , Sr^{4+} , Cu^{2+} , Pb^{2+}) сипатталады. Бұл жағдай су бетінде көп кездеседі.

2. Ауыспалы тотығу-тотықсыздану процестері–тұрақсыз геохимиялық режиммен және күкіртсутек пен оттегінің ауыспалы мөлшерінің шамаларымен E_h от 0 до +100 мВ сипатталады. неустойчивым геохимическим режимом и переменным содержанием сероводорода и кислорода. Бұл жағдайларда металдардың тотығу мен тотықсыздану процестерінің жүруі мүмкін.

3. Тотықсыздану– $E_h < 0$ мәндерімен сипатталады. Төмен тотығу дәрежелерін көрсететін металдар (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , V^{4+} , U^{4+}), сондай-ақ күкіртсутек кездесетін жерасты суларына тән.

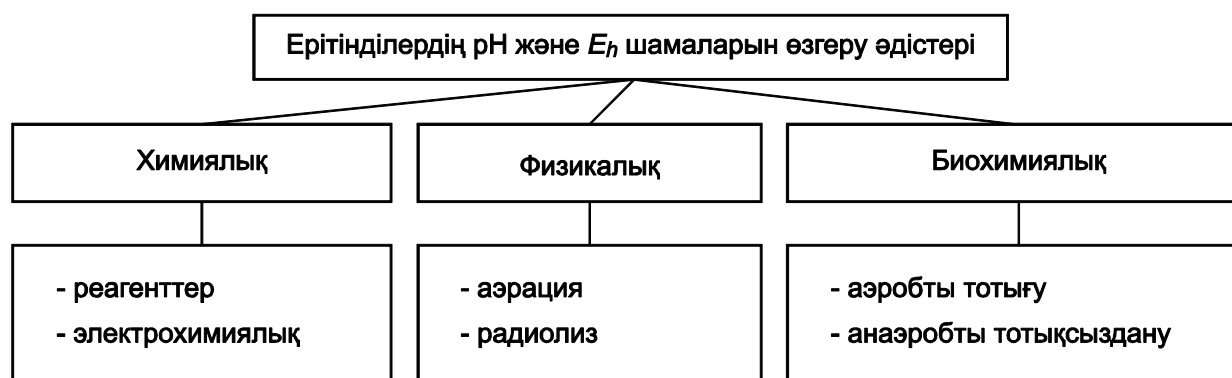
1.20 кесте – ағызынды сулардың кейбір түрлеріндегі pH және E_h мәндері

Аталуы	pH	E_h , В
Тазаланбаған тұрмыстық ағызынды сулар	7,2–7,6	–0,20...+0,01
Тазаланған тұрмыстық ағызынды сулар	7,2–8,3	+0,015...–0,125
Тұрмыстық ағызынды сулардың қалдығы	7,2–7,5	–0,20...+0,07
Ет комбинаттарының ағызынды сулары	7,3	+0,005
Гальваникалық цехтардың хромқұрамды шайылу ағызынды сулары	3,2–7,8	+0,35...+0,80
Тері өңдеу зауытының ағызынды сулары	6,0–13,0	–0,1...–0,4
Жүн фабрикаларының ағызынды сулары	4,0–7,0	+0,01...+0,2

pH және E_h шамалары судан ластаушы заттарды тазалаудың негізінде жататын әртүрлі физико-химиялық және биохимиялық процестерге әсер етеді. Осыған байланысты сулы ерітінділерде pH және E_h шамаларын өзгерту әдістерін білу маңызды.

Жалпы түрде тотығу-тотықсыздану процесін келесі теңдеумен сипаттауға болады:

Тотыққан формалар + $n\bar{e} \leftrightarrow$ тотықсызданған формалар, (1.3)
мұнда $n\bar{e}$ — берілген тотығу-тотықсыздану реакцияларына қатысатын электрондар (n) саны (\bar{e}).



1.29 сурет. Сулы ерітінділердің pH және E_h шамаларын өзгерту әдістері

Бұл процестің тепе-теңдік константасы (K) келесі түрде жазылуы мүмкін:

$$K = \frac{PB_{a_i}}{PO_{a_i} \cdot (a_{e^-})^n}, \quad (1.4)$$

мұнда PB_{a_i} және PO_{a_i} — тотыққан және тотықсызданған заттардың сәйкес активтілік туындысы; n — үрдістерге қатысатын электрон саны; a_{e^-} — электрондардың активтілігі.

Электрондардың белсенділігі деп жүйенің тотығу-тотықсыздану үрдістеріне электрондарды жеткізу қабілеттілігін айтады. Судағы бос электрондардың ерітіндісі де сольватирленбеген бос протондардың ерітіндісі сияқты жәй ғана абстракция екендігін түсінген жөн, бұл абстракцияны табиғи сулардағы қышқылды-негіздік тепе-теңдікті сипаттау барысында қолданады. Мысалы, сутегі иондарының белсенділігі судың қышқылды-негіздік қасиеттерін сипаттайды. Сондықтан шахталық қазбалардағы сутегі иондарының белсенділігі жоғары болып келетін суларды қышқыл деп айтады. Аналогия бойынша: бос электрондарының белсенділігі жоғары суларды тотықсыздандырғаш (мысалы, Қара теңіздің күкіртсутекті сулары,

халық аузындағы «өті су»), ал белсенділігі төмен – тотықтырғыш (мысалы, хлорланған немесе озонданған су, «тірі» су) деп аталады.

Төменде көрсетілетін тұрықты су жүйелері 20 түрге бөлінетін $a_{\bar{e}}$ шамасымен сипатталады, сондықтан бос электрондардың белсенділігін көрсететін тиімді шкала $p_{\bar{e}}$ болып табылады. Аналогия бойынша рН шамасы мен $p_{\bar{e}}$ шамасы мына қатынас бойынша анықталады:

$$p_{\bar{e}} = -\lg(a_{\bar{e}}). \quad (1.5)$$

Электрондардың белсенділік шамасы мен $p_{\bar{e}}$ мәні жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалын көрсетуге ыңғайлы. Жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалының екі шамасының арасындағы байланысын мына түрде көрсетуге болады:

$$p_{\bar{e}} = F \cdot E_h / (2,3 \cdot R \cdot T), \quad (1.6)$$

мұнда F – Фарадей саны (96 485,3383 Кл/моль); R – универсалды газ тұрақтысы (8,314 Дж/(моль·К)); T – температура, К.

Сәйкес мәндерді қоя отырып, келесі теңдеуді аламыз:

$$p_{\bar{e}} = 10^4 \cdot E_h / (1,98 \cdot T). \quad (1.7)$$

Қалыпты жағдайларда теңдеу келесі түрге ие болады:

$$(p_{\bar{e}})^{\circ} = 16,9 \cdot E_h^{\circ}, \quad (1.8)$$

мұнда E_h° қалыпты жағдайдағы қалыпты сутектік электродқа салыстырмалы түрде өлшенген тотығу-тотықсыздану потенциалы, (стандартты электродты потенциал), В.

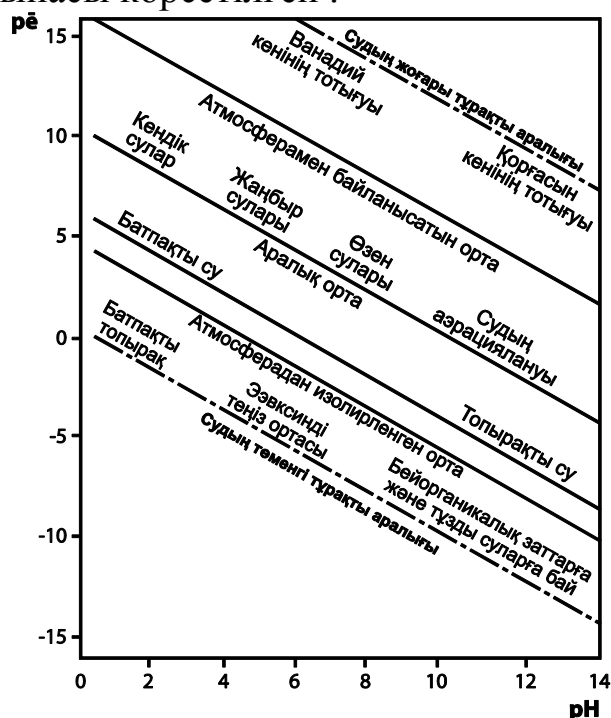
E_h° және $p_{\bar{e}}$ шамалары анықталатын шамалар болып табылады, егер де осы редокс-жұптың екі мүшесі ерітіндіде кездессе немесе ерітіндімен байланыста болатынын болса. Сонымен бірге табиғи суларда әрдайым бірнеше редокс-жұптар кездесіп отырады. Әрбір жұп $p_{\bar{e}}$ (немесе E_h), анықтайды, алайда әртүрлі жұптар үшін бұл екі шама бірдей болмауы мүмкін, қйткені табиғи нысандар үшін формалар арасында тепе-теңдік болмайды. Егер редокс-жұптардың барлығы бірдей тепе-теңдікте болмаса ерітіндінің $p_{\bar{e}}$ (немесе E_h) тепе-теңдігі туралы айтудың қажеті жоқ. Тек ерітіндідегі жеке жұп

бойынша анықталатын $p\bar{e}$ (немесе E_h), мәндері бойынша ғана айтуға болады.

Ұсынылған қатынастарды біле отырып, $p\bar{e}$ – pH диаграммасын немесе E_h – pH диаграммасын құруға болады. Бұл диаграммалар бірдей, тек масштабы (1.8) теңдеуіне сәйкес өзгеріп отыратын ордината өсінің шкаласы ғана әртүрлі болып келеді. 298 К температура кезінде $E_h = 0,0591 p\bar{e}$ тең болады. E_h айнымалы ретінде пайдаланудың кемшілігі әртүрлі тұрақтылықтың әртүрлі алаңдарының иілу шекарасы температураға байланысты болуында, бұл кемшіліктен айнымалы $p\bar{e}$ болғанда құтылуға болады.

$p\bar{e}$ – pH (немесе E_h – pH) диаграммалары анықталған тотығу-тотықсыздану жүйесінің тотыққан және тотықсызданған тұрақтылық облыстарын суреттеудің тиімді әдісі болып табылады. Диаграммадағы әрбір түзудің бір бөлігі нақты бір реакция үшін $p\bar{e}$ – pH қатынасына жауап береді.

1.30 суретте кең таралған әртүрлі табиғи сулардың $p\bar{e}$ шамасының pH шамасына қатынасы көрсетілген.



1.30 сурет. Тотығу-тотықсыздану потенциалының (әртүрлі табиғи сулар үшін) және судың тұрақтылығының pH байланыстылығының қатынасы

Табиғи сулардың редокс-буферлігі

Редокс-деңгей $p\bar{e}$ қатар табиғи сулар редокс-буферлілік түсінігімен сипатталады (немесе редокс-көлем), бұл қышықылды-негіздік түсінікке аналогты болып келеді. Редокс-процестерге сәйкес

жүйе «забуферлі» болып табылады, егер оның құрамында тотығып және тотықсыздана алатын қосылыстар бар болса, онда күшті тотықтыратын немесе тотықсыздандыратын агенттердің аз мөлшерін қосқанда р_е айтарлықтай өзгеруін болдырмайды.

Тотығу-тотықсыздану шамасының ерітіндінің рН мен тепе-теңдік ауадағы оттегінің парциалды қысымына қатынасын талдау барысында жүйенің редокс-деңгейі ауадағы оттегінің мөлшеріне байланысты емес екендігіне көз зеткізілді.

Жүйеде бос оттегі болғандықтан р_е шамасы жоғары болады. Сондықтан атмосфералық ауамен немесе топырақтық ауамен байланысқан табиғи суларда р_е шамасы әрқашан жоғары болып қалады.

Алайда, ауамен қатынаста болған табиғи сулар үшін жүйенің р_е тұрақты рН тұрақты болған жағдайда да нақты баға беруге болмайды. Бұл реакция бойынша оттегінің тотық тотықсыздануы бір сатыда ғана жүрмейді, келесі екі реакциялар бойынша орындалады:



Бұл жағдайда (1.9) реакциясы лимитирлеуші болып табылады. Реакцияның р_е мәне рН 7 кезінде 4,5 тең, бір уақытта реакция р_е рН 7 кезінде 13,8 тең:

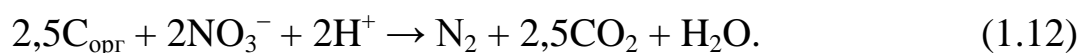


Кейбір табиғи редокс-жүйелер өздерін р шамасын (1.11) реакция анықтайтындай ұстайды, ал басқалары – (1.9). Сондықтан оттегімен әрекеттесетін сулар үшін р_е мәнін ешқандай сандық мәндерсіз «жоғары» терминімен сипаттау қажет.

Алайда табиғи судың ауамен әрекеттесуі бұзылатын болса судың редокс-жағдайы бірден бұзылады. 298 К кезінде суға оттегі келіп түспесе суда небәрі 7,9 мг/дм³ органикалық заттарды тотықтыруы мүмкін, егер олардың молекулалық формуласы {СН₂О} болып келеді. Бұл кезде барлық оттегі шығындалады.

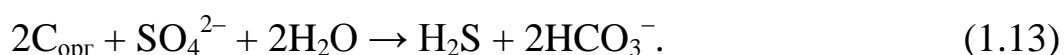
Тотықсыздандырғыштар, мысалы органикалық заттар келіп түсіп жататын болса жүйеде оттегісіз тотығу-тотықсыздану реакциялары жүріп жатады. Бұл жағдайда редокс-деңгей төмендейді. Редокс-буферлілік және жалпы экожүйе күйінің маңызды реакцияларын қарастырамыз.

Денитрификация. Реакцияның атқаратын міндеті нитраттың (азықтанудың негізгі компоненті) биологиялық инертті молекулалық азотқа айналдыру болып табылады. Бұл жағдайда бактерияларды органикалық заттарды CO_2 дейін тотықтандыру үшін нитраты иондардың оттегісі қолданылады:



Динитрификация процесі кезінде азоттан басқа гемиоксид түзілуі мүмкін, ол тропосферада (азоттың оксиді және диоксиді) және стратосферада (азоттың гемиоксиді) жүретін процестер кезінде маңызды роль атқаратын азот оксиді және диоксиді болып табылады. Сондай-ақ табиғи сулардағы нитрат-иондарының концентрациясы төмен болғандықтан, бұл иондар табиғи сулардың редокс-буферлігіне әсер етпейді.

Сульфаттардың тотықсыздануы немесе сульфат-редукция. Бұл органикалық заттарды тотықтыру үшін бактериялар сульфат ионының оттегіні қолданатын реакциялар, бұл кезде түзілген өнім ретінде сульфидті формалар түзіледі:



Егер судың рН 7 жоғары болса, HS^- ионы түзіледі, ал темір қосылыстарының реакцияға түсе алатын кез келген қосылыстарының қатысында сульфидті формалар осы қосылыстармен әсерлесе отырып, сульфид тұнбаларын түзеді. Сульфаттардың тотықсыздануы су қоймаларының экожүйесіне айтарлықтай әсер етеді. Флора мен фаунаға көптеген компоненттеріне H_2S жоғары улы болып келеді. Темір тотығының сульфидтерге айналуы әдетте судың түсінің қызылдан қоңыр түске немесе қоңырлау түстен қара немесе сұр түске айналуымен жүреді. Алдын-ала Fe(III) гидрооксиді сіңірілген заттар (мысалы ауыр металдар иондары немесе фосфат-иондар) ерітіндіге өтеді. Бұл жағдайда тотыққан суларда сәйкес қосылыстармен ерітілген ауыр металдар (мысалы Cu , Zn , Mo , Pb , Hg) аз еритін сульфидтер түзеді. Сульфат-иондар табиғи сулардың маңызды иондарына жатады, кең таралған және табиғи суларда көптеген жағдайларда жоғары концентрацияларда кездеседі, олар тотықсыздандырғыштардың мөлшеріне лемей жүйенің редокс-деңгейін бірнеше уақытқа тұрақтандырады. Бұл жағдайда жүйенің рН

теріс болады, өйткені рН 7 (1.13) реакциясы үшін рē минус 4,5 тең болады.

Ферментация. Органикалық заттардың микроорганизмдердің қатысуымен жүретін бұзылу процесі жана, қарапайым органикалық заттардың түзілуіне септігін тигізеді. Бактериалдық ферментацияның Брутто-теңдеуікелесі түрге ие болады:

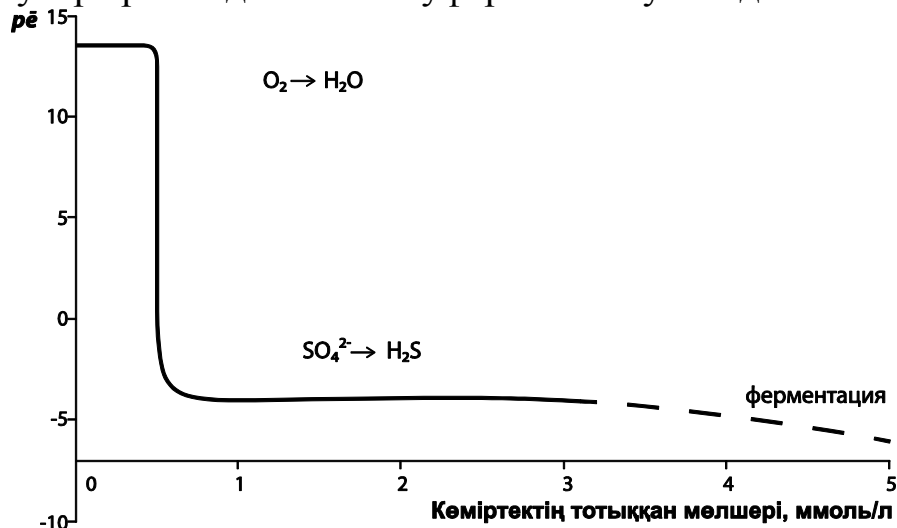


Бұған ең қарапайым және бірден-бір маңызды реакциялар типінің бірі метанның түзілуі:



Ферментация процесі рē < минус 4,5 мәні судың шекараына дейінгі аралықта жүреді.

1.31 суретте редокс-деңгей жүйесінің теңдеуінің оған келіп түсетін тотықсыздандырғыштардың мөлшеріне (C_{орг}) қатынасы көрсетілген, бұл қатынас көптеген табиғи суларға тән «забуферлі» күйге жауап беретін деңгейлерді анық көрсетеді. Су бастапқыда атмосфералық оттегімен тепе-теңдікте болды деген болжам бар, алайда органикалық заттың ыдырау процесі барысында қосымша оттегінің келіп түсуі болмаған. Сондай-ақ азоттың қосылу реакциялары O₂/H₂O и SO₄²⁻/H₂S. Теңдеулер арасында аз ғана буферлілікті туғызады.



1.31 сурет. – рН 7 кезінде ыдыраған органикалық заттардың концентрациясына байланысты (көміртегіге есептегенде) тұщы судың рē өзгеруі (оттегінің бастапқы концентрациясының мәні 10 мг/дм³, сульфат-иондар – 96 мг/дм³)

Әдетте табиғи сулардағы **pē** мәні буферлі күйлер тұрақсыз болғандықтан «забуферлі» күйге жақын болып келеді. состояниям, так как незабуференные состояния неустойчивы. «Незабуферлі» **pē** сақталуының жалғыз орны анаэробты су мен анаэробтың арасындағы диффузия бақыланып отыратын **pē** ауымағы болып табылады. Жауын-шашынмен байланыста болатын жер асты суларында қатты фаза қатысында жүретін редокс-реакциялары да **pē** «забуферлейді».

Табиғи суларда тотықсыздандырғын агнет ретінде органикалық зат болып табылады, **pē** төмендеуі құрамында Fe(II) немесе күкірттің тотықсызданға түрі бар минералдардың тотығуынан болуы мүмкін. Мысалы, ультрадәгізді жыныстардан (магний мен темір силикаттары) алынған кейбір су көздерінен сутегінің көпіршіктері бөлінеді, бұл темір закисінің минералдарының суды тотықсыздауының айғағы болып табылады.

Тотығу-тотықсыздану шарттары және элементтердің миграциясы

Кейбір руда кен орындары, әсіресе қозғалмалы фронты бар уранның инфильтрациялық кен орындары жер асты суларының редокс-реакцияларының нәтижесінде орын алады. Элементтердің миграция интенсивтілігі табиғи судағы минералды қалдық құрамындағы x элементінің мөлшерін осы су дренирлейтін тау жыныстардағы мөлшеріне бөлгеннен шығатын мән су миграциясының коэффициентімен K_x сипатталады:

$$K_x = m_x \cdot \frac{100}{a \cdot n_x},$$

мұнда m_x – судағы x элементтің мөлшері, мг/дм³; n_x – жыныстардағы x элементінің мөлшері, %; a – су минерализациясы мг/дм³.

K_x мәні жоғары болған сайын берілген элементтердің миграциялық қабілеттілігі жоғары болады.

Өте маңызды активті миграттардың K_x мәні 20 жоғары болса, соғұрлым қозғалғыштары 20 дан 1 дейін болады. Темір, тиан, алюминий сияқты аз қозғалатын мигранттарды сумен миграциялау коэффициенті 0,1 аспайды. Қоршаған ортаның тұрақты шарттарындағы жыныс құрамындағы элементтің миграциялану интенсивтілігі миграцияның контрастілік коэффициентімен сипатталады. Мысалы, сульфидті формадағы цинк иондарының әртүрлі жағдайлардағы контрастілік миграция коэффициенті 100 шамасында болады.

Ландшафттардағы элементтердің миграциясына әсер ететін маңызды сипаттамалардың бірі ортаның қышқылды-негізді жіне тотығу-тотықсыздану сипаттамасы болыр табылады. Алайда тірі организмдер миграция процесін айтарлықтай трансформациялайтынын ескерген жөн.

Геохимиялық барьер – бұл гипергенез зонасының бөлігі, мұнда аз ара қашықтықта миграция интенсивтілігі бірден төмендейді, бұл химиялық элементтердің концентрленуіне алып келеді.

Физико-химиялық барьерлер рН немесе pH/E_h шамаларының бірден өзгеруінен туындайды. Мысалы, құрамында оттегі бар су бастапқыда тотықсыздану процестері жүрген сулы горизонт бойынша қозғала бастаса, онда тотығу және тотықсыздану орталарының арасында редокс-фронт түзілуі мүмкін. Бұл фронт судың қозғалу бағыты бойынша орын алмасады, алайда суға қарағанда аз жылдамдыққа ие болады. Фронттың қозғалу жылдамдығы су тасымалдағыш горизонттың (құрамындағы органикалық заттың мөлшерімен) оттегіні тұтыну қабілеттілігімен анықталады. Егер тұнба жыныстардағы қарапайым су тасымалдағыш горизонт құрамында 1% яға қабілетті көміртегі болса, ал жер асты суларында – 10 мг/дм^3 еріген оттегі бар, бұл есепке сәйкес фронт суға қарағанда 13000 есе төмен миграциялануы қажет. Бірқатар элементтер (әсіресе уран, селен, мышьяк, молибден) тотықсыздандырғыш шарттарда ерімейді және тотықтырғыш шарттарда ериді. Тотығу фронтын қозғалтқанда су тасымалдағыш горизонның құрамындағы бұл элементтер ериді. Қозғалмалы жерасты сулары оларды фронт арқылы тотықсыздандырғыш зона арқылы тасымалдайды да олар жылдам тұнбаға түседі. Осылайша, су тасымалдағыш горизонттың құрамындағы элемент фронттан өткенше негемесе басқа облыстардар ағып келген жерасты суларының жүйесінен өткенше фронтқа жақын жерде концентрленеді, бұл оны өңдеп алудың экономикалық тиімді мүмкіндігін тудырады.

1.2.3.4 ТАБИҒИ СУЛАРДАҒЫ БОС РАДИКАЛДАР

Бос радикалдар — сыртқы орбитасында жұптаспаған электрондары, яғни, бос валенттілігі бар атом, молекула немесе молекула бөлшегі. Олар парамагнитті, реакцияға түскіш және басым көпшілігі қысқа уақытқа ғана пайда болады. Қосылу, алмасу, бөліну және изомерлену реакцияларына түсе алады. Ұзақ өмір сүретін, активтілігі

төмен Бос радикал да бар. Бос радикалды химиялық реакциялардың бастаушысы ретінде пайдаланады. Мысалы, хлорлау және полимерлену реакциялары. Бос радикалдарды аорганикалық және органикалық заттарға жоғары энергиямен (электромагниттік сәуле, жоғары энергиялы бөлшектер ағыны), катализаторлармен әсер ету арқылы алады. Бос радикалдар табиғатта көп кездеседі. Олар Күннің, жұлдыздардың құрамында ғарышта және тотығу-тотықсыздану процестерінде (дем алу, фотосинтез, жану, т.б.) орын алады.

Радикалдардағы жұптаспаған электрондарды нүктемен белгілеу қабылданған. Мысалы, гидроксидті радикалды $\text{HO}\cdot$ деп белгілейді, сутегі асқын тотығының радикалын $\text{HOO}\cdot$ ($\text{HO}_2\cdot$) деп, супероксид радикалын $\cdot\text{OO}-$ немесе O^{2-} деп белгілейді. Этил спиртінің радикалдарының формулалары $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}\cdot$; $\text{CH}_3\cdot\text{CHOH}$.

Сулы ортаның өздігінен тазару үрдісінің негізіне жататын табиғи сулардағы заттардың физика-химиялық айналу үрдістерінде бос радикалдар маңызды рөл атқарады.

Біріншілік бос радикалдардың пайда болуы

Табиғи суларда бос радикалдардың пайда болуының бірнеше жолдары белгілі:

- 1) каталитикалық иницирлеу;
- 2) атмосферадан газдардың еруі;
- 3) радиациялы-химиялық иницирлеу;
- 4) биологиялық эмиссия;
- 5) кавитациялық эффекттер;
- 6) фотохимиялық иницирлеу.

Әдетте табиғи суларда бос радикалдардың каталитикалық иницирленуі оттегі мен сутегі асқын тотығының бірэлектронды тотықсыздануымен байланысты. Табиғи суларда радикалдардың түзілу реакциясының инициаторы болып мыс иондары, табиғи суларда темір (III) гидроксидінің тотықсыздануы нәтижесінде түзілетін хелатты темір (II) кешендері саналады. Егер суда тотықсыздандырғыш –заттар (мысалы күкіртсутек, төмен тотығу дәрежесіндегі металл иондары) болса, онда тотықсыздандырғыш орта түзіледі.

Атмосферадағы белсенді газдарды сумен абсорбциялау табиғи суларда $\text{HO}\cdot$, $\text{HO}_2\cdot$, $\text{CH}_3\cdot$ және басқа радикалдардың пайда болуына себебін тигізеді. Радикалдар реакцияға қабілетті болған сайын, олардың су қабатына ену тереңдігі аз болады. $\text{HO}\cdot$, $\text{HO}_2\cdot$ радикалдары тек судың беткі қабатында ғана әсерлесе алады. Қолда бар мәліметтер

бойынша атмосферадан келетін радикалдар ағыны мардымсыз болады. Озонның еруі маңызды роль атқарады. Суда озон бірден O_2 өтеді, мұнда бұл үрдіс тізбекті механизм бойынша аралық $HO\cdot$, $O_2\cdot$ бос радикалдарының түзілуі арқылы жүреді. Озонның еруі барысында бос радикалдардың түзілу жылдамдығы оның сулы ортаға келіп түсуімен анықталады. Бұл жылдамдық жоғары болған сайын атмосферадағы O_3 мөлшері арта түседі.

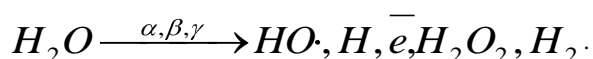
Радикалдарды иницирлеуге басқа газдардан NO_2 қатысуы мүмкін, ол донорлардан электронды тартып алатын қасиетке ие, атап айтқанда H_2O_2 -ден.

Қарапайым шарттарда (O_3 , NO_2 ағынын сулы ортаға ерікті жіберу барысында) радикалдардың иницирлеу жылдамдығы белсенді газдардың еруі нәтижесіне сәйкес аз болады.

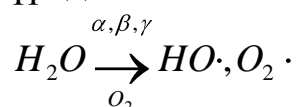
Радиациялық иницирлеу сулы ортаның радиациялық ластануы болмаған жағдайда табиғи радиоактивті фонның (Жер бетіне жететін космостық сәулелер, сондай-ақ табиғи радиоактивті изотоптардың, атап айтқанда ^{40}K ыдырауы) әсерімен жүзеге асырылады.

Табиғи факторлардың әсерімен радикалдардың түзілу жылдамдығы өте аз. Сонымен бірге радиациялық ластану барысында бос радикалдардың иницирлеу жылдамдығы бірден жоғарылайды.

Радиоактивті шағылу әсері ең алдымен суға бағытталады және де белсенді және тұрақты болып келетін аралық бөлшектердің түзілуіне алып келеді:



Аэробты шарттарда $H\cdot$ бөлшектері O_2 әрекеттеседі де - $HO_2\cdot$, $O_2\cdot$ радикалдары түзіледі. Бейтарап ортада оксигенді судың радиоллизінде $HO\cdot$ және $O_2\cdot$ генерациясы жүреді:



Радикалдардың иницирлену жылдамдығы жұтылу мөлшерімен және радиациялық бөлінумен анықталады, яғни 100 эВ жұтылған энергия бөлшегінің санымен. $HO\cdot$ және $O_2\cdot$ үшін радиациялық бөліну 3 тең.

Бос радикалдардың биологиялық эмиссиясы – аз зерттелген құбылыс. Радикалдардың түзілу жолдары (организмдердің бірнеше түрлерімен (макрофагтармен) белгілі. Топырақтық саңырауқұлақтар бір мезгілде H_2O_2 және катализатор бөліп шығарады, бұл өз кезегінде

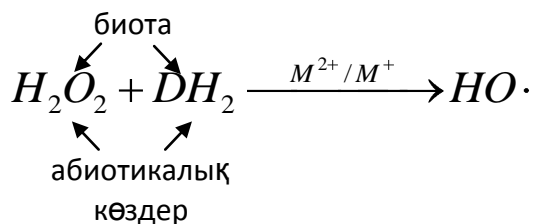
өзара әрекеттесе отырып ортада $\text{HO}\cdot$ радикалдарын түзеді. Мұндай саңырауқұлақтар лигнинді, ДДТ және басқа да заттарды ыдыратуға ықпалын тигізеді. Кейбір топырақтық саңырауқұлақтар (нитрозомонастар) NH_3 тотығуының барысында $\text{NO}\cdot$ радикалын бөліп шығарады.

Табиғи сулы жағдайда биологиялық процестердің әсерінен радикалдардың пайда болуы сутегі асқын тотығының түзілу мен бұзылу үрдістері арқылы жүзеге асады. H_2O_2 ыдырауымен қатар сутегі асқын тотығының ішкі су айналымына органикалық субстраттардың тотығу реакциялары, сонымен қатар реакцияға қабілетті бөлшектерді түзе жүретін абиотика-каталитикалық және фотохимиялық үрдістер жатады.

Сутегі асқын тотығының табиғи суларда бос радикалдар түзе отырып каталитикалық ыдыраудың абиотикалық үрдістері өте баяу жүреді. Бұл кезде 10-50% сутегі асқын тотығы ыдырайды.

Табиғи сулы ортада балдырлар радикалды үрдістерді тудыратыны анықталған. Табиғи суларда балдырлар сыртқы ортаға тотықсыздандырғыш заттарды (DH_2) шығарады, ал олар өз кезегінде H_2O_2 қатысында мыс иондарымен (редокс үрдістерінің катализаторлары) әрекеттесе отырып бос гидроксидті радикалдардың түзілуіне ықпал етеді.

Өздігінен тазаланудың радикалды үрдісінің биогенді иницирлену бойынша жалпы сызбасы мына түрде көрсетілген:



Бұл сызба бойынша өндірілген DH_2 тотықсыздандырғышының тотығудың басқа үрдістеріне қатысу мүмкіндігі, атап айтқанда оның оттегімен тотығатыны есерілмеген. Сонымен қатар сутегі асқын тотығының ортаның басқа компоненттерімен әрекеттесе алатындығы, сондай-ақ катализды механизм әсерінен бүлінетіндігі де ескерілмеген.

Катализаторлар ретінде айнымалы валенттілік көрсететін металдар иондары қатысуы мүмкін. Егер суда H_2O_2 (1.2.3.3 бөлімдерді қара) тұрақты түрде болатын болса радикалдардың иницирлену жылдамдығы DH_2 сыртқы ортаға бөліну жылдамдығымен анықталады. То-

тықсыздандырғыштар заттардың трансформациялануы барысында түзілетін аралық өнімдер түрінде де түзілуі мүмкін, бұл жағдайда оларда тотықсыздандырғыш қасиет болмайды. Мысалы, шарап қышқылының трансформациялануы тотықсыздардырғыш қасиетке ие дигидросифумарлы қышқылдың түзілуімен жүреді.

Кавитационды эффекттер. Табиғи суларда мөлшері 1–10 мкм болып келетін газды фазаның фазаның майда тамшыларынан тұратын «бұлт» қабаты болады, «бұлттың» беткі қабаты беттік белсенді заттармен қапталып тұрады.

Қарапайым жағдайда табиғи сулардағы бос газдардың үлесі еріген газдармен салыстырғанда 10^{-9} құрайды. Алайда шарттарды өзгерткенде (температура, қозғалу жылдамдығы, физикалық әсерлер) бұл үлес 10^{-2} жетеді. Бұл жағдайда газ-су бөлігінің беті сулы ортада газ тамшыларының әсерінен бірнеше есеге ұлғаюы мүмкін. Газ тамшыларының жоғары жылдамдығының нәтижесінде су мен газ фазаларының арасында газ алмасу қарқынды жүзеге асады.

Тамшылардың «жарылу» үрдістері жоғары энергетикалық күймен сипатталады (беттік бос энергияның көп болуы). Тамшылардың «жарылу» мезгілінде үлкен импульсты қысым, электрлі зарядтар, бөлшектердің ионизациясы мен химиялық байланыстардың үзілуі орын алады. Қысымның уақытша төмендеуі ондаған МПа жетеді, электрлік алаңның үлкен градиенттері пайда болады.

Табиғи суларда газдардың электрлі зарядталған микроамшыларының болуы судың магнитті болу қасиетімен түсіндіріледі. Микроамшыларға толы табиғи судың электромагнитті алаңмен ағуы барысында тамшылардың «жарылу» үрдісі мен бөлінуін тудырады, нәтижесінде бос радикалдар мен басқа да активті бөлшектер түзіледі. Сулы жүйелердің физика-химиялық қасиеттері ағыстың турбулентті режим шарттарында және біртекті емес магнитті алаңның пайда болуы кезінде көп бұзылады. Табиғи судың динамитті, тұрақты емес қасиеті электрлі және магнитті алаңдардың үздіксіз генерациялануына, судың көлемді зарядтарының қайта бөлуіне алып келеді.

Кавитациялық эффекттердің нәтижесінде $\text{HO}\cdot$ бос радикалдарының пайда болуы Байкал көлінің сулы ортасының жарқырау себебін зерттеу барысында дәлелденді. Сезімтал фотокөбейткіштердің көмегімен 50–75 м тереңдіктегі жарқырау табылды. Жарқыраудың «тасымалдағыштары» газдың микроамшылары болып табылды. Олардың жарылуылары барысында $\text{HO}\cdot$ радикалдары пайда болады. Судағы еріген органикалық заттардың $\text{HO}\cdot$ радикалдарымен

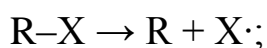
әрекеттесуі екіншілік радикалдардың пайда болуын тудырады, олардың бір бөлігі шарық кванттарын шығара отырып рекомбинирленеді.

Кавитациялық эффекттер мен олардың әртүрлі ластаушы заттарды радикалды түрде тотықтыруы мұхит пен теңіз суларында, терең тұщы суларда орын алады.

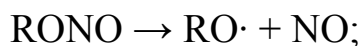
Табиғи суларда бос радикалдардың күн сәулесінен УФ-шағылысуының фотохимиялық иницирлену реакциялары кең таралған. Бұл жағдайда радикалдардың түзілуі бірнеше механизм бойынша жүреді.

1)Егер күн сәулесінің әсерінен квантты бөліну 0,1 артық болса, **байланыстардың гомогенді үзілуі** радикалдардың иницирленуінің тиімді жолы болып табылады. Бұл мына түрдегі реакциялар:

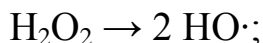
– галогенді көмірсутектердегі галоген молекуласының үзілуі:



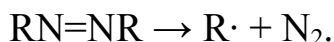
– нитроксильді қосылыстардағы байланыстардың үзілуі



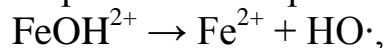
– пероксильді қосылыстардағы байланыстың үзілуі



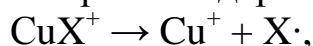
– азоқосылыстардағы N₂ бөлінуі



1)**Зарядтың орын ауысуы.** Заряд орын алмасуының фотохимиялық реакциялары темір комплекстеріне тиесілі:

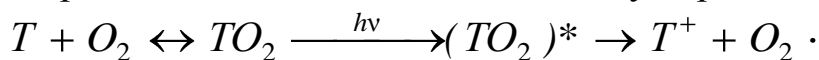


Сондай-ақ мыстың кейбір кешендеріне тиесілі:



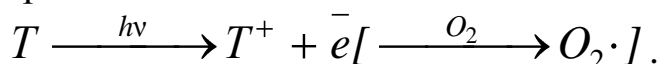
мұнда X – Cl, Br, I және басқа да лигандалар.

Радикалдардың түзілуі күн сәулесінің заряд тасымалдаушы молекулярлы кешендерге әсер етуінен болуы мүмкін, мысалы O₂ кешенінде электронды T бояғышымен тасымалдау барысында:



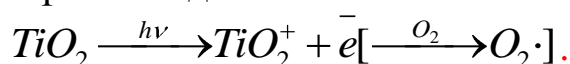
мұнда $h\nu$ – H үзе отырып энергия тасымалдау.

2) **Фотоэлектронды тасымалдау.** Фотоэлектронды тасымалдау табиғи суларда кең таралған:



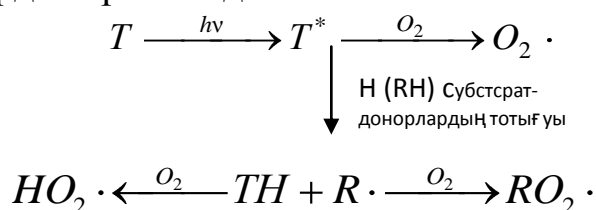
Бұл жағдайда донорлы-акцепторлы байланыс бойынша D партнеры ретінде су молекулалары қолданылады. Фотоэлектронды тасымалдау реакцияларында сонымен қатар фульвоқышқылдар да қатысады.

Фотоэлектронды тасымалдау кейбір микрогетерогенді тотықтарда электронды өткізгіш аймаққа тасымалдау арқылы жартылай өткізгіш механизмі бойынша жүзеге асады:



4) Электронды-қозған бөлшектердің аралық түзілуі арқылы.

Электронды-қозған бөлшектердің қатысуымен жүретін реакциялар мына түрде көрсетіледі



Триплетті-қозған T^* бөлшектердің еріген заттармен әрекеттесуі Н бөлінуі арқылы электронның орын ауысуымен немесе электронның орын ауысуымен жүруі мүмкін. Қарастырылып отырған әдістер бойынша табиғи суларда бос радикалдардың түзілуін қарастыра отырып синглетті оттегімен қатар реакцияға қабілетті бөлшектер ретінде O_2 , HO бос радикалдары да түзіледі. Сонымен қатар реакцияға аз қабілетті RO_2 алкилпероксидті радикалдарға айналып кететін алкилді радикалдар R түзілуі мүмкін. Сондай-ақ алкоксиильді радикалдар RO , тотықсыздандырғыш қасиетке ие анион-радикалдар D және басқа да органикалық бос радикалдар түзілуі мүмкін.

Сулы орталарда радикалды тотығу үрдістерінде маңызды орын $O_2 \cdot$, $HO \cdot$ радикалдарына тиесілі.

$O_2 \cdot$, $HO \cdot$ радикалдарының қасиеттері

$O_2 \cdot$ радикалы екі жақты реакциялық қабілетке ие, яғни тотықтырғыш та, тотықсыздандырғыш та болып табылады. $O_2 \cdot$ тән реакциялар:

1) ауыспалы валенттілік көрсететін металл иондарымен әрекеттесу;

2) сутегінің доноры реакциясында Н атомының акцепторы ретінде;

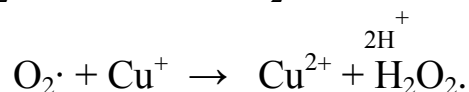
3) тотықтырғыштармен жүретін реакцияда электрондардың доноры ретінде;

4) дисмутация (диспропорциялану);

5) гидроксидті радикалдың $\text{HO}\cdot$ түзілуі.

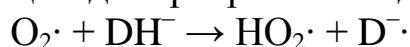
$\text{O}_2\cdot$ түзілу мен жойылу үрдістерінің жиынтығы табиғи суларда 10^{-8} – 10^{-9} М деңгейде осы радикалдың тұрақты концентрациясына алып келеді.

$\text{O}_2\cdot$ радикалдары бейтарап сулы ерітінділерде мыс иондарымен тиімді түрде әрекеттеседі:

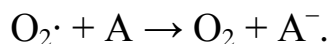


Бұл реакциялардың жылдамдық константалары диффузиялыққа жақын келеді. Бұл реакцияларда мыс иондары пероксидті радикалдардың диспропорциялану катализаторлары болып табылады.

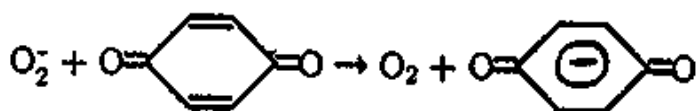
Н акцепторы ретінде бұл радикал аскарбин қышқылы, гидрохинон, фенол, кейбір аминдер сияқты донорлармен тиімді әрекеттеседі:



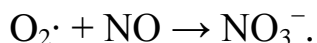
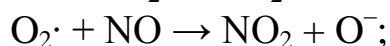
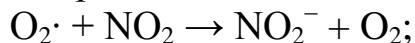
А тотықтырғыштарымен реакцияласқанда O_2^- радикалы электрон доноры ретінде қатысады:



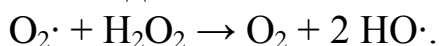
$\text{O}_2\cdot$ радикалына хинонмен реакциялар тән:



және азот тотығымен реакциялар да тән:

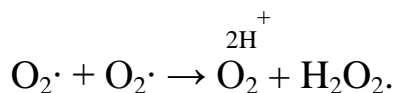


Соңғы реакция бойынша ОН-радикалдарының түзілуіне $\text{O}_2\cdot$ с H_2O_2 әрекеттесу себебін тигізеді:



Бұл реакцияның жылдамдық константасы жоғары емес, алайда ол металл иондарымен, атап айтқанда мыс иондарымен, катализдесуі мүмкін.

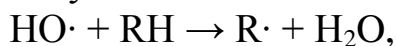
$O_2\cdot$ радикалдарының негізгі реакцияларының бірі, ол дисмутация болып табылды:



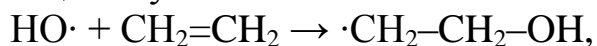
Бұл реакция катализатордың қатысынсыз жүрмейді. $O_2\cdot$ дисмутация жылдамдығының тиімді константасы ортаның рН байланысты болады.

Биологиялық жүйелердегі $O_2\cdot$ радикалдарының дисмутациясы супероксиддисмутация ферментімен катализденеді.

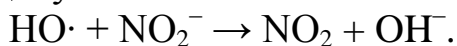
НО· радикалдары – табиғи сулы жүйелердегі реакцияға қабілетті тотықтырғыштар болып табылады. НО· радикалының табиғи суда өмір сүру жылдамдығы оның еріген органикалық және бейорганикалық заттармен реакцияға түсуімен анықталады: Н органикалық заттардан бөлінуі



Бір байланыспен қосылуы



Электрон тасымалдануы



НО· радикалдарының түзілу мен жойылу үрдістерінің нәтижесінде олардың табиғи сулардағы тұрақты концентрациясы 10^{-15} – 10^{-17} М аралығында өзгеріп отырады.

Жалпы жағдайда НО· барлық еріген органикалық және бейорганикалық заттармен әрекеттеседі. Мұнда жағдайда ортада екіншілік бос радикалдар түзіледі, олардың бір бөлігі металл иондарының (мыс), O_3 , H_2O_2 және т.б. қатысында НО· регенерациясына алып келуі мүмкін.

Органикалық бос радикалдардың түзілуі және қасиеті

Органикалық бос радикалдар қоршаған табиғи ортада негізінен екіншілік үрдістердің әсерінен пайда болады. Органикалық бос радикалдар реакцияға қабілеттілігімен және қасиеттерінің кеңдігімен ерекшеленеді. Органикалық бос радикалдардағы жұптаспаған электрон С, N, О атомдарына тән болуы мүмкін, немесе көрші байланыстар жүйесі бойынша орналасуы мүмкін.

Ол неғұрлым молекулярлы орбиталь бойынша орналасқан болса, соғұрлым сәйкес радикалмен реакцияласу мүмкіндігі аз болады.

Реакцияға қабілеттілігі бойынша органикалық радикалдарды радикал-тотықтырғыштар $Ro\cdot$, тотықсыздандырғыштар $Rg\cdot$, сондай-ақ

D⁻ электронының доноры, тотықтырғыш-тотықсыздандырғыш қасиеттері бар радикалдар, яғни ретінде Ror[•] деп бөлуге болады. Органикалық бос радикалдарды мұндай топтарға бөлу сапалы сипаттамаға ие, өйткені бөлшектердің тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыш қасиеттері реакцияға түскен заттың табиғатымен байланысты болады.

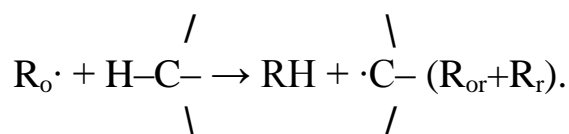
Органикалық бос радикалдарға тән реакцияларды қарастырып өтейік:

1) Рекомбинация және диспропорциялану:

2) $2R^{\bullet} \rightarrow$ Бейрадикал өнімдер.

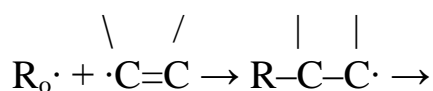
R[•] табиғатына байланысты рекомбинация жылдамдығының константасы көптеген сатыға бөлінеді. Рекомбинация жылдамдығының аздаған константасы ретінде алкилді радикалдар R[•], содан соң алкоксильді RO[•] және гидропероксидті RO₂[•] саналады.

3) H атомының басқа органикалық молекуладан радикал-тотықтырғыштың әсерінен реакцияға аз қабілетті радикалдар түзе отырып бөлінуі:



Мұндай реакциялардың жалғасуы екіншілік радикалдардың реакциялық қабілеттілігінің төмендеуіне алып келеді.

3) Бір байланыс арқылы қосылу:

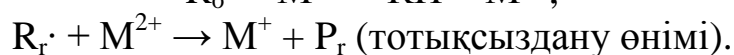
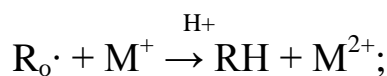
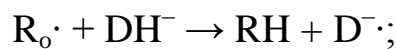


полимеризация.



Мұндай типтегі реакциялар винилді мономерлердің полимеризациялану үрдістерінде кең таралған.

4) Электрон ауысуы:



Мұндай реакция түрлері сулы ортада ауыспалы валенттілік көрсететін металл иондары, электрон донорларының (Н атомы) және тотықтырғыштардың (O_2 , H_2O_2) болуымен орын алады.

5) Мономолекулярлы айналымдар: изомеризация (Н-қозғалу); фрагментация (байланыстың үзілуі); электронды тығыздықтың ішкі молекулярлы қайта бөлінуі (электрондардың делокализациясы). Бұл айналуларды реакцияға жоғары қабілеттілік күйден реакцияға аз қабілеттілік күйге өтуімен түсіндіруге болады:



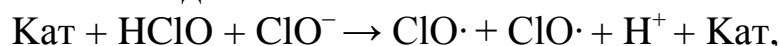
Бұл типті реакцияларға сақинаның ашылуы мен жабылуы жатады, цис-транс-изомеризация, радикалдардың декарбоксилдену реакциялары және т.б. жатады. Аэробты ортада алкилді радикалдар O_2 әрекеттесе отырып алкилпероксидті радикалдарды түзеді.

Бос радикалдардың қатысуымен болатын табиғи суларда жүріп жататын үрдістерді зерттеу ағызынды суларды тазалаудың бірнеше үрдістерін анықтауға мүмкіндік берді. Мысалы, ағызынды суларда ультрадыбыстық толқындарды қарқынды тарату суда кавитация үрдісін тудырады, ал бұл өз кезегінде бос радикалдардың түзілуін жылдамдататын тотықтырғыш молекуласының ыдырау дәрежесін арттырады. Сонымен қатар ультрадыбыстық сәулеленумен қатар жүретін микротурбуленттіліктің әсерінен озонның газды фазадан еріген күйге өтуі жылдамдайды.

Суды бір мезгілде озондау мен ультрафиолеттеу барысында $HO\cdot$ радикалдарының түзілуі жылдамдайды. Қатты ластанған ағызынды суларды дезинфекциялау барысында озондау мен ультрафиолетті сәулелендіруді бірге қолданғанда тек озондау үрдісін қолданғаннан қарағанда тиімділік 1000 есеге артады.

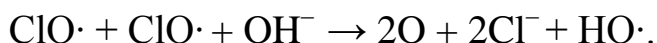
Ағызынды суларды тазалаудың технолгиялық сызбасындағы хлорлаудың альтернативасы ретінде ультрафиолетті сәулелендіру қолдану болып табылады, өйткені бұл әдіс денсаулыққа зиян тигізетін химиялық қосылыстар түзілмейді, су дезинфекциядан кейін су организмдеріне улы әсерін тигізбейді. Сонымен қатар бактерицидті эффектпен қатар тотықтырғыш әсер эффектісі байқалады. Әсер етудің мұндай механизмі фотолиз кезінде бос радикалдар мен сутегі асқынотығының пайда болуы үшін жасалады. Ағызынды суда сутегі асқынотығының ыдырауы екіншілік бос радикалдардың түзілуімен қатар, оттегі мен суда еріген металл иондарын ластаушы заттарды тотықтыру үрдісіне тартумен қатар жүреді.

Суды хлорлау механизмінде айнымалы валенттілік көрсететін металл-катализаторлардың қатысуы барысында аралық белсенді кешеннің түзілеті анықталды. Бұл аралық кешен судың құрамында бір мезгілде кездесетін хлорлылау қышқыл мен гипохлорит-ионы молекулаларындағы химиялық байланыстардың энергиясының қайта бөлінуін қамтамасыз етеді:



мұнда Кат –катализатордың белгіленуі.

Кешеннің ыдырауынан кейін және оның құрамынан катализатордың бөлінуі белсенді хлордың (HOCl , ClO^-) бастапқы түрінің орнына реакцияға қабілетті радикалдар, яғни күшті тотықтырғыштың, атомды оттегінің және гидроксидті радикалдар пайда болады. Реакция сілтілік ортада жүреді:



$\text{HO}\cdot$ гидроксидті радикалдардың тотығатын затпен әрекеттесуі барысында улы емес өнімдер түзіледі.

Ластаушы заттарды ауаның оттегімен тотықтыру механизмі бірнеше сатыда өтеді және химиялық белсенді оттеққұрамды радикалдар түзеді. Мысал ретінде екі валентті темірдің үш валентті темірге тотығу үрдісін қарастырамыз.

Реакция теңдеуі келесі түрге ие болады:



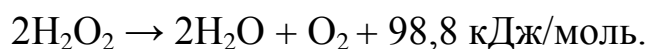
Алайда тотығу үрдісі бірнеше саты бойынша өтеді:

- 1) $\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{O}_2^-$;
- 2) $\text{O}_2^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{HO}_2\cdot$;
- 3) $\text{Fe}^{2+} + \text{HO}_2\cdot \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}_2^-$;
- 4) $\text{HO}_2^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}_2$;
- 5) $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH}^- + \text{HO}\cdot$;
- 6) $\text{Fe}^{2+} + \text{HO}\cdot \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH}^-$;
- 7) $2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^-$.

Осылайша, екі валентті темірдің молекулярлы оттегімен тотығу үрдісінде қосымша тотықтырғыштар түзіледі ($\text{HO}_2\cdot$ және $\text{HO}\cdot$ бос радикалдары, сондай-ақ сутегі асқын тотығы).

Тиімді тотықтырғыштардың бірі болып сутегі асқын тотығы саналады. Қазіргі таңда әлемде өндірілетін сутегі асқын тотығының 25 % суды өндеуге жұмсалады.

Сутегі асқан тотығының ыдырауы барысында оттегі түзіліп, жылу бөлінеді:



Химиялық және физикалық белсенділік шарттарында сутегі асқын тотығының ыдырауы жоғары реакциялық қабілеттілікке ие $\text{HO}\cdot$ және $\text{O}\cdot$ бос радикалдарының түзілуімен жүреді. Катализатор ретінде айнымалы валенттілік көрсететін металдар: марганец, мыс, темір, кобальт қатысады.

Бос радикалдар көптеген тұрақты қосылыстарды трансформациялауға қабілетті.

Сутегі асқын тотығының фотолизбен бірігуі гумин қышқылының көмір қостотығы мен суға дейін ыдырауына алып келеді, синтетикалық беттік белсенді (СББЗ) заттарды деструкциялайды, мұнай өнімдерін, пестицидтерді және басқа да техногенді ластаушы заттарды ыдырата алады. Сутегі асқын тотығын тотықтырғыш ретінде пайдалану барысында тазаланған суда уландырғыш өнімдер пайда болмайды.

Бос радикалдарды генерациялау судың радиациялық сәулеленуі (радиолиз) барысында да жүзеге асуы мүмкін. Радиолиз нәтижесінде су $\text{HO}_2\cdot$ және $\text{O}_2\cdot$ сияқты бос радикалдармен қанығады. Радиолиз көмегімен тиімді редокс-жүйені құруға болады. Радиация көздері ретінде ^{60}Co және ^{137}Cs пайдаланылады. Радиациялық өңдеу фенол, цианид, кейбір синтетикалық беттік белсенді заттарды (СББЗ) тотығуға пайдаланылады.

1.2.3.5 ТАБИҒИ СУЛАРДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАР

Соңғы жылдары белсенді антропогендік әсер ету нәтижесінде жер бетіндегі сулармен қатар жерасты суларының химиялық құрамы елеулі өзгерді. Ластанудан жер бетіндегі суларға қарағанда қорғалғандығына қарамастан жер асты суларының өзінде қорғасын, хром, сынап, мырыш және тағы басқа элементтер табылған. Әсіресе ауыр металдардың жоғары концентрациясы ірі қалалармен өнеркәсіптік орталықтардың аумағының маңында өсіп отыр. Белсенді антропогендік әсер ету жағдайында табиғи тұщы судың ауыр

металдармен ластануы ең жіті проблемалардың бірі болып отыр. Судағы ауыр металдардан өздігінен тазару жүрмейді. Ауыр металдар тек бір табиғи резервуардан басқасына алуан түрлі тірі ағзалармен әрекет ете отырып және барлық жерде ауыр салдарға ұшырата отырып қайта таралады. Ауыр металдардың, соның ішінде кадмийдің, жер беті және жер асты суларына таралу себептері түсті металдар шығарумен де байланысты. Соның ішінде ең көп мөлшері қоғасын мен цинк рудалары арқылы тарайды. Ауыр металдар табиғи суларға өнеркәсіптің пайдаланған сулармен ғана емес, сондай-ақ отвалдар арқылы сүзіле отырып, әсіресе қалдық сақтағыштардан жаңбыр суларымен түседі. Жер асты сулары үшін ұңғырлардан, шахталардан және шуруфтардан өндірістік қалдықтардан тазартқан кезде де жағымсыз әсер етеді. Тірі ағзаға үшін еріген түрде (ШЖК-) елеулі концентрацияда қатысатын элементтер ең көп қауіптілік тудырады. Осындай элементтерге мыналар жатады: Cd-ZK-I бақа барлық су үлгілерінде. Мырыш сүтқоректілер үшін өте қаіпті элементтердің бірі. Өнеркәсіпте де кең түрде қолданады. Давыдованың (2002) деректері бойынша, қорғасын балқытатын зауыттардың аймағында орналасқан көлдерде еріген шырыштың мөлшері жоғары болады, ал рудниктердің жанынан ағып жатқан өзендерде оның мөлшері 3000 мкг/л асады. Мырыштың улылығы көбіне басқа ауыр металдардың, әсіресе кадмийдің қоспасының болуымен айқындалады. Оның шоғырлануы ағзада мырыштың жетіспеуіне әкеледі.

Қорыта келгенде, қалдық сақтағыштардың маңынан алынған (ZK-6 және ZK-7) су үлгілері және тоқтонды су айдынынан алынған (ZK-4) су үлгілері ауыр металмен күшті ластанған. Осы су көздері тірі ағзалар үшін қауіпті болып табылады. Сонымен қатар, улы элементтердің бірі кадмий барлық су үлгілерінде кездеседі. Табиғи суларға кадмий топырақ шайылғанда, поллиметалл және мыс рудаларын өндіру кезінде, осы элементті өз денесіне жинақтауға қабілетті су ағзалары ыдыраған кезде түседі. Кадмийдің қосындылары жер бетіндегі су көздеріне қорғасын-мырыш зауыттарының, кен байыту фабрикаларының, бірқатар химия кәсіпорындарының, шахтаның ағын суларымен шығарылады. Сонымен ауыр металдардың иондарының түрлері су ортасында басқа орталамен салыстырғанда алуан түрлі. Сондықтан суды ауыр металдарына тазарту өте көп күш, қаражат жұмсауды және уақытты қаже етеді.

Соңғы жылдары белсенді антропогендік әсер ету нәтижесінде жер бетіндегі сулармен қатар жерасты суларының химиялық құрамы елеулі өзгерді. Ластанудан жер бетіндегі суларға қарағанда

қорғалғандығына қарамастан жер асты суларының өзінде қорғасын, хром, сынап, мырыш және тағы басқа элементтер табылған. Әсіресе ауыр металдардың жоғары концентрациясы ірі қалалармен өнеркәсіптік орталықтардың аумағының маңында өсіп отыр. Белсенді антропогендік әсер ету жағдайында табиғи тұщы судың ауыр металдармен ластануы ең қиын проблемалардың бірі болып отыр. Тұщы суларда ауыр металдардан өздігінен тазару жүрмейді. Ауыр металдар тек бір табиғи резервуардан басқасына алуан түрлі тірі ағзалармен әрекет ете отырып және барлық жерде ауыр салдарға ұшырата отырып қайта таралады. Ауыр металдардың, соның ішінде кадмийдің, жер беті және жер асты суларына таралу себептері түсті металдар шығарумен де байланысты. Соның ішінде ең көп мөлшері қорғасын мен мырыш рудалары арқылы тарайды. Ауыр металдар табиғи суларға өнеркәсіптің пайдаланған сулармен ғана емес, сондай-ақ үйінділер арқылы сүзіле отырып, әсіресе қалдық сақтағыштардан жаңбыр суларымен бірге түседі. Жер асты суларын ұңғымалардағы, шахталардағы және өндірістік қалдықтардан тазартқан кезде де жағымсыз әсер етеді. Тірі ағзаға еріген түрде (ШЖК- ПДК>) елеулі концентрацияда қатысатын элементтер ең көп қауіптілік тудырады. Осындай элементтерге мыналар жатады: Cd-ZK-I бақа барлық су үлгілерінде. Мырыш сүтқоректілер үшін өте қауіпті элементтердің бірі. Өнеркәсіпте де кең түрде қолданады. Давыдованың (2002) деректері бойынша, қорғасын балқытатын зауыттардың аймағында орналасқан көлдерде еріген шырыштың мөлшері жоғары болады, ал рудниктердің жанынан ағып жатқан өзендерде оның мөлшері 3000 мкг/л асады. Мырыштың улылығы көбіне басқа ауыр металдардың, әсіресе кадмийдің қоспасының болуымен айқындалады. Оның шоғырлануы ағзада мырыштың жетіспеуіне әкеледі.

Қорыта келгенде, қалдық сақтағыштардың маңынан алынған (ZK-6 және ZK-7) су үлгілері және тоқтонды су айдынынан алынған (ZK-4) су үлгілері ауыр металмен күшті ластанған (1.21 кесте). Осы су көздері тірі ағзалар үшін қауіпті болып табылады. Сонымен қатар, улы элементтердің бірі кадмий барлық су үлгілерінде кездеседі. Табиғи суларға кадмий топырақ шайылғанда, поллиметалл және мыс рудаларын өндіру кезінде, осы элементті өз денесіне жинақтауға қабілетті су ағзалары ыдыраған кезде түседі. Кадмийдің қосындылары жер бетіндегі су көздеріне қорғасын-мырыш зауыттарының, кен байыту фабрикаларының, бірқатар химия кәсіпорындарының, шахтаның ағын суларымен шығарылады. Сонымен ауыр металдардың иондарының түрлері су ортасында басқа орталамен салыстырғанда

алуан түрлі. Сондықтан суды ауыр металдарына тазарту өте көп күш, қаражат жұмсауды және уақытты қаже етеді.

Кадмий. Ауыр металдардың ішінде ең улы және қоршаған ортаға кеңінен таралғаны кадмий болып есептеледі. Қоршаған ортаның кадмиймен ластануы кейінгі жылдары Швецияда, Америка Құрама Штаттарында бірнеше есе жоғарылаған.

1.21 кесте – Ауыр металдардың биохимиялық қасиеттері

Қасиеттері	Cd	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Биохимиялық активтілік	В	В	В	В	В	В	В
Улылығы	В	У	У	В	У	В	У
Канцерогенділік	–	В	–	–	В	–	–
Аэрозолдермен толықтыру	В	Н	В	В	Н	В	В
Таралудың минералды формасы	В	В	Н	В	Н	В	Н
Таралудың органикалық формасы	В	В	В	В	В	В	В
Қозғалғышы	В	Н	У	В	Н	В	У
Биоконцентрациялық тенденция	В	В	У	В	В	В	У
Жинақталу тиімділі	В	У	В	В	У	В	В
Комплекс түзуші қасиеті	У	Н	В	У	Н	Н	В
Гидролизге тиімділігі	У	Н	В	У	У	У	В
Қосылыстардың ерігіштігі	В	Н	В	В	Н	В	В
Өмір уақыты	В	В	В	Н	В	Н	В

Ескерту: Ж – жоғары, О-орта, Т – төмен

Кадмийдің айтарлықтай бөлігі топыраққа және суға жауын-шашын арқылы түседі. Жыл сайын Балтық теңізіне 200 тонна кадмий түссе, оның 45% ауадан келеді.

Бұл элемент тірі ағзаларға қауіптілігі жағынан бірінші класқа жатқызылады. Кадмий адам және жануарлар ағзасына жиналуға қабілетті және жүрек, қан тамыры әрекетіне басқа да аурулардың пайда болуына себепші. Адам ағзасына 10 мг кадмийдің жиналуы улану белгілерін білдіреді.

Кадмийдің басқа ауыр металдармен салыстырғанда өсімдік тіршілігіне қажеттілігі әлі толық дәлелденбеген, бірақ осы металмен ластанған ортада оның өсімдікке түсуі жоғары. Зерттеушілердің көрсетуі бойынша өсімдіктің құрғақ салмағына шаққанда 0,1-1 мкг/кг Cd-дің болуы қалыпты деп есептеледі, ал кейбір зерттеушілер өсімдік ұлпасында 0,05-0,2 мг/кг кадмийдің болуы қалыпты деп қарастырады және 3 мг/кг мөлшері жоғары деңгей деп болжам жасайды.

Кадмийдің өсімдіктердегі улы әсерінің алғашқы белгілері болып: өсімдіктің өсуінің баяулауы, биомасса жинауының кемуі, хлороз, түсімнің азаюы тағы басқа физиологиялық процестер жатады.

Cd-дің өсімдіктерге сіңірілуі. Өсімдікке кадмийдің сіңірілуіне топырақ ертіндісінің қышқылдануының әсері бар екендігі анықталған. Өз кезегінде топырақтың қышқылдануына қышқыл жауын-шашын мен физиологиялық қышқыл тыңайтқыштың әсері бар. Топырақтың қышқылдануының жоғарылауы, кадмийдің өсімдікке сіңірілуін арттыратыны анықталған. Осыған байланысты кадмиймен ластанған топырақтың қышқылдық ортасы (pH) 6-6,5 төмен болмауын ұсынады. Табиғи жағдайда топырақтағы кадмийдің деңгейі негізінен 1 мг/кг-ға жуық (0,08 ден 10 мг/кг-ға дейін ауытқиды). Бірақ, кадмийдің топырақтағы өсімдікке оңай сіңетін жылжымалы формасы көп емес (топырақ ертіндісіндегі еріген формасы 0,07 % шамасында). Бұл кадмийдің топырақпен өте тығыз байланысқа түсетіндігін көрсетеді. Кадмийдің өсімдікке сіңуіне және мүшелер арасына таралуына осы элементтің биологиялық ерекшелігі негізгі фактор болып табылады.

Өсімдіктердің табиғи жағдайда кадмийді сіңіруі әртүрлі. Оларды үш топқа бөледі: Бірінші топқа бұл элементтің салыстырмалы төменгі мөлшерін сіңіретін бұршақ тұқымдастар (*Leguminosae Juss*) жатса, екінші топқа орташа мөлшерін сіңіретіндер астық, (*Gramineae Juss*) асқабақ тұқымдастар (*Cucurbitaceae Hall*), шатыргүлділер (*Umbelliferae Moris*), лилия (*Lilium*) тұқымдастары, ал үшінші топқа бұл элементтің жоғары концентрациясын сіңіретін крестгүлділер, (*Crucifera Juss*) күрделігүлділер (*Asteraceae*), алабұталар (*Chenopodiaceae*) жатады. Бұл тұқымдастардың ішінде кадмийдің төменгі немесе жоғары концентрациясын жақсы сіңіретіндер немесе сезімтал түрлері де кездеседі. Мысалы, бірдей жағдайда өсірілген бидай және қарабидай өсімдіктерін салыстырғанда, бидай кадмийді өзіне көп жинауы осы фактіні айғақтай түседі. Кадмийге төзімді қызанақ және қырыққабат болса, оған сезімтал салат, шпинат және тағы басқа жапырақты, жемісті өсімдіктер жатады.

Cd-дің өсімдіктерде таралуы. Сәбіз, қызылша өсімдіктері және жапырақты жемісті өсімдіктер топырақтан кадмийді көп сіңіре алады, және осы сіңірілген металдың жартысы өсімдік тамырында байланысқан күйде қалса, жарты бөлігі өсімдік сабағы арқылы басқа мүшелерге таралады. Кадмийдің өсімдіктерге сіңірілуімен тасымалдануы даражарнақты және қосжарнақты өсімдіктерде де әр түрлі.

Кадмий өсімдіктерде жалпы мынандай ретпен таралады. Ең көп мөлшері тамырда, жер үсті мүшелеріне (сабак, жапырақ) аз, жеміс пен ұрықта ең төмен. Азықтық өсімдіктерде және астық тұқымдас өсімдіктердің дәніндегі қалыпты жағдайдағы кадмийдің мөлшері 0,07-0,27 мг/кг және 0,13-0,22 мг/кг (құрғақ затқа шаққанда) сәйкес.

Техногенді ластанған аудандардағы өсімдіктер мен өсімдік өнімдерінде кадмийдің мөлшері кең деңгейде ауытқиды. Бұған Ресейдің Москва облысындағы “Михайловка” тәжірибе алаңында жүргізілген зерттеулер дәлел бола алады. Бұл талдауларда өсімдік дәніндегі кадмий мөлшері қалыпты жағдайдан көп ауытқуы көрсетілген. Жоғары сапалы кара топырақта өсірілген өсімдіктерді өзара салыстырғанда арпа өсімдігі дәнінде Cd-дің мөлшері жоғары, ал бидай дәнінде қалыпты жағдайда болған. Ал, кейбір жағдайда картоп түйнегінде Cd-дің мөлшері 0,27-0,60 мг/кг-арасында ауытқыса, енді бірде оның мөлшері қалыптағыдан едәуір жоғарылап кеткен. Осыған сәйкес кейбір зерттеушілердің көзқарасы бойынша ауыр металдардың, соның ішінде кадмийдің өсімдік дәнінде қалыптан тыс жоғарылайтынын атап кетеді.

С. Анталова (1990) мен басқалардың тәжірибесінде Cd –ауылшаруашылық өсімдіктер өнімін 10-15 пайызға төмендететіндігі көрсетілген.

Зерттеушілердің мәліметтері бойынша кадмийдің топырақ-өсімдік арасындағы таралуы көптеген факторларға байланысты. Ол өсімдік түріне, сортына, топырақтың физикалық, химиялық қасиеттеріне, климат жағдайына, және қолданылған тыңайтқыш түріне байланысты өзгеріп отырады.

Кадмийді қорғасынмен салыстырғанда топырақ-өсімдік жүйесінде қасиетінің өзгеше екендігі анықталған. Төрт жыл бойы жасанды жолмен ластанған ортада жүргізілген тәжірибе нәтижелерінің қорытындысы бойынша, бірінші жылы қорғасынның өсімдікке түсуі жоғары болған, бірақ төртінші жылы оның өсімдіктердегі мөлшері қалыпты деңгей мөлшеріне (2-3 мг/кг құрғақ затқа шаққанда) дейін төмендеген. Ал кадмийдің мөлшері төртінші жылы да жоғары (5-8 мг/кг) деңгейде сақталған. Бұл алынған көрсеткіш кадмийдің топырақ-өсімдік жүйесіндегі жылжымалы-белсенді күйі ұзақ уақыт сақталатынын көрсетеді.

Cd-дің өсімдіктерге әсері. Бұршақ өсімдігімен жүргізілген тәжірибеде қоректік ортадағы кадмийдің мөлшері 10 мг/кг болғанда өсімдіктер бақылау вариантымен қатар биомасса жинап гүлдеген, бірақ олардың жеміс түзу қабілеті күрт төмендеген. Бұл тәжірибеде

өсімдіктің бүрлену кезінде тамыр және жерүсті мүшелерінде кадмийдің мөлшері жоғарылаған, бұдан кейін төмендеп кеткен. Ал қоректік ортадағы кадмийдің концентрациясын жоғарылатқанда өсімдіктің өсуі мен дамуы баяулап, жеміс түзілмеген.

С. Атабаева мен әріптестерінің ізденіс жұмысында бидай өсімдігінде (8-күндік Омская-9 с.) Cu мен Cd-дің әсері салыстырмалы түрде зерттелген. Бұл тәжірибеде кадмийдің 10-20-40-80 мг/кг концентрациялары дәл осындай мыстың концентрацияларына қарағанда өте улы әсер ететіні анықталған. Мысалы, өсімдік сабағы бойынша мыстың 10 мг/кг концентрациясы бидай өсімдігінің өсуін 3 %-ға тежесе, кадмийдің дәл осы концентрациясы 10 %-ға төмендеткен. Ал, 40 мг/кг концентрацияда мыс 20 % -ға төмендетсе, кадмий 75 %-ға тежеген. Осы тәжірибеде өсімдіктің биомасса жинауы сабағы бойынша 10 мг/кг мыста 4 %-ға, 40 мг/кг мыста 15 %-ға дейін төмендесе, дәл осы концентрациядағы кадмий оны (биомасса жинақтау процесін) 13 және 33 %-ға дейін төмендеткен. Ал, тамырдың биомасса жинауы 10 мг/кг мыста 4 %-ға жоғарылап, 40 мг/кг мыста 37 %-ға төмендесе, кадмийдің осы концентрациясында 3 және 77 % -ға дейін төмендеген. Бұл кадмийдің басқа элементтермен салыстырғанда өте улы екендігінің тағы бір дәлелі.

Арпа өсімдігінің жас өскіні кадмийді жақсы жинақтайды. Ал қарқынды өсу кезінде бұл металдың мөлшері төмендейді, бірақ өсімдіктің онтогенезі соңында бұл металдың мөлшері қайта жоғарылайды. Сонымен қатар кадмийдің көп бөлігі астық тұқымдас және мәдени жеміс өсімдіктердің онтогенезі соңында көп жинақталатынын айта кеткен жөн.

Cd-дің физиологиялық және биохимиялық процестерге әсері. Кадмий өсімдіктердің мембрана өткізгіштігіне кедергі келтірумен қатар тыныс алу, фотосинтез және бірқатар ферменттердің белсенділігіне кері әсерін тигізеді. Кадмий жүгерінің тамыры меристемалық клеткасының митоздық бөліну кезінде ядроның бөлінуіне кедергі келтіреді. Бұл кедергі қайтымсыз және клетканың өлуіне әкеледі. Кадмийдің 6×10^{-6} М концентрациясы күнбағыс өсімдігінің нитратредуктаза және глутаминсинтетаза ферменттерінің белсенділігін жоғарылатқан, ал оның 1-ден 25 мМ концентрациясы 2 апталық жүгері өсімдігінің малатдегидрогеназа, глюкоза-6-фосфатдегидрогеназа және гваякол-пероксидаза ферменттерінің белсенділігін тежеген. Сонымен қатар кадмий күріш тамырының пероксидаза ферментінің белсенділігін жоғарылатып, ондағы пролиннің жинақталуына әкелген.

Бидайдың (8-күндік Омская-9 с.) АТФ-аза ферментінің белсенділігі кадмийдің 10 мг/кг, 20 мг/кг, 40 мг/кг концентрацияларында бақылаумен салыстырғанда 19, 61, 63 %-ға дейін төмендеген. Кадмий *in vitro* жағдайында АТФ-аза ферментінің белсенділігін жоғарылатса, *in vivo* жағдайында H^+/K^+ иондарының тасымалдануын тежеген.

Ю. П. Мельничук (1979) қызметтестерімен бірге ауыл шаруашылық өсімдіктері тұқымдарының алғашқы өсу кезінде кадмийдің төменгі концентрациясымен өңдегенде оң әсер беретіндігін көрсетеді. Ол қант қызылшасы тұқымы үшін 1×10^{-4} М, асбұршақ өсімдігі үшін 5×10^{-5} М, 2,5 $\times 10^{-5}$ М, күріш өсімдігі үшін $2,5 \times 10^{-5}$ М концентрациялары. Кадмийдің хлорлы тұзы ерітіндісінің $2,5 \times 10^{-5}$ М концентрациясы асбұршақ өсімдігінің тамыр меристемасы клеткасының митоздық бөлінуінің G_1 -кезеңінде белок биосинтезі мен РНҚ синтезін жоғарылатқан. Бұл мәліметтер кадмийдің $2,5 \times 10^{-5}$ концентрациясы асбұршақ өсімдігінің тамыр меристемасы клеткасының митоздық бөлінуінің G_0 - G_1 кезеңдерін тежемейді, керісінше оны тұрақтандыратын әсер беретіндігін жорамалдайды.

Мыс. Мыс-өсімдік тіршілігінде ауыстырылмайтын микроэлементтер қатарына жатса, оның қоршаған ортадағы жоғары концентрациясы улы ауыр металл болып саналады [64]. Бұл элементтің таралуының негізгі көзі мыс-никель балқыту заводтары (50%), жанар-жағар май (22%), ағаш жағу (11%) және темір өңдеу орындары (11%) болып табылады. Сонымен қатар кейбір мәдени өсімдіктерді зиянкес, ауру қоздырғыштардан қорғауда (темекі, жүзім, күріш, мақта, томат) құрамында мыс секілді ауыр металдар кездесетін фунгицидтерді қолдануда, ауыр металдар топырақ бетіне көп шоғырланады. Өсімдіктерді бүрку арқылы өңдеу олардың жер үсті мүшелеріне тікелей әсер етеді.

А. В. Кузнецов (1997) мәліметтері бойынша мұндай аймақтар Ресейде 1416 мың гектар жерді алып жатыр. Өсімдіктердің белсенді өсіп-даму кезеңі мысқа өте сезімтал келеді. Мыстың улы әсеріне өсімдіктердің морфологиялық белгілері: жапырақ тақтасының кішіреюі, бұралуы, өсіп-дамуының баяулауы және хлороз, некроз ауруларының пайда болуы.

Мыстың әсерінен өсімдік жапырағының паренхима клеткалары үлкейіп саны азаяды, олардың арасындағы қуыстары кеңейеді. В. В. Демидчик (2001) қызметтестерімен жүргізген тәжірибелерінің нәтижелері бойынша мыстың негізгі шоғырланатын орны хлоропластар, ядро, вакуольдер және клетка қабығы болып есептелді.

Мыстың улы концентрациясы жоғары және төменгі сатыдағы өсімдіктердің хлорофилл биосинтезін төмендетеді. Сондықтан оның әсеріне фотосинтез процесі өте сезімтал келеді, жұмысы бұзылады. Бірақ, мыстың әсерінен болатын фотосинтездің биохимиялық, фотохимиялық реакциялары әлі толық зерттелмеген. Тек, протохлорофиллидредуктазалар жұмысының тежелетіндігі туралы болжам жасалған. Мыстың жоғары концентрациясы әсерінен фосфоенолпируваткарбоксилаза және рибулоза-1,5-дифосфаткарбоксилаза ферменттері белсенділігі тежеледі. Мыстың әсерінен хлоропластардың белоктық құрамы өзгеріске ұшырайды. Мысалы, 30-күндік күріш өскініне мыстың 4×10^{-6} моль/л ден жоғары концентрациясымен әсер еткенде тилакоид мембранасының полипептидтік құрамы өзгерген. Мыстың көбеюінен кейбір полипептидтердің пайда болуымен қатар, қайсыбір полипептидтер жоғалып кеткен.

Мыс фотосинтезге әсер ететін концентрациядан төмен мөлшерінің өзінде өсімдіктердің тыныс алуына кері әсерін тигізеді. А. В. Косицин (1983) жұмыстарында мыстың жоғары концентрациясы азоттың айналымын, белок биосинтезін және көмірсулар жұмысын бұзатындығы туралы мәліметтер келтірілген. Осы процестерге жауапты NO^3 - NO^2 -редуктазалар, малатдегидрогеназалар, глюкоза-6-фосфатдегидрогеназалар, изоцитратдегидрогеназалар белсенділігін мыстың 10^{-6} моль/л концентрациясында тежелген.

Мыстың өзіндік физиологиялық рөлі кіші диометрлігі, жоғары атомдық салмағы, валенттілігін жеңіл өзгертуге қабілеттілігі, тұрақты кешенді қосылыстар түзуге қабілеттілігімен анықталады.

Мыс металдар арасында ионды формасымен ($\text{Cu}^{+2} - \text{Cu}^{+}$) химиялық қасиетіне байланысты ерекше орын алады. Сонымен қатар мыс басқа ауыр металдармен салыстырғанда оттегімен, азотпен және құрамында күкірт бар қосындылармен жақсы байланысқа түседі, сондай-ақ екі валентті металдардың кешенді байланыс түзу қабілетті мына ретке қарай төмендейді $\text{Cu}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Ni}^{+2} > \text{Co}^{+2} > \text{Fe}^{+2} > \text{Mn}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{Ca}^{+2}$

Мысқа төзімділігі немесе сезімталдылығы бойынша өсімдіктерде бір тұқымдасқа жататын түрлер арасында да ерекшеліктер бар. Бұл элементке сезімтал жоңышқа, шпинат, қант қызылшасы т. б. өсімдіктер болса, төзімділігімен райграсс, карабидай, бидай ерекшеленед.

Қорғасын (лат. *Plumbum*), *Pb* – элементтердің периодты жүйесінің IV-тобындағы химиялық элемент, асыл металдардың бірі. Реттік нөмірі 82, атом массасы 207, 2. ^[1]

Қорғасын өте ерте заманнан белгілі, одан жасалған тиын ақша, медальондар ертедегі Египет қазбаларынан көп табылған. Жер қыртысындағы мөлшері 1.6 07 %, ол жеке күйінде кездеседі. Ең маңызды кені- галенит- қорғасын жылтыры PbS; Қазақстандағы кендері Оңтүстік және Шығыс Қазақстанда және Қарағанды облысында. Қорғасын бос күйінде көкшіл-сұр түсті жұмсақ және ауыр металл, оңай балқиды. Қорғасынды өндіру үшін, оның рудасын алдымен байытады, одан шыққан концентратта 40-78% қорғасын болады. Концентраттағы қорғасын көбіне полиметаллургия әдісімен алынады. Қорғасын-өнеркәсіп пен техникада кең пайдаланылатын түсті металл. Ол атмосферада коррозия және қышқылдар әсеріне төзімді болғандықтан, химиялық аппапатуралар (әсіресе, күкірт қышқылы өндірісінде) және кабель, оқ, бытыра дайындауда, радиоактив сәулелерінен қорғануда, медицинада кең қолданады.

1.2.3.6 ТАБИҒИ СУЛАРДАҒЫ ӨЗДІГІНЕН ТАЗАЛАНУ ҮРДІСТЕРІ

Табиғи сулардың өздігінен тазалануы деп судың ішіндегі ластаушы заттардың мөлшерінің эко жүйеге зиянын тигізе алмайтындай деңгейге дейін төмендетуге бағытталған су тоғандарының ішіндегі физикалық, биологиялық және химиялық үрдістердің жиынтығын айтуға болады.

Өздігінен тазалану көміртектің, азоттың, күкірттің және т.б. элементтердің биогеохимиялық циклдарында кездесетін заттардың техногенді айналымдарымен байланысты.

Табиғи сулардың өздігінен тазалану қабілетіне жеке үрдістердің тигізетін әсері ластаушы заттардың физика-химиялық қасиеттеріне, фазалық құрамына және біртектілігіне байланысты болады. Осыған байланысты ластаушы заттарды шартты түрде үш топқа бөлуге болады.

1.Консервативті заттар – табиғи ортада ыдырамайтын немесе өте аз ыдырайтын заттар. Бұл металл иондары, минералды тұздар, хлорорганикалық пестицидтердің гидрофобты қосылыс түрлері, ауыр

мұнай көмірсулары. Бұл ластаушы заттардың тобына радионуклидтерді де жатқызуға болады.

Табиғи суларда консервативті заттардың концентрациясының төмендеуі мына жағдайда жүреді:

- сұйылту;
- көршілес орталарға физикалық үрдістердің масса алмасуы;
- кешентүзудің физика-химиялық үрдістері
- сорбция;
- биожинақталу.

Сондықтан өздігінен тазалану мүмкін сипаттама ие, өйткені тек қайта бөлу (фиксация, қозғалыстың шектелуі) жүреді және қоршаған ортада ластаушы заттардың ыдырауы, олардың көрші орталарға өтуі орын алады.

2. Биогенді заттар (көміртегі, азот, фосфор, калий және басқалары) бұл биологиялық айналымға қатысушы азот пен фосфордың минералды түрлері, жеңіл сіңетін органикалық қосылыстар. Бұл жағдайда табиғи сулардың өздігінен тазалануы микроорганизмдердің тікелей қатысуымен жүретін биохимиялық үрдістердің нәтижесінде орын алады.

3. Биологиялық айналымға қатыспайтын кәсіпорын және ауыл шаруашалықтан шығатын улы болып келетін, суда ерігіш заттар. Бұл заттардан табиғи сулардың өздігінен тазалануы көп жағдайда биоыдырау және химиялық реакциялардың нәтижесінде ыдырау арқылы жүзеге асады. Жалпы жағдайда әртүрлі ластаушы заттар массаалмасу мен тасымалдау үрдістерінің жиынтығына қатысады.

Табиғи сулардың өздігінен тазалануына әсер ететін жағдайлар:

- а) массаалмасудың физикалық үрдістері:
 - сұйылту (араластыру);
 - ластаушы заттарды көрші су нысандарына шығару (ағыспен төмен қарай);
 - булану;
 - сорбция;
 - биожинақталу;
- б) микробиологиялық тасымалдау;
- в) химиялық тасымалдау:
 - гидролиз;
 - фотолиз;
 - тотығу.

Осы үрдістердің кейбірін толығырақ қарастырайық.

Фазалардың бөліну шекарасындағы физика-химиялық үрдістер

Ауа-су бөлігінің бетіндегі газдардың **булануы мен еруі** жоғары ұшқыш заттардың масса тасымалдауы үшін маңызды мәнге ие. Булану-еру үрдістері көп жағдайда тепе теңдікте болмағандықтан, кинетиканы сипаттау үшін әртүрлі физика-математикалық модельдерді қолданады. Екі қабатты модельге сәйкес газды және сұйық фазаларда екі зона болады: фазалар бөліну бетінің жақын орналасқан молекулярлық диффузия зонасы мен заттарды бөлінк бетінен алыс конвективті тасымалдау зонасы.

Молекулярлы диффузияның жылдамдығына әсер ететін жағдайлар:

- судың бетіндегі ауаның жылдамдығы. Әдетте судың қозғалысының беттік жылдамдығы су бетінің жел жылдамдығының 3,5 % құрайды;
- судың булануы. Бұл судың жоғары концентрациясы әсерінен ауа-су қабатынан кез келген басқа компоненттердің еру жылдамдығынан бірнеше мың есе жылдамдықпен өтіп кетеді.

Сұйық фазадағы заттардың концентрациясының булану әсерінен екі есе азаятын уақыт мына қатынаспен анықталады:

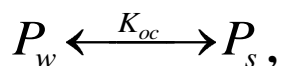
$$\tau_{1/2} = \frac{0,69 \cdot d}{\beta \cdot H \cdot f};$$
$$f = \sqrt{\frac{M}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot T}};$$
$$H = \frac{16,04 \cdot P_p \cdot M}{T \cdot S_p},$$

мұнда d – булану орын алатын су қабатының тереңдігі; H – Генри константасы; $\beta = (2,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-5}$ – заттардың ауаға буланатынын ескеретін көбейткіш; M – заттың молекулалық массасы; T – абсолютті температура; P_p – зат буының қысымы; S_p – заттың суда ерігіштігі.

Осылайша, заттардың буының қысымы жоғары болған сайын оның басқа да шарттарда булануы жоғары болады. Керісінше, буларының қысымы төмен және суда ерігіштігі жоғары заттар буларының қысымы жоғары және суда ерігіштігі төмен заттармен салыстырғанда булану үрдістеріне аз

ұшырайды. 1.22 кестенің мәліметтеріне сәйкес төмен молекулалы алифатты және ароматты көмірсутектер, яғни алкандар, циклоалкандар мен бензолдар жылдам буланады.

Сорбциялық үрдістер табиғи суларда бейтарап, атап айтқанда гидрофобты молекулаларды қайта таратуда маңызды орын алады. Сорбциялық үрдістерді мына түрде жазуға болады:



мұнда P_w - сулы фазадағы P заты, P_s – сорбирленген күйдегі P заты, K_{oc} – органикалық зат-су жүйесіндегі P затының таралу коэффициенті.

1.22 кесте – Газдысұйықты үрдістердің физика-химиялық шамалары (25⁰С, рН 7)

Зат	Бу қысымы, Па	Суда ерігіштік, мг/дм ³	$\tau_{1/2}$, ч
н-пентан	68400	40	0,012
бензол	12700	1780	0,065
Циклогексан	10245	55	0,08
п-ксилол	1170	180	0,71
Этилбензол	935	152	0,81
н-декан	175	0,05	4,7
Линдан	0,017	17	4900
Фенантрен	0,2	1,2	42000
Антрацен	0,001	0,04	530000
гексахлорбензол	0,0015	0,11	570000
Пирен	0,001	0,14	830000
ДДТ	0,000022	0,003	31000000

K_{oc} шамасы әртүрлі химиялық заттар үшін органикалық фазадағы тұрақты белсенділік коэффициентімен салыстыра отырып есептелегн судағы заттардың белсенділік коэффициенттеріне байланысты болады. Осылайша, октанол-су (K_{ow}) және қатты органикалық зат-су (K_{oc}) жүйелеріндегі (K_{ow}) коэффициенттер арасындағы бөлумен түсіндіріледі:

$$K_{oc} \approx 0,4 K_{ow},$$

Сондай-ақ K_{ow} және ластаушы заттарды K_v биоконцентрлеу арасында.

K_{ow} шамасы заттардың суда ерігіштігімен байланысы S қарапайым қатынаспен көрсетіледі:

$$\lg K_{ow} = (4,5 \div 0,75) \lg S .$$

Бұл қатынас құрамына көмірсутектер, галогенді көмірсутектер, ароматты қышқылдар, хлорорганикалық пестицидтер, полихлорланған бифенилдер кіретін көптеген органикалық кластар үшін орындалады.

Табиғи сорбенттерде органикалық заттардың мөлшері сорбенттің аз ғана мөлшерін құрайды, сондықтан P затын қайта бөлу коэффициенті сорбент-су (K_p) жүйесінде сорбент құрамындағы органикалық көміртегінің (ОС) мөлшеріне нормалау қабылданған:

$$K_p = K_{oc}[OC],$$

мұнда $[OC]$ — органикалық заттың сорбенттегі мөлшері.

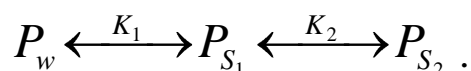
Сонымен қатар табиғи судағы сорбцияланған заттың (P) мөлшері мына теңдеумен жазылады:

$$F = \frac{K_p \cdot [C]}{1 + K_p \cdot [C]},$$

мұнда $[C]$ — судағы суспензияланған сорбенттің концентрациясы

$[C]$ жоғарылаған сайын F шамасы 1 жақындайды, яғни барлық P заты сорбцияланған күйде болады. Донды жиынтықтарда $[C]$ шамасы өте жоғары, сондықтан көптеген ластаушы заттар үшін $K_p[C] > 1$. Ашық су көздерінде жағдай керісінше: сорбция тек $K_{oc} > 10^5$ қосылыстары үшін ғана мәнді болып табылады.

Сорбция үрдісінің кинетикасын зерттеу екі сатының болатындығын көрсетті:



Бірінші сатыда заттың сорбциясы тез және қайтымсыз жүреді. Бұл беттік сорбция. Қатты органикалық сорбенттің макромолекулалы дңгегіне заттың одан ары енуі баяу үрдіс

және бірнеше тәулік бойы жүруі мүмкін. Беттік сорбцияланған заттың мөлшері әдетте 0,35...0,6 құрайды.

Суда ерігіштігі 10^{-3} М болатын көптеген ластаушы заттардың сорбциясы сұйық фазадан химиялық заттарды жоюдың негізгі үрдісі болып табылады. Мұндай заттарға хлорорганикалық пестицидтер, полихлорбифенилдер, полиароматты көмірсулар жатады. Бұл қосылыстар судар нашар ериді және үлкен мәнге K_{ow} (10^4 – 10^7) ие. Олар үшін сорбция табиғи сулардың өздігінен тазаланудың тиімді үрдісі болып табылады.

Микробиологиялық өздігінен тазалану

Ластаушы заттардың микробиологиялық трансформациясы табиғи сулардың өздігінен тазалануының негізгі жолдары болып табылады. Микробиологиялық биохимиялық үрдістер тотығу-тотықсыздану және гидролитикалық ферменттер (оксидаз, оксигеназ, дегидрогеназ, гидролаз және т.б.) қатысуымен жүретін реакциялар болып табылады. Ластаушы заттарды биодегидратациялау үрдісінің жүруіне қолайлы температура 25–30 °С құрайды.

Заттардың микробиологиялық трансформациясының жылдамдығы оның химиялық қасиеттері мен құрылымына ғана байланысты емес, сонымен қатар микробты ортаның метаболиттік мүмкіндігіне, популяцияның өсу фазасына, жергілікті жерге және микробты ортаның түр құрамына да байланысты болады. Ластаушы заттың микробиологиялық трансформация жылдамдығының константасы оның сілтілік гидролизінің жылдамдық константасымен сипатталады:

$$\lg k_B = a + b \cdot \lg k_{OH}.$$

Бұл сілтілік гидролизге ұшыраған заттардың микробиологиялық трансформациясындағы гидролитикалық үрдістердің орнын көрсетеді.

Ластаушы заттардың биодегидратация үрдістеріне көптеген факторлар – жарық, O_2 судағы мөлшері, қоректік заттар, кофакторлар (реакцияны жүзеге асыратын ферменттерге қажетті ақуыз емес заттар) әсер етеді.

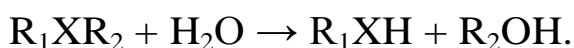
Химиялық өздігінен тазалану

Табиғи сулардағы ластаушы заттарды қайта бөлу үрдістері олардың химиялық трансформациясымен жүреді. Бұл жағдайда заттардың трансформациясы еріген күйде де, сорбирленген күй-

лерінде де жүзеге асуы мүмкін. Табиғи сулардағы ластаушы заттардың гидролиз, фотолиз және тотығу үрдістерінің нәтижесінде трансформациясының кинетикасының ерекшеліктерін қарастырамыз.

Гидролиз

Көптеген ластаушы заттар қышқылды-негіздік айналуларға қатысады. Гидролизге эфирлер мен карбонды және әртүрлі фосфоркұрамды қышқылдардың амидтері ұшырайтыны белгілі. Мұндай жағдайда су реакцияда еріткіш ретінде ғана емес, реагент ретінде де қатысуы мүмкін:



Гидролиз реакциялары каталитикалық емес, сондай-ақ табиғи суларда еріген қосылыстардың катализаторы ретінде де қатысуы мүмкін. Карбон қышқылдарының күрделі эфирлері гербицидтері ретінде кең қолданылады, олардың гидролизі кезінде сәйкес карбон қышқылы мен амин түзіледі. Гидролиз карбамин қышқылының (HO–C(O)–NH₂) туындыларының азот атомының орынбасары немесес HO-тобына тән. Гидролиз нәтижесінде C–O және N–C байланыстары үзіледі (1.23 кесте).

Жоғары инсектицидті белсенділікке ие фосфорорганикалық қосылыстар жеңіл гидролизденеді. Фосфор қышқылының эфирлері мен амидтері фосфор қышқылына дейін гидролизденеді. Фосфаттарға қарағанда тиофосфаты гидролизге тұрақты. Кейбір фосфорорганикалық инсектицидтердің гидролиздену уақыты 1.20 кестеде көрсетілген.

Сорбирленген күйдегі заттардың гидролиз жылдамдығының константасы гомогенді сулы ортадағы аналогты үрдістердің жылдамдығынан ерекшеленеді. Сәйкесінше сорбирленген күйдегі ластаушы заттардың мөлшері аз болатын ашық сулы нысандарда седиментарлы бөлшектердің гидролитикалық трансформацияға өтуін ескермеуге болады.

1.23 кесте – Фосфорорганикалық инсектицидтердің гидролизінің жартылай периоды

Инсектицид	$\tau_{1/2}$
Фосмет	7,1 сағ
Диалифор	14,0 сағ
Малатион	10,5 тәулік
Дикаптон	29 тәулік
Диметилпаратион	53 тәулік
Паратион	130 тәулік

Фотолиз

Ластаушы заттардың фотолитикалық айналулары табиғи суларда күн сәулесінің ультратфиолетті құраушысының әсерімен жүзеге асады.

Жер бетіне толқын ұзындығы > 300 нм болатын жарықтар жетеді, мұнда УФ-шашырау қарқындылығы озон қабатының қалыңдығына байланысты және табиғи да, антропогенді факторлардың әсерінен де айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Күн сәулелерінің жалпы ағынында УФ-құраушыларының мөлшері аз болғандығына қарамастан химиялық айналуларда толқын ұзындығы < 350 нм болатын көптеген ластаушы заттар қатысады.

Тотығу

Табиғи суларда ластаушы заттардың тотығу үрдістері екі түрде болуы мүмкін:

1) тотықтырғыш ретінде тотыққан формадағы металл иондары қатысады (Fe^{3+} , Mn^{4+} , Cu^{2+} және т.б.). Бұл үрдістер лигандалы және тотықсыздандырғыш қасиеттерге ие ластағыш заттарға тән.

2) ластаушы заттарды тотықтыру барысында бос радикалдар мен басқа реакцияға қабілетті бөлшектер қатысады.

Айнымалы металдардың иондары арасында табиғи суларда каталитикалық қасиеттерді мыс иондары мен кешендері, сондай-ақ темір гидроксидінің микроколлоидты бөлшектері көрсетеді.

Табиғи сулардың өздігінен тазалану редокс-каталитикалық үрдістері электронды-донорлы қасиеттерге ие ластаушы заттардың трансформациясымен ғана шектеліп қоймайды. Фотохимиялық реакциялармен қатар O_2 , H_2O_2 қатысында жүретін редокс-каталитикалық үрдістер табиғи суларда аралық белсенді бөлшектердің, атап айтқанда бос радикалдардың түзілуіне алып келеді. Осылайша, табиғи сулардың өздігінен тазалану жүйесі бір жағынан ортаның параметрлерінің арасында функционалды тәуелділікпен, екінші жағынан ластаушы заттардың физика-химиялық қасиеттерімен сипатталуы мүмкін.

Ластаушы заттардың қасиеттерін біле отырып олардың қоршаған ортада трансформациялану жолдарын болжауға болады, ал табиғи сулардың параметрлерін біле отырып ластаушы заттың су тоғанына түсіретін салмағын бағалауға болады.

1.2.3.1-1.2.3.6 бөлімдеріне әдебиеттер:

- Справочник химика, 2012. 2 изд., т.3, М.-Л., 1964, с. 740
- Голдовская, Л. Ф., 2007. Химия окружающей среды / Л. Ф. Голдовская. – М.: Мир, 294 с.
- Гусакова, Н.В., 2005. Химия окружающей среды. Серия «Высшее образование». – Ростов-на-Дону: Феникс., 2005, 192 с.
- Драйвер Дж., 1985 Геохимия природных вод. – М.: Мир, 432 с.
- Линник П.Н., Набиванец Б.И., 1988. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – Л.: Гидрометеиздат, 271 с.
- Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. 2002. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 334 с.
- Скурлатов Ю.И., 1999. Введение в экологическую химию. – М.: Высш. шк., 410 с.
- Тарасова, Н.П., Кузнецов, В.А. и др., 2002. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. – М.: Мир., 368 с
- Тинсли, И. 1982. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. М.: Мир., 281 с.
- Трифонов К.И., Девисилов В.А., 2007. Физико-химические процессы в техносфере.
- Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеиздат, 1988. -271 с.
- <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3020.html>

1.2.3.7 ӘЛЕМДЕГІ, ЕУРОПАДАҒЫ, НОРВЕГИЯДАҒЫ; ОРТА АЗИЯ МЕН ОРТА АЗИЯДАҒЫ ТАБИҒИ СУЛАРДЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

1.2.3.7.1 ӘЛЕМДЕГІ ТАБИҒИ СУЛАРДЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

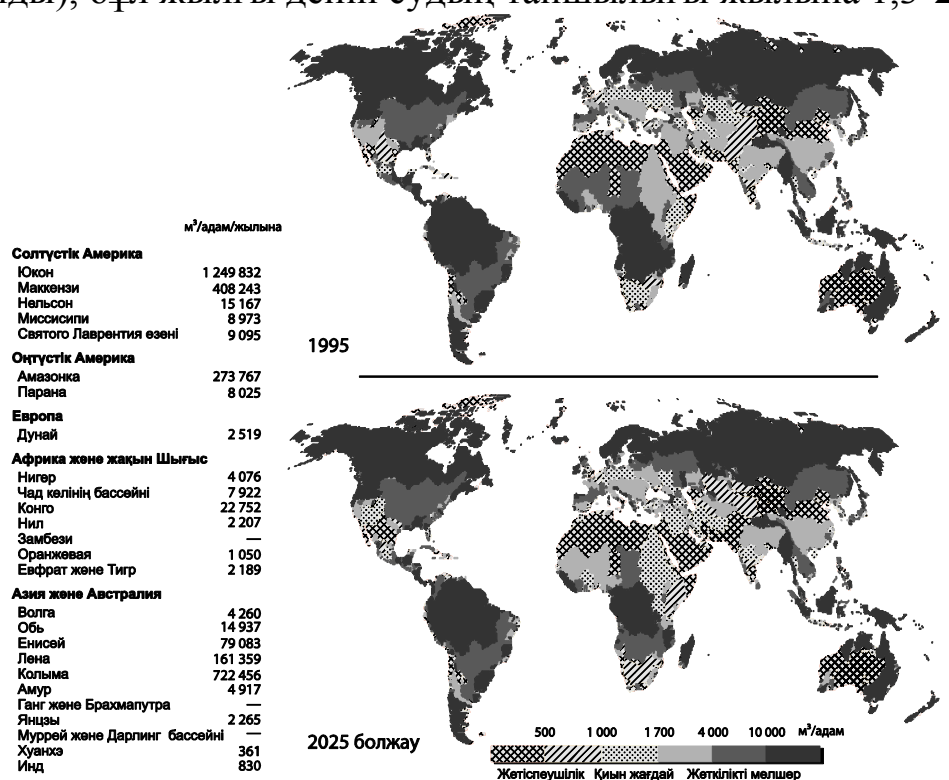
Әлемдегі адам заттың тұтынуына болатын таза судың жалпы мөлшері жылына 12 500 км³-ден 14 000 км³ дейін деп саналады. (Hinrichsen et al., 1998; Jackson et al., 2001). Африканың, жақын Шығыстың, шығыс Еуропаның кейбір елдерінде су ресурстарының қол жетімді мөлшері орта есеппен төмен көрсеткішті көрсетеді.

Халық мөлшерінің жылдам өсуіне байланысты таза судың мөлшері жер шарындағы халыққа есептегенде 1970 жылы 12 900 м³ төмендеді, 1990 жылы 9000 м³-қа, 2000 жылы 7000 м³-қа төмендеді (Clarke, 1991; Jackson et al, 2001; Shiklomanov, 1999). Азияның,

Африканың, Орталық және Оңтүстік Еуропаның халық тығыз орналасқан жерлерінде жан басына шаққанда таза судың мөлшері жылына 1200 м³ тан 5000 м³ құрайды. (Shiklomanov, 1999).

Таза судың мөлшері есептеулерге сәйкес таза судың мөлшері жан басына шаққанда 2025 жылы 5100 м³ дейін төмендейді. Судың бұл мөлшері әр адамның тұтыну мөлерін қанағаттандырар еді, егер бұл мөлшерді әлемнің барлық тұрғындарына теңдей бөлмегенде (Shiklomanov, 1999). 1.32 суретте халықты таза сумен қамтамасыз ету мөлшерінің өзгеруін көрсетеді, бұл көрсеткіш суды тұтыну мөлшерінің теңдей бөлінбеген жағдайында және тұрғындарының өсу көрсеткішін ескермегенде есептелген.

XXI ғасырдың ортасында тұщы судың мәселесі өткір мәселердің бірі болып табылады. ООН мәліметтері бойынша [Бүкіл әлемдік су күні. http://www.cawater-info.net/all_about_water?p=1332], бүгінгі күні судың тапшылығы, ауылшаруашылық және өндірістік қажеттіліктерді ескергенде, жылына 230 млрд. м³ құрайды. 2025 жылға жер шарының 3,2 млрд. тұрғындары ауыз судың тапшылығын сезінеді. (< 1000 мг/л тұзқұрамды), бұл жылғы дейін судың тапшылығы жылына 1,3-2,0

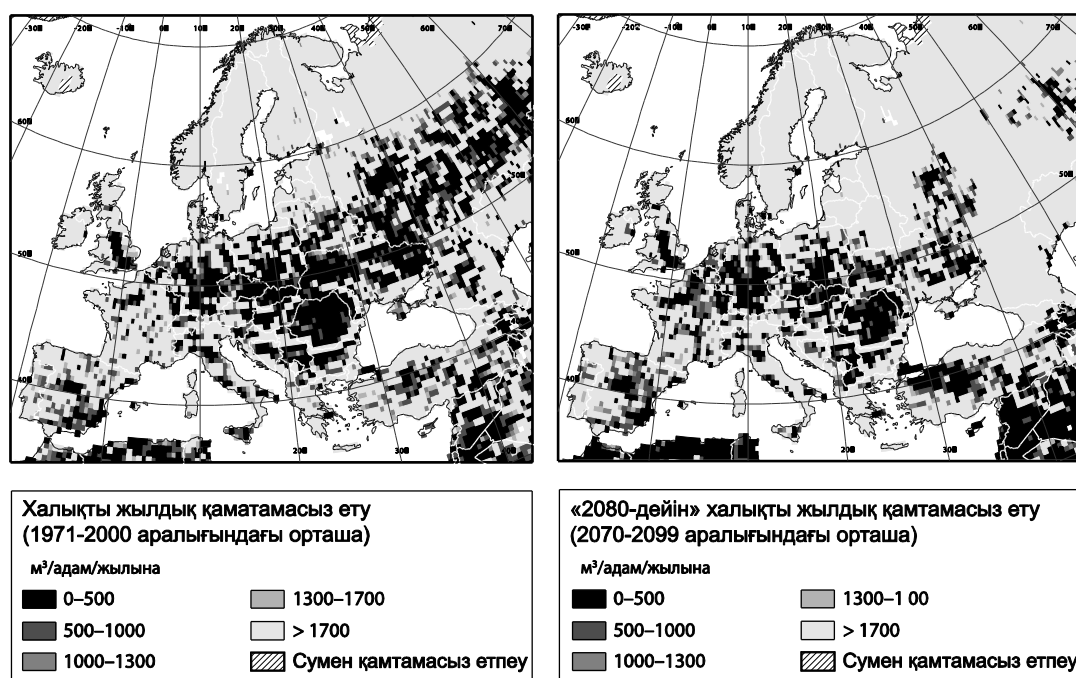


1.32 сурет. тұрғындардың басына шаққандағы сумен қамтамасыз етудің өзгеруі, м³ (Grid Arendal, 2000).

трлн. м³ құрайды. Ал 2025 жылы ЮНЕСКО, 60 елде 7 млрд. адам немесе 48 ел тұщы судың жетіспеушілігінен зардап шегеді.

1.2.3.7.2 ЕУРОПАДАҒЫ ТАБИҒИ СУДЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Суды тұтынуды теңдей бөлмеу, урбанизация және климаттың өзгеруі Еуропа тұрғындарын таза сумен қамтамасыз етуге әсерін тигізеді. 1.33 суретте 2070-2099 жылдарға арналған имитациялы моделдеуді бағалаудың нәтижелері көрсетілген. Суретте көрсетілгендей, кей аудандар суды көп мөлшерде алады, ал кей аудандар сумен аз қамтамасыздандырылады.

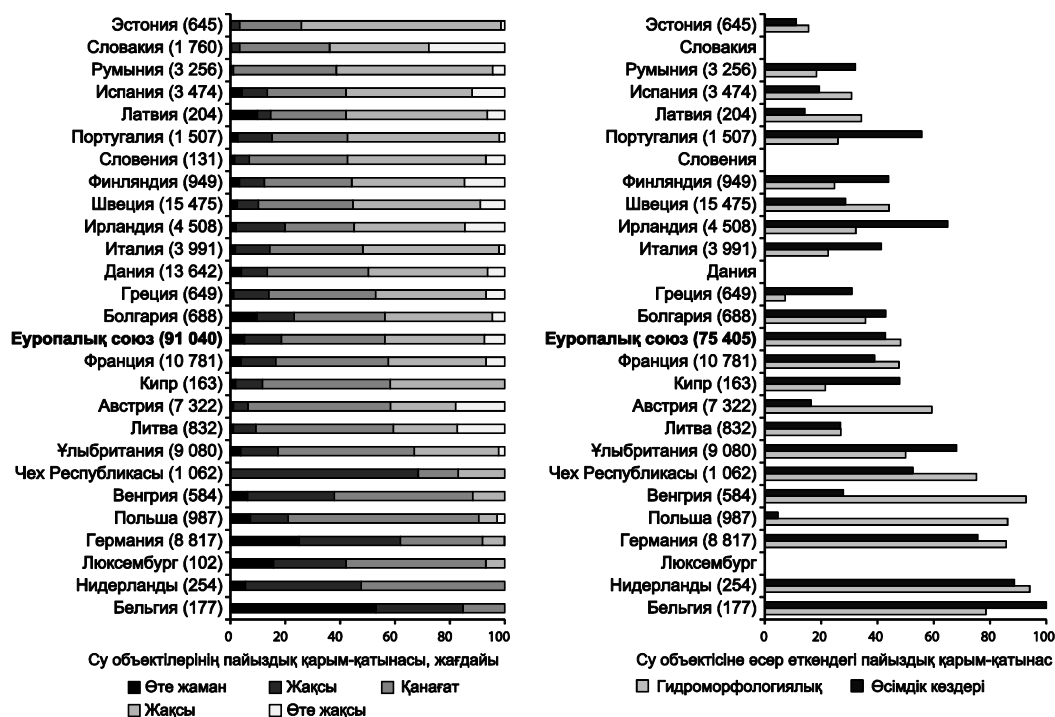


1.33 сурет. Халықты сумен қамтамасыздандыру дәрежесінің өзгеруі (ЕЕА, 2011).

ЕЕ су жүйесінің Директивасы Еуропадағы судың сапасына айтарлықтай әсер етеді және болашақта да судың сапасын жақсартуға қатысты жұмыстар жүргізеді. 1.34 суретте 2012 жылға арналған еуропа елдеріндегі судың сапасы көрсетілген.

ЕЕ су жүйесінің Директивасымен біршама нәтижелерге қол жеткізілгенімен алға қойылған мақсаттардың барлығы бірдей қол жеткізілген жоқ. Шашыраңқы және дәл ластаулар бұрынғысынша сулы ортаға өз салмағын түсіруде, ЕЕ елдерге сәйкесінше 38% және

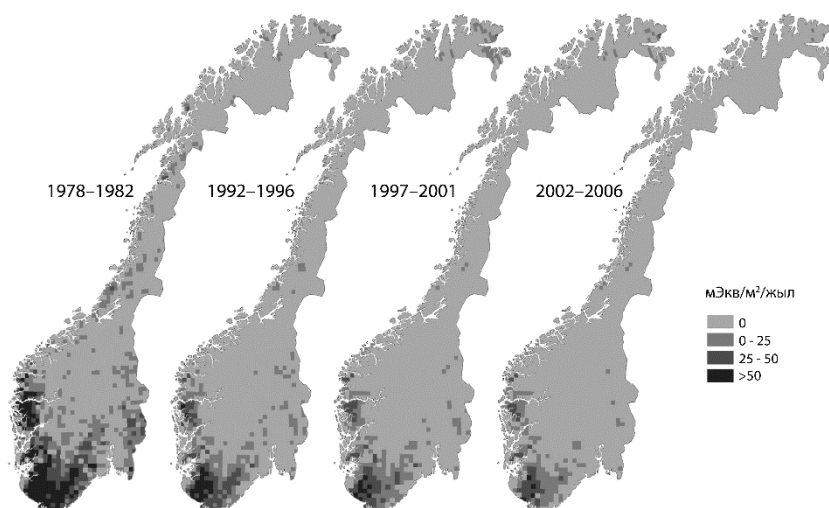
22% келеді. Биогенді заттардың ауырлықты шамадан тыс артық түсуінен орын алған эвтрофикация (су көздерінің бітелуі), су көздерінің негізгі мәселесі болып қалып отыр, ЕЕ мүше 17 елде ірі су нысандарында биогенді заттар ~30% құрайды. Еуропада елдерінде ағызынды суларды тазалау деңгейінің айтарлықтай айырмашылығы бар, бұл еуропа елдеріндегі судың ластану дәрежесіне айтарлықтай әсер етеді. ЕЕА(2011) хабарлағанындай Еуропаның оңтүстік – шығысында ағызынды сулардың жағдайы қанағаттанарлықтай емес.



1.34 сурет. Еуропадағы су нысандарындағы судың сапасы (ЕЕА, 2012).

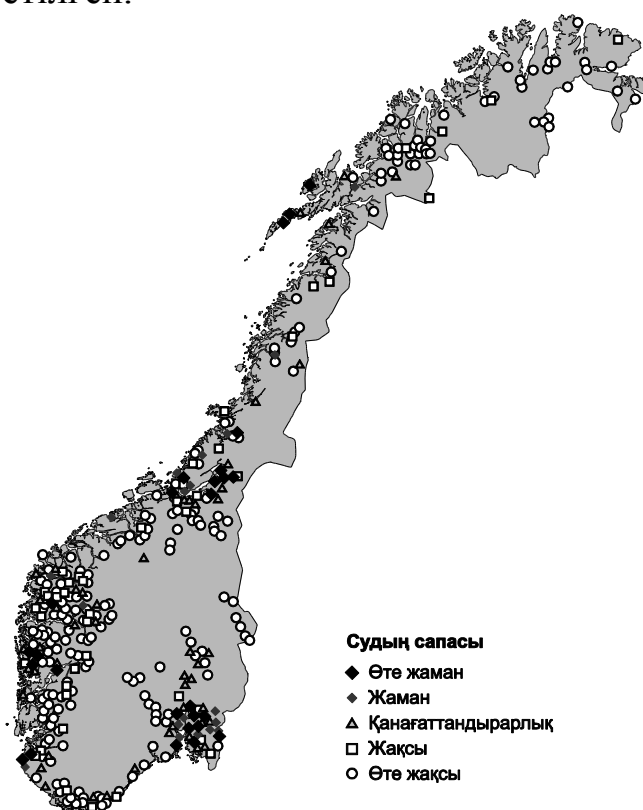
1.2.3.7.3 НОРВЕГИЯДАҒЫ ТАБИҒИ СУЛАРДЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Жалпы алғанда басқа Еуропа елдеріне карағанда Норвегияда су көздері біршама аз мөлшерде ластанған, ол қалалық ағын сулармен ластанған. Бұл басқа да Еуропа елдері сияқты Норвегиядағы көп жылдық өндірістік іс-қимылдардың нәтижесінде сулардың қышқылдану басты проблемасы болып табылады. 1.35 суретте көрсетілгендей, суды тазалау әдістерінің жақсы жолға қойылғандығы нәтижесінде Норвегияда судың сапасы жылдан жылға жақсарып келеді. Сондай-ақ табиғи аймақтық норвеждық акваторийлардың сақтау да айтарлықтай үлес қосуда.



1.35 сурет. Норвегиядағы судың қышқылдануы (NIVA 2010).

Эвтрофикация (су көздерінің бітелуі) 70-ші жылдары негізгі қауіптердің бірі болды, бірақ ағызынд сулады тазалауға бөлінген қаржылардың және ауыл шаруашылық секторын қаржыландыру нәтижесінде эвтрофикация қауіптерін жоюға септігін тигізді. Алайда кейбір мәселелі аймақтар кездеседі, бұл аймақтар 1.36 суретте нүктелермен көрсетілген.



1.36 сурет. Норвегиядағы өзендер мен көлдердегі судың сапасы; фосфаттар туғызған эвтрофикация (SSB, 2009).

1.2.3.7.4 УКРАИНАДАҒЫ ТАБИҒИ СУЛАРДЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Украинаның су ресурстарын жер беті және жер асты сулары құрайды

Ірі өзендерге Дунай, Тиса, Днестр, Южный Буг, Днепр, Припять, Десна, Северский Донец, Западный Буг жатады.

Украинаның аймақтарының әртүрлі табиғи-климаттық жағдайларына байланысты оларды сумен қамтамасыз ету мәселелері бассейнаралық су ресурстарын қайта бөлу арқылы шешіледі, яғни Солтүстік Қырым және Кахов магистралды каналдар жүйесін, Днепр-Донбасс және Днепр-Ингулец каналдарын, облыс аралық, аудан аралық және шаруашылық аралық су реттеуші және су тасымалдағыш жүйелерін пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Украинадағы бағытталатын су жүйесінің үлкен бөлігі жалпы көлемі $43,8 \text{ км}^3$ және пайдалы аумағы $-18,5 \text{ км}^3$ болып келетін Днепр каскадының су қоймасына тиесілі. Днепр каскадының барлық алты су қоймасы комплекстік маңызға ие. Днепр су ресурстары нәтижесінде Крымдағы сумен қамтамасыздандыру айтарлықтай жоғарылады (Крымда 3 есе, Херсонда 5,5 есе, Кировоградскийде 2,5 есе, Днепропетровскийде 3 есе).

Бүгінгі таңда халық пен экономика саласының суға қажеттілігі 20 км^3 -дей құрайды. Негізгі су тұтынушылар ретінде кәсіпорын саласы - 36%, ауыл шаруашылығы - 41%, коммуналды шаруашылық - 23% болып табылады.

Украинаның мамандандырылған ұйымдары жер беті суларының сапасын негізгі су жинақтайтын аудандарда 50 су көздерінде, 78 құбырларда қадағалап отырады.

Украинадағы жер бетіндегі судардағы радионуклидтердің мөлшері, сондай-ақ Ровенск, Хмельницк, Оңтүстік-Украиналық және Запорож атом электростанцияларының әсер ететін аймақтарында және су жинақтаушыларында жылдан жылғы судың мөлшері азаюда.

Төменде негізгі су нысандары – ауыз сусен қамтамасыздандыру көздері – Украинаның негізгі өзендерінің бассейндері туралы гидрохимиялық жағдайы туралы мәліметтер келтірілген.

Днепр өзенінің бассейні

Днепр өзені Украинаның ірі өзені болып табылады, су жинау бассейнінің ауданы Украина бойынша $291,4 \text{ мың. км}^2$ құрайды. Днепр бассейні аумағында және елдің оңтүстік және оңтүстік-шығыс

бөліктерінде ірі кәсіпорын орталықтарын сумен қамтамасыздандыратын негізгі су көзі болып табылады.

Днепр су қоймаларының бассейнінің каскады мен су көздерінің гидрохимиялық жағдайы соңғы жылдары нашарлады. Шаруашылық-ауызсу саласындағы су сапасының көрсеткіштері оттегіні химиялық тұтыну (ОХТ) және оттегіні биохимиялық тұтыну (ОБТ) (органикалық қосылыстардың мөлшерін көрсетеді), темір, марганец және судың түсіне байланысты нормативті көрсеткіштерге сай келмейді. Судағы фосфат мөлшерінің артуы тұрақты байқалады, бұл мемлекеттің су ресурстарына түсірген техногенді салмақтың әсері болып отыр. ОБТ артуы қалалар мен өнеркәсіптәк кәсіпорындардың тазалау құрылғыларының дұрыс жұмыс істемеуін куәландырады. Днепр каскадының су қоймаларының ішіндегі Киев су қоймасында биогенді ластану орын алып отыр, оның суының сапасына және Канаев су қоймасының жоғарғы жағына Припять өзенінің суы айтарлықтай әсер етеді, бұл өзенге Белорусь территориясынан келетін Полесьютің лас суы келіп құяды.

Зертханалық бақылаулар көрсеткендей Украинаның астанасы – Киев қаласының аумағында орналасқан Днепр өзенінің гидрохимиялық жағдайы орташа және де соңғы бес жылда айтарлықтай өзгеріске ұшыраған жоқ.

Днепр өзенінің және оның ағыстарының және жоғарғы су қоймаларының гидрохимиялық жағдайы орта су қойма суларына, әсіресе ластаушы өндірістік заттардың басым бөлігі жинақталатын Кременчуг су қоймасы әсер етеді. Зертханалық өлшеулер бойынша бұл су қоймасында марганец, темір мөлшері, сонымен қатар судың жоғары органикалық ластануы байқалады. Бірнеше ірі қалаларды ауыз сумен қамтамасыз етіп отырған Кременчуг су қоймасында суда еріген оттегі мөлшері жылдан жылға азайып барады, ал марганец пен жалпы темірдің мөлшері артуда, жалпы алғанда судың органикалық ластануы сақталып отыр.

Десна өзенінің бассейні

Днепр өзенінің негізгі ағысы Десна өзені болып табылады, бұл өзеннің суы Днепр суына қарағанда жәй ағады, төмен ОХТ және жоғарғы ОБТ₅ көрсеткіштерімен сипатталады.

Жалпы алғанда Десна өзенінің гидрохимиялық жағдайы соңғы жылдары ешқандай өзгеріссіз, алайда Десна өзенінің суында жалпы темір мен марганецтің мөлшері жоғары болып келеді, бұл жағдай өзеннің суының өзіндік ерекшелігімен түсіндіріледі, яғни өзен сулары

бұл элементтерге Украинаның гранитті кристалды түрлерінен және орманды жермермен ағып өткенде қанығады.

Деснаның төменгі ағысында Киев қаласының су қоймасындағы су сапасына Канаев су қоймасы айтарлықтай әсер етеді. Бұл қоймадағы су Десна мен Днепр өзендерінің қоспасы болып келеді. Жалпы алғанда Киев қаласындағы Деснян су қоймасындағы судың гидрохимиялық сапасы шаруашалық-ауызсуға қойылатын барлық талаптарға сәйкес келеді, алайда судың түсі мен ОХК көрсеткіштері қойылатын талаптарға жауап бермейді.

Днестр өзенінің бассейні

Днестр өзені Украинадағы суы жағынан екінші орынды алады, су жинақтаушы жалпы аумағы 72,9 мың км² құрайды, сонымен қатар Украинадағы көлемі 53,5 мың км² тең.

Днестр өзенінің бассейндегі экологиялық жағдай соңғы жылдары айтарлықтай нашарлады, бұл осы айтақтағы ауыл шаруашылық және өнеркәсіптік өндірістердің қатарын сиретті.

Днестр өзенінің төменгі ағысында (Иваново-Франковск және Черновицк облыстары) судың сапалық көрсеткіштері меншікті мүмкін концентрациядан аспайды, тек органикалық ластаушылар мөлшері Галич қаласының бақылау су құбырында осы көрсеткіштен артық болып отыр.

Оңтүстік Буг өзенінің бассейні

Оңтүстік Буг өзені Қара теңіз мұхиты өзендерінің бассейніне жатады. Өзен ұзындығы 806 км, су жинағыш аумағы 63,7 мың км².

Оңтүстік Буг өзенінің сулары түсі жағынан әсіресе жаз мезгілінде жоғары көрсеткіштерге ие (1000 градусқа дейін) болып келеді. Сонымен қатар Оңтүстік Буг бассейнінің сулары рН пен ОБТ₅ бойынша да жоғарғы көрсеткіштер көрсетеді.

Оңтүстік Буг өзенінің ең ластанған бөліктері Хмельницк және Винницк облыстарының аумағы болып саналады, мұнда өзен суы органикалық қосылыстармен ластанған.

Хмельницк облысында азот тобының биогенді қосылыстарының мөлшері шаруашылық-ауыз суға пайдаланатын су қоймалар үшін ШМК көрсеткіштерінен төмен болып келеді, алайда кей жерлерде аммонилі азот бойынша ШМК көрсеткіші жоғары көрсеткіш көрсетеді.

Оңтүстік Буг жоғарғы суларында ауыр металл тұздарының концентрациясы, жалпы темір мен марганецті ескермегенде, шаруашылық-ауыз су қоймаларында нормалардан аспайды. Суда хром мен кадмий анықталған жоқ.

Батыс Буг өзенінің бассейні

Батыс Буг бассейндегі су сапасын мониторингілеу нәтижесі судың гидрохимиялық сапасы жылдан жылға нашарлап бара жатқандығын көрсетті, әсіресе Львов облысы аумағында бұл мәселе өткір болып отыр. Фосфаттар, жалпы темір және ОБҚ₅ мөлшері ШМК көрсеткіштерінен артық.

Өнеркәсіптік және коммуналды кәсіпорындардың (Добротворск ЖЭС) тазалау құрылғыларының тиімді жұмыс істемеуі нәтижесінде ластанған суларын, Львов, Каменка-Буг, Сокаль қалаларының су құбыр-канализациялық кәсіпорындары тазаланбаған және жеткілікті түрде тазаланбаған ағызынды суларын Батыс Буг өзеніне ағызу көлемі артып отыр.

Солтүстік Донец өзенінің бассейні

Солтүстік Донец өзенінің бассейні екі мемлекет - Ресей Федерациясы мен Украина аумағында орналасқан. Бассейннің жалпы аумағы 98,9 мың км² құрайды, оның Украинадағы көлемі 54,5 мың км² (55%) тең.

Су сапасының азғана өзгеруі мерзімдік сипатқа ие. Органикалық заттар мен мұнай өнімдерінің, кермектіліктің, рН мөлшерлерінің белгілеген нормативтерден артып кеткені анықталды.

Солтүстік Донец өзені су ресурстарының сапасы бойынша судың минерализациясы, хлоридтер мен сульфаттар мөлшерінің артуы қиын мәселе болып отыр.

Солтүстік Донец бассейніне Уда, Казенный, Торец, Лугунь және Приазовск және Днепр өзендерінің бассейн сулары келіп құйылғаннан кейін өзен суының органикалық қосылыстар мен тұз тастандыларымен ластанатыны белгілі болды. Бұл жағдай қалалар мен су тұтынушы кәсіпорындардың ағызынды суларды жеткілікті түрде тазаламайтындығымен түсіндіріледі. Сонымен қатар Приазовск өзенінің сулары табиғатынан тұзды болып келеді.

Закарпатье өзендері

Тиса өзені Дунай өзенінің сол жақтағы ірі ағысы болып келеді.

Закарпатье су нысандарының сапасы гидрохимиялық және радиологиялық өлшеулер нәтижелері бойынша соңғы жылдары ешқандай өзгеріссіз қалып отыр. Су сапасы санитарлық нормалар бойынша барлық талаптарға жауап береді. Шаруашылық-ауыз су қоймаларында жалпы темір мен марганец мөлшері бойынша ғана нормативтерге сәйкес келмеу байқалады.

Дунай өзенінің бассейні

Дунай өзенінің бір бөлігін пайдалану, әсіресе оның оңтүстік-батыс регионның пайдалану Украина үшін маңызды. Дунай өзенінің суларының сапасы гидрохимиялық көрсеткіштер бойынша тұрақты деуге болады. Тек жаңбырлы мерзімде суда ұшқыш заттардың мөлшері артатыны анықталды. Судың трансшекаралық бөлігі, яғни Рени қаласының су қоймасындағы су сапасы судың соңғы бөлігіндегі (Вилково қаласы) су сапасынан ешқандай айырмашылық көрсетпейтінін атап өтуге болады. Бұл Дунай өзенінің су сапасы ағыстан жоғары жақта (Украинадан тыс) қалыптасқанын білдіреді.

1.2.3.7.5 БЕЛАРУСЬ РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНЫҢ ЖАЛПЫ КҮЙІ

Су нысандарының жағдайы мен олардың ластану деңгейі негізінен судың ластану индексі (СЛИ) – еріген оттегі - есептеуде қолданылатын ластанушы заттардың; нитритті азоттың, фосфатты фосфордың және ОБҚ₅ нормаларының орташа жылдық концентрациясымен бағаланады. Еріген оттегі мен мұнай өнімдерінен басқа атылған көрсеткіштер Шығыс Еуропада, Кавказда және Орталық Азияда судың сапасын бағалауда қолданылатын экологиялық көрсеткіштер болып табылады. Бұл көрсеткіштерге қосымша минералды азоттың нитратты формасы анықталады.

Беларусияда өзен суларының сапасының негізгі стандартына балық шаруашылығы су нысандарына арналған химиялық заттардың шекті мүмкіндік концентрациясы (ШМК) жатады. Өзен суларының органикалық заттармен ластануын бағалау үшін ОБҚ₅ шамасы үшін шекті мүмкіндік концентрациясы қабылданған, ол 3,00 мгО₂/дм³.

Беларусияда жер беті суларын мониторингілеу жүйесі жолға қойылған. Батыс Двин, Неман, Батыс Буг, Днепр мен Припять өзендерінің 153 су нысандарында үнемі бақылаулар жүргізіліп отырады. Сонымен қатар, мемлекеттік шекара бойында орналасқан 35 трансшекаралық су нысандары да тексеріліп отырады. Жекелеген су нысандарында радиациялық бақылаулар жүргізіледі.

Беларусияда ағызынды сулардың негізгі бөлігі өзендерге ағызылады. Ағызынды сулардың көлемі 990 млн. м³ (жаңбыр суларын есептегенде) құрайды. Ағызынды сулардың басым бөлігі тұрғын үй-коммуналды шаруашылығына тиесілі (60%), кәсіпорын және ауыл

шаруашылығы– сәйкесінше 16 и 24% құрайды. Ағызынды сулармен қатар өзендерге жыл сайын органикалық заттар (ОБК₅ бойынша), аммонийлі азот, нитритті азот, фосфатты фосфор сәйкесінше 7930, 5390, 200 және 1120 т мөлшерде тасталынып отырады.

Чернобыль АЭС жарылуы нәтижесінде ластанған Беларусияның аумағынан ағып өтетін мына 6 өзендерде радиациялық мониторинг жүргізіледі: Днепр, Припять, Сож, Ипут, Бесед, Төменгі Брагинк, сонымен қатар Игналинск АЭС мұздатқышы болып табылатын Дрисвят өзенінде де тексеру жүргізіледі.

Бақыланатын өзендердегі, Төменгі Брагинктен басқасы, цезий-137 және стронций-90 судағы концентрациялары гигиеналық нормативтерден айтарлықтай төмен, Республикадағы ауыз суға қойылатын талап бойынша (РДУ-99 цезий-137 үшін – 10 Бк/дм³, стронций үшін -90 – 0,37 Бк/дм³) құрайды.

Бір бөлігі Чернобыль АЭС ағып өтетін Төменгі Брагинк өзенінің суларында радионуклидтердің мөлшері басқа өзендерге қарағанда жоғары болып келеді. Стронций-90 жоғарғы мөлшері жаңбырлы маусымда Чернобыль АЭС маңында орналасқан кіші өзендердің суында кездеседі.

Чернобыль АЭС маңында орналаспаған кіші және орташа өзендердің суларының сапасы бір қалыпты. Стронций-90 орташа жылдық концентрациясы төмендеп отыр. Бұл элементтің концентрациясының жоғарылауы жылдың жаңбырлығымен және еріген қар суы мен жаңбырдың оны су қоймаларынан жуып алып кетуімен байланысты.

1.2.3.7.6 ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Еуразия континенті елдерінің ішінде Қазақстан су тапшы болып келетін елдердің қатарына жатады. Ауыл шаруашылық Министрлігінің су ресурстары Комитетінің мәліметтері бойынша меншікті сумен қамтамасыздандыру 1 км²-ге 37 мың м³ және 1 адамға жылына 6,0 мың.м³ суды құрайды.

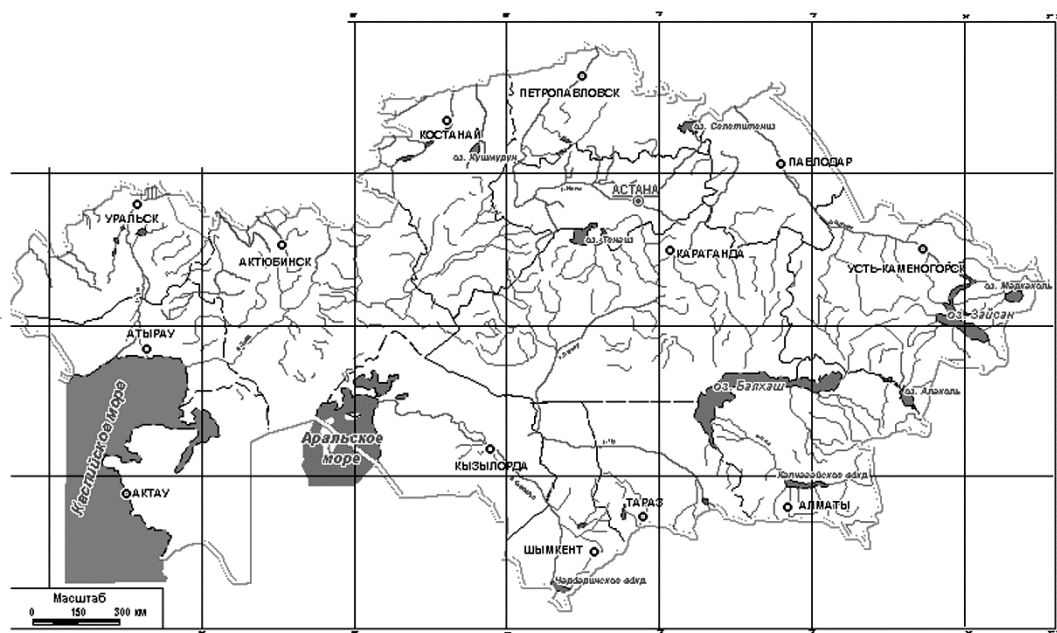
2009жылдың мамыр айында Орта Азия елдерінің алдыңғы қатарлы сарапшыларының CARNet-РЭЦЦА (Орта Азияның аймақтық экологиялық орталығы) Меморандумы аясында дайындалған ақпаратты-талдау шолуының негізінде су ресурстарының тек 56,5 км³

ғана республикалар аумағында жинақталады, ал қалған 100,5 км³ көлемі көрші мемлекеттерден келіп түседі (Өзбекстан, Қытай, Қырғызстан, Ресей).

Қазақстанда экожүйелердің өздігінен қалпына келу қабілеті антропогенді ауырлықтан ондаған есеге төмен екендігі анықталды. Нашар климаттық өзгерістер, трансшекаралық әсердің өсуі, су ресурстарын рационалды пайдаланбау, техногенді қалдықтардың әсерінің қарқынды өсуі, ескі технологияларды қолдану елдің су шаруашылық секторына айтарлықтай кері ықпалын тигізді. Осы және басқа да негативті факторлардың жиынтығы көлемді әлеуметтік-экологиялық мәселерге алып келеді.

Қазақстанда су шаруашылығының пайда болуы мен дамуы барысында бассейн инспекциясы, ауыл шаруашылығы Министрлігінің су ресурстары комитеті, қоршаған орта Министрлігі, Энергетика және минералды ресурстар Министрлігі және басқа мемлекеттік кәсіпорындар басты рөл атқарады.

Қазақстан су структурасын Арал-Сырдария, Балхаш-Алакөл, Ертіс, Есім (Есіл)6 Жайық-Каспий (Орал-Каспий), Нұра-Сарысу, Тобыл-Торғай және Шу-Талас өзен бассейндері құрайды.



1.37 сурет. Қазақстан Республикасының гидрографикалық торы

Қазақстан Республикасының «Қазгидромет» РМК 2008 жылдың аяғына жасаған жербеті суларының мониторингі бойынша ластанудың «шамалы ластанған» 3 класына жататын су

нысандарының басым екендігі анықталды, мұнда ИЗВ 1,01 ден 2,5 аралықта. Бұл кластың су нысандарына келесі өзендер жатады: Тихая, Брекса, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Деркүл, Тобыл, Тоғызак, Ақ-Бұлақ, Сары-Бұлақ, Кіші Алматы, Текес, Нұра, Қорғас, Шу, Талас, Ақсу, Асса, Бадам, Сырдария (Кызылорда); көлдер: Шалқар, Балқаш, Үлкен Алматы; су қоймалары: Тасөткел және Қапшағай. 2008 жылы зерттелген «таза» су нысандарына мына өзендер жатады - Ертіс, Бұқтырма, Шаған, Оба, Шароновка, Қиғаш, Орал, Есил, Беттыбұлақ, Берқара, Бүгін, көлдер - Қопа, Бурабай, Үлкен Шабакты, Шортан және су қоймалары - Сергеевка, Самарқанд, Вячеславск. Өте ластанған өзен суларына Қара-кенгір өзенінің сулары жатады, мұнда ластану индексі 10 шартты бірлігі құрайды. Су экожүйесінің жағдайын ары қарай жобалау мақсатында сулы ортаның мониторингісі мен қорғау сұрақтарымен айналысатын мамандарды судың ластану индексінің өзгеру динамикасы қызығушытудырады.

1.2.3.7.7 ТӘЖІКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРДЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Тәжікстан Республикасының жербеті өзен суларының сипаттамалық ерекшелігіне әсіресе көктемгі және күзгі маусымдарда су тасқындары мен жаңбырларға байланысты жоғары лайқалық болып табылады.

Лайқалық, жалпы алғанда елдің гидрохимиялық режимі бойынша мәліметтерді Тәжікстан Республикасы мемлекеттік Су Кадастрының бөлігі болып табылатын Гидрометеозықметінің «Жербеті суларының сапасы туралы жыл сайынғы мәліметтері» деп аталатын арнайы сериясында жарияланады. Минерализация (еріген тұздар құрамы бойынша) Тәжікстанда суды ішуге жарамдылығы туралы негізгі көрсеткіш болып табылады (сурет 1.38).

Елдегі нормативтер бойынша минерализациясы бойынша ауыз судың жарамдылығының келесі градациясы қабылданған:

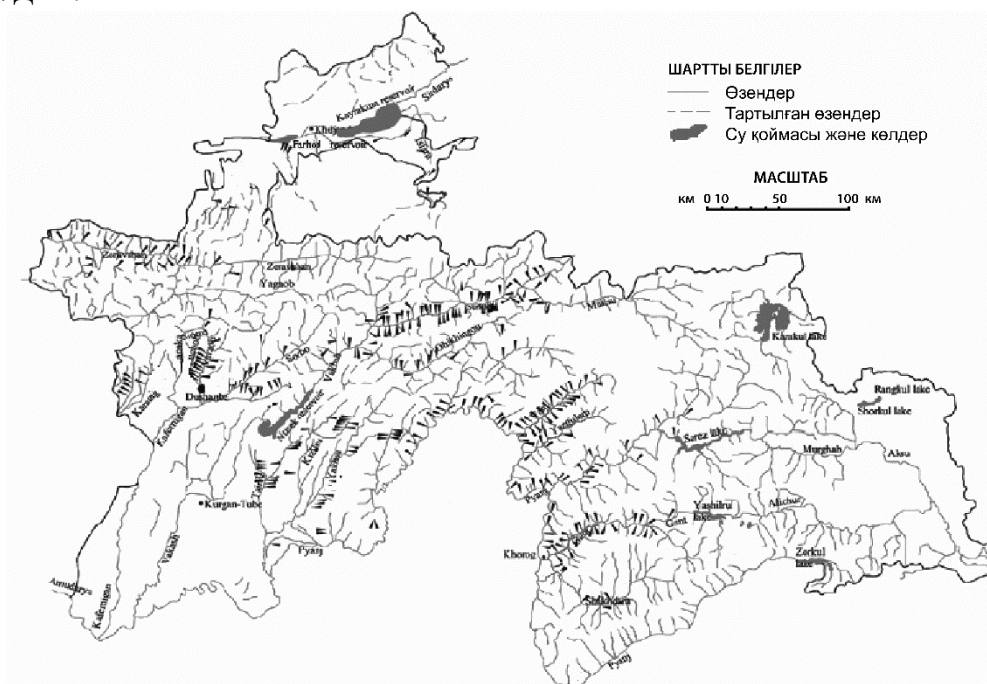
- 0-600 мг/дм³ – жақсы ауыз су;
- 600 - 1000 мг/дм³ – қанағаттанарлық ауыз су;
- 1 - 1,5 г/дм³ – ішуге жарамды су;
- 1,5 - 2,5 г/дм³ – қажет жағдайда ішуге жарамды су;
- 2,5 - 4,0 г/дм³ – амалсыздан ішуге жарамды су;
- более 4 г/дм³ – ішуге болмайтын су.

Орталықтандырылған сумен қамтамасыздандыруға қлоданылатын судың сапасы Мемлекеттік стандартпен

регламенттеледі (ГОСТ 2874-83 – Ауыз су) және жер беті суларын ластанудан қорғау Ережелері. Тәжікстан өзендерінің көпшілігі осы шарттарға бойланысты осы уақытқа дейін жақсы тұтыну сапасына ие болып келеді. Белгілі мезгілде кейбір өзендердің тұтыну сапасы минерализациясының жоғарылауына байланысты жарамсыз болып қалады.

Санэпидстанцияларының нақты мәліметтерін талдай отырып су көздеріндегі (бұлақтар, құдықтар, су құбырлары, ашық су көздері) су сапасы Тәжікстанда мына аралықта екендігін көрсетті:

- сулектік көрсеткіш бойынша 6 дан 8,5 дейін;
- барлық су көздеріндегі хлоридтер бойынша 2,2 ден 170 мг/дм³, соның ішіндесу құбырларында 6 дан 170 мг/дм³, бұлақтарда - 2,2 ден 20 мг/дм³ және бұрғылау орындарында 17 ден 150 мг/дм³ ;
- су құбырларындағы сульфаттар бойынша - 1,3 тен 378 мг/дм³,
- кермектілігі бойынша бұлақ сулары нормадан ауытқымайды, ал су құбырларындағы сулар норма бойынша 4,1 ден 7,2 мг. экв/дм³.



1.38 сурет. Тәжікстан Республикасының гидрографикалық торы.
Мәлімет көзі: Тәжікстан Республикасының мелиорация және су ресурстары Министрлігінің басылымы Душанбе, 2010 ж.

Республикада ішкі су тұтыну құрылымы соңғы жылдары айтарлықтай трансформацияланды: су көлемінің 97 % орташа алғанда жер суаруға жұмсалады, 1% -дайы кәсіпорын

қажеттіліктеріне, шамамен 0,43 % - шаруашылық- ауыз су қажеттіліктеріне, 0,65 % - ауыл шаруашылығын сумен қамтамасыздандыруға. Басқа да су тұтынушы экономика және қызмет көрсету саласына 0,2 % су шығындалады. Ауыл шаруашылық өндірісіне, соның ішінде жер суаруға негізделген су мөлшері ел экономикасында жетекші орын алады. Суармалы жер көлемі 0,74 млн. га (7400 км²) құрайды.

Жалпы алғанда Тәжікстан су ресурстары таза және өте таза деп бағаланады. Соңғы он жылдықта су ресурстарының сапасының айтарлықтай төмендеуі анықталған жоқ, сонымен қатар табиғи су көздеріне ластаушы заттарды тастау үш есеге дейін төмендеді.

Қазіргі таңда су көздерін ластаушы негізгі нысандарға минералданған коллекторлы-дренажды сулар мен тазартылмаған ағызынды сулардың өзендерге құйылуы жатады, ал сондай-ақ ауылды жердерде тұрмыстық қалдықтарды су бассейндерінің жанына ретсіз тастау болып табылады.

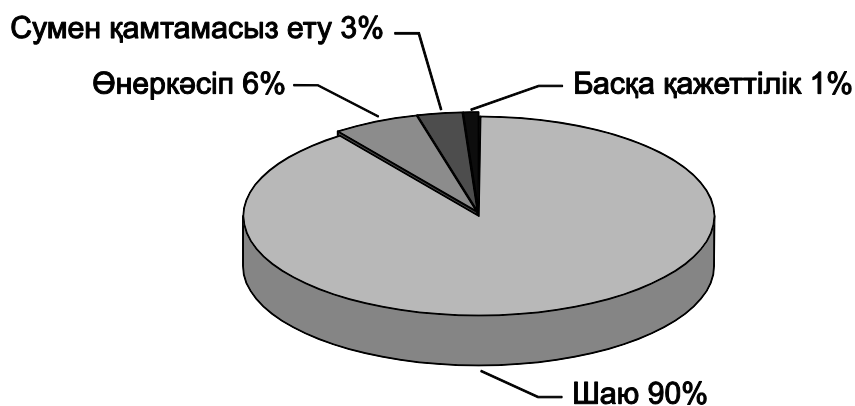
1.2.3.7. 8 ҚЫРҒЫЗСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Қырғызстанда 1998 жылы су тұтынудың максималды көрсеткіштері (13,93 км³/жылына) және суды тұтыну (10,05 км³/жылына) құрады. Алайда келесі жылдары су тұтыну мөлшері 7,5-10 км³/жылына азайды, жерасты суларын пайдалану да жылына 1,0 ден 0,2-0,3 км³ дейін азайды (2013 жылға).

Қырғызстан Республикасында ішкі су тұтыну құрылымы тұрақты – шамамен судың 90% мөлшері орташа алғанда жыл сайын жер суаруға, шамамен 6% - кәсіпорын қажеттілігіне, 3% коммуналды-тұтыну қажеттіліктеріне, оның ішіне қала және ауыл тұрғындарының ауыз суына жұмсалады (сурет 1.39). Орман, балық шаруашылығы, энергетика, басқада экономиканың су тұтынушы секторлары және қызмет көрсету саласы біріге отырып 1% су жұмсайды. Ауыл шаруашылық өндірісі, соның ішінде суармалы жер тұтыну жетекші орын алады. Суарылатын жер көлемі шамамен 1,02 млн. га құрайды.

Жалпы алғанда Қырғызстан Республикасының су ресурстары таза және өте таза деп бөлінеді. Соңғы он жылдықта су ресурстарының сапасының айтарлықтай төмендеуі анықталған жоқ, алайда Шу өзенінің бассейн суының және елдің оңтүстік региондарындағы, атап

айтканда ірі тұрғын үйлер жанындағы су көздерінің ластану нормативі жоғарылап отыр.



1.39 сурет. Қырғызстан республикасының су тұтыну құрлымы

Су ластаушы негізгі нысандарға ауылшаруашылық, кәсіпорындар, канализацияның муниципалды жүйелері мен тұрғындардың тұрмыстық қалдықтары жатады. Табиғи суларды ластаушы мен тұрғындардың өмір сүру шарттарына қауіп тигізуші қоқыстар, тау кен кәсіпорындарының қалдықтары, радиоактивті қалдықтар менауыр металдардың тұздары болып табылады (1.24 кесте).

Су ресурстарының сапасына жағымсыз әсер ететін басты факторларға су қорғау орындары мен жер беті суларының нысандарында ретсіз шаруашылық қызметтерін жүргізу жатады, сонымен қатар су асты көздерін санитарлы қорғаудың қанағаттанарлық емес жағдайы болып табылады.

1.24 кесте. Орталықтандырылған сумен қамтамасыздандыру көздері мен ауыз судың жағдайы

Индикатор	Жерасты суларымен қамтамасыздандыру	Жерүсті суларымен қамтамасыздандыру
Орталықтандырылған су тұтыну бекеттерінің саны	1207	93
Санитарлық талаптар мен ережелерге сәйкес емес су көздерінің %	3,6	18,2
Санитарлық қорғау аймақтарының жетіспеуінен санитарлық нормалар мен ережелерге сай емес су көздерінің %	1,5	3,2
Санитарлық және химиялық индикаторларға тексерілген үлгілер саны	31 953	275

Гигиеналық нормаларға сәйкес емес үлгілердің %	0,2	11,1
Микробиологиялық индикаторларға тексерілген үлгілер саны	2860	163
Гигиеналық стандарттарға сәйкес емес үлгілердің %	6,2	17,1

Қырғызстан Республикасының табиғи суларының көптеген бөлігі елдегі жүйе бойынша таза деп жіктеледі. Соңғы он жылдықта су ресурстарының сапасының нашарлауы белгіленген жоқ.

1.2.3.7.9 РЕСЕЙ ФЕДЕРАЦИЯСЫНЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Ауыз судың сапалық көрсеткіштері адам денсаулығына сапасыз ауыз судың тигізетін жағымсыз әсерін анықтауға мүмкіндік береді, сондай-ақ ауыз су деңгейінің санитарлық талаптарға қаншалықты сәйкес келетіндіген анықтайды.

Ресей Федерациясының су нысандарына жылына 45,5 км³ ағызынды сулар тасталынады, олардың 17,3 км, (32,2%) тазалауды қажет етеді. Ағызынды сулардың 72% ластанған күйде, 17% - тазаланбаған күйде, тек 11% - бекітілген талаптарға сай тазаланған күйде тасталынады. Ресей Федерациясының жер бетілік су нысандарына ағызынды сулармен қатар жыл сайын 11 млн. тонна лаутаушы заттар келіп түседі. Ағызынды суларды ластайтын негізгі нысандарға тұрғын үй-коммуналды шарушылық кәсіпорындары, өнеркәсіптер мен агроөнеркәсіп кешендері жатады, олар жыл сайын жалпы ластанған сулардың 90% тастайды (1.25кесте).

Ресей Федерациясында 2012 жылы тазаланбай тасталынған ағызынды сулардың үлесі 6,78% құрады.

Ресей Федерациясында ластанған ағызынды сулардың 60% тұрғын үй-коммуналды шаруашылық кәсіпорындарына тиесілі. Мұның себебі кәсіпорындардың ескірген тазалау құрылғылары, ағызынды суды тазалаудың ескірген технологиясын қолдану және т.б. жағдайларға байланысты болып отыр.

Кәсіпорындарға ластанған ағызынды сулардың 25% тиесілі. Мұндай кәсіпорындарға целлюлозды-қағаз, химиялық, металлургиялық өндіріс, полиграфиялық шаруашылық, кокс, мұнай өндіру, металлургиялық рудаларды өндіру, сондай-ақ көмір өнеркәсіптері жатады.

Ауыл шаруашылығымен айналысатын жерлерден келетін ағызынды сулар, өндіріс қалдықтары жинақталған нысандардан келетін ағызынды сулар, сонымен қатар трансшекаралық ағызынды сулар су нысандарына жоғарғы деңгейде әсер етеді. Антропогенді

1.25 кесте –Ресей Федерациясының су көздеріне ластаушы заттардың ағызынды сулармен келіп түсуі

Көрсеткіш	1990	2000	2005	2010	2011	2012
Ағызынды суларды тастау көлемі, млрд. км ³	75,2	55,6	50,9	49,2	48,1	45,5
Ағызынды сулардың құрамындағы заттар:						
- сульфаттар, млн. Т	52,9	2,7	2,2	1,9	1,9	2,0
- хлоридтер, млн. Т	55,0	7,3	6,7	6,7	5,4	5,6
- жалпы азот, мың. Т	151,8	41,3	34,5	36,4	34,2	32,0
- нитраттар, мың. Т	77,8	208,5	374,7	366,4	409,9	432,2
- майлар, мың. Т	48,5	15,2	8,1	4,1	3,4	2,9
- фенол, т	264,6	66,6	42,9	28,0	24,5	22,4
- қорғасын, т	144,8	34,9	14,8	9,0	6,4	6,2
- сынап, т	13,9	0,2	0,1	0,02	0,01	0,01

Мәлімет көзі: Ресейдің жыл сайынғы статистикасы. 2013. Стат. сб. – Москва: Росстат, 2013, 68 б.

ластаудың қалыптасқан деңгейі өзендердің, су қоймаларының, көл жүйелерінің деградациясын және су өсімдіктері мен су организмдерінің ластаушы, улы заттармен жойылуын тударады, сонымен қатар ауыз су көздері және шаруашлық-тұрмыстық су ретінде қолданылатын жер үсті суларының сапасын төмендететін бірден бір себеп болып табылады.

Тұтынатын және шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктерге пайдаланылатын судың сапасын су жүйелерінің мониторинг көрсеткіштері анықтайды (1.26 кесте).

Ресей Федерациясының аумағында көптеген су шаруашылық нысандары су көздерінің жоғары деңгейде ластануымен және судың төмен сапалылығымен ерекшеленеді. Волга, Оби, Енисей, Амур,

Солтүстік Двин, Печера Дон, Кубань, Терек өзендерінің бассейндерінде айтарлықтай нашар экологиялық жағдай қалыптасқан, сонымен қатар Балтық теңізінің бассейндерінің жер үсті сулары ластанған.

1.26 кесте – Ауыз су және шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктерге пайдаланатын су сапасының мониторинг көрсеткіштері

Көрсеткіш	2010	2011	2012
Гигиенеалық көрсеткіштерге сай емес үлгілер үшін, %	10,45	10,02	10,04
Сонымен қатар:			
- микробиологиялық көрсеткіштер бойынша, %	6,47	5,68	5,5
- радиологиялық көрсеткіштер бойынша, %	4,62	2,97	4,38
- паразиттік көрсеткіштер бойынша, %	0,09	0,12	0,12

Мәлімет көзі: « 2012 жылы Ресей Федерациясында қоршаған ортаның жағдайы мен оны қорғау туралы» мемлекеттік баяндама. – Москва, 2013, 17 б.

1.27 кестеде жеке теңіздер мен өзендер бассейндері бойынша ластанған ағызынды сулардан алынған мәлімет көрсетілген.

Жалпы алғанда сарапшылар бағалауы Ресей Федерациясында тұрғындардың тұтыну үшін пайдаланатын жалпы ауыз судың ластану деңгейі 5-6% аспайдындығын көрсетті. 2483 нысанның ластануы (жалпы мөлшердің 38 %) өнеркәсіп орындарының қызметімен байланысты, 967 нысандардың ластануы (15%) – ауыл шаруашылық қызметімен, 863 нысанның ластануы (14%) – коммуналды шаруашылық қызметімен, 410 нысанның ластануы (6%) – кондиционды емес табиғи суларды тарту мен оларды дұрыс пайдаланбау нәтижесінде, 733 нысанның ластануы (11%) өнеркәсіптік, коммуналды, ауыл шаруашылық нысандардың қызметі нәтижесінде болып отыр, ал 1000 су нысандары үшін (16%) жерасты суларын ластау көздері анықталмаған. Жерасты суларын ластаушы негізгі заттар азоттың қосылыстары (нитраттар, нитриттар, аммиак немесе аммоний - 2939 су нысандарында), мұнай өнімдері (1812 су нысандарында), сульфаттар мен хлоридтер (889 су нысандарында анықталған), ауыр металдар (мыс, мырыш, қорғасын, кадмий, кобальт, никель, сынап немесе сурьма - 479 су нысандарында), фенолдар (407 су нысандарында) анықталған.

1.27 кесте – жеке теңіздер мен өзендер бассейндері бойынша ластанған ағызынды сулардан алынған мәлімет, млрд. м³.

Теңіздер мен бассейндер	1990	2000	2005	2010	2011	2012
Барлығы	27,8	20,3	17,7	16,5	16,0	15,7
Балтық теңізінің бассейні	2,7	2,2	2,0	2,0	1,9	1,8
- сонымен қатар Нева өзені	1,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Қара теңіз бассейні	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Азов теңізінің бассейні	3,9	2,0	1,6	1,6	1,6	1,6
- сонымен қатар өзен бассейндері:						
Дон	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
Кубань	1,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Каспий теңізінің бассейндері	11,8	9,2	8,0	7,3	7,1	7,0
- сонымен қатар Волга өзенінің бассейні	11,1	8,3	7,3	6,4	6,2	6,2
Карс теңізінің бассейні	6,2	4,2	3,8	3,3	3,2	3,0
- сонымен қатар өзендер бассейндері:						
Енисей	3,1	1,4	1,2	0,9	0,9	0,9
Об	2,8	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1

Мәлімет көзі: Ресейдің жыл сайынғы статистикасы. 2013. Стат. сб. – Москва: Росстат, 2013, 68 б.

4745 нысандар үшін (73%) жерасты суларының ластану қарқындылығы 1-10 ПДК құрайды, 1221 су көздерінде (19%) бұл қарқындылық 10-100 ПДК аралығында өзгеріп отырады, 490 су көздерінде (8 %) 100 ПДК артық болады. СанПиН 2.1.4.1074-01, нормативтеріне сәйкес жерасты суларының төтенше қауіпті ластану дәрежесі (ластаушы заттар қаупінің 1-ші класы) 253 су нысандарында анықталған (4%), жоғары қауіпті (2-ші класс) - 1141 су көздері (18%), қауіпті (3-ші класс) – 2628 су нысандары (40%) және орташа қауіпті (4-ші класс) – 1081 су нысандары (17%).

Су нысандарындағы судың сапасын жақсарту мақсатында, сулы экожүйелер мен су нысандарының рекреациялық потенциалын қалпына келтіру үшін келесі мақсаттарды шешу керек:

- су нысандары мен су жинақтау аймақтарына антропогенді әсерді қысқарту;

- кішкентай өзендердің деградациясын болдырмау;

- жерасты су нысандарын ластануын болдырмау және қорғау;

Суды рационалды пайдаланудың негізгі бағытына су тұтынуды экономикалық түрде қысқарту, суды қажетсіз жұмсауды азайту мен су үнемдеуші технологияларды пайдалану жатады.

Гидробиологиялық бақылауларға негізгі экологиялық құрылымдарды, яғни фитопланктондар, зоопланктондар, перифетон мен зообентостарды зерттеу жатады. Бұл әрбір экологиялық құрылым шамалары бойынша бақыланады. Алғашқы байқаулар арнайы жинақталған гидробиологиялық индекстерді есептелінеді, бұл индекстер алты балдық шкала бойынша судың сапасын I класс (өте таза сулар) тан VI класс (өте лас сулар) бағалауға мүмкіндік береді.

Ластанудың су нысандарына тигізетін әсерін экожүйеде кездесетін экологиялық градация категориялары арқылы көрсетуге болады. Сонымен қатар ластанудың су нысандарына тигізетін әсерінен су экожүйелерінің жағдайы біртіндеп өзгеруі мүмкін.

Сулы ортаға түсіретін салмағына байланысты келесі экожүйе градациялары кездеседі:

- экологиялық жақсы жағдай;

- антропогенді экологиялық салмақ;

- антропогенді экологиялық регресс;

- антропогенді метаболиялық регресс.

Экожүйенің сапасын бағалау үшін екі түрлі әдісті қолдану, яғни экологиялық градация категориялары және су сапасының шкаласы бойынша бағалау зерттеліп отырған жүйенің жағдайын жан-жақты сипаттауға мүмкіндік береді.

2012жылы су сапасын осы тәсілмен бағалау Ресей Федерациясының 93 су нысандарына, алты географиялық аудандардың (Карель, Балтық, Каспий, Солтүстік-Сібір, Тынық мқхит)188 су көздеріне енгізілді. Су нысандарын зерттеу нәтижелері бойынша өте ластанған су көздері анықталды. Бұл су көздерінің экожүйесіне ластану өте кері әсерін тигізеді және экологиялық регресс жағдайында болып табылады(1.28 кесте).

Мониторг нәтижелері бойынша экологиялық жағдайдың жақсаруы негізгі тенденцияның болып табылады. Бұл жақсы тенденция

негізінен экологиялық және метаболитикалық регресте болып табылатын нысандардың азаюынан болып отыр.

1.28 кесте – Ресей Федерациясындағы су нысандарының күйінің өзгеру тенденциялары

Экологиялық күй	Су нысандарының саны					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Экологиялық жақсы жағдай	18	2 0	2 1	2 4	3 0	3 2
Экологиялық регрестің элементерінің антропогендік экологиялық салмағы	74	6 5	4 4	3 6	3 8	4 0
Экологиялық және метаболитикалық регресс	8	2 5	3 5	3 0	3 2	2 8
Барлығы	100	100	100	100	100	100

Мәлімет көзі: « 2012 жылы Ресей Федерациясында қоршаған ортаның жағдайы мен оны қорғау туралы» мемлекеттік баяндама. – Москва, 2013, 20 б.

1.2.3.7.10 МОЛДОВА РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНЫҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Днестр суының сапасы өте жақсы: иіссіз, дәмі жақсы, аздап минералданған. Днестр өзенінің барлық бөлігінде (1.40 сурет)суы ішуге, суаруға және өндірістік қолдануға жарамды.



1.40 сурет. Орта ағыстағы Днестр өзені

Алайда Днестрдің экожүйесіне соңғы 70 жыл бойы адами факторлар өте күшті кері әсерін тигізді, бұл сапалы сумен қамтамасыздандыруды төмендетті. Днестрдің жағалауларын тасқын кезінде ауыл шаруашылық қалдықтарынан қорғау үшін үйінділер үйілді, ал жазық айдалып тасталынды. 1950 жылдары Днестрде Дубоссарск ГЭБ салынды, бұл осетр және басқа да балықтардың уылдырық шашуына кедергі келтірді. 1980 жылдары Украинада Молдова шекарасында орасан зор су қоймасы бар екі платиналы гидроэнергия кешені салынды, бұл да өзеннің гидрологиялық және температуралық режимдерін өзгертіп, оның өздігінен тазалану қасиетін төмендетті.

Су ресурстарын дұрыс пайдалану мен қорғау және жаңа көздерді ашу тұрғыны тығыз орналасқан Молдава үшін аса маңызды болып отыр.

Прут, Дунайдың бастамасы – үлкендігі жағынан Молдовадағы екінші өзен болып табылады, ол елдің батыс шекарасы бойымен ағады, Днестр сияқты суы мол емес, ол өз бастауын украиналық Карпаттан алады. Өзінің режимі, тасқын суларына қарай Прут Днестерден аз ерекшеленеді. Суының сапасы да Днестрге жақын болып келеді. Екі өзеннің ел аумағындағы төменгі ағысы да халықаралық сулы-батпақты мәнге ие болды, 1960- 1970 жылдары қазу, кептіру жұмыстары жер суару мақсатында жүргізіліп келді.

Молдованың ішкі өзендері ағыстарына байланысты Днестр мен Пруттан аз ерекшеленеді. Олардың суы таяз болып келеді, жазда көп буланып, кеуіп қалады, сулары минералды болғандықтан кейде ішуге жарамсыз болып жатады. Кіші өзендерге шарап өндірісінің қалдықтары түнделетіп төгіліп жатады. 1950-1960 жылдары олардың меандрлері тегістеліп, ал су қорғау аймақтары бүлінген болатын. Заңнаманың талаптарына қарамастан бұл жерлер жеке шаруашылыққа өткеніне қарамастан осы уақытқа дейін қалпына келтірілген жоқ. Сонымен қатар ауылшаруашылық жерлері ел аумағының 75% алып жатқандықтан ылғалдан болатын буланудың мөлшері жоғары болып келеді, сондықтан елде қуаңшылық бірнеше жылда қайталанап отырады. Мұндай жағдайда әдетте тоғанда өсіріліп жатқан балықтар судың жетіспеушілігінен өліп қалады.

Молдовада грунт және артезиан сулары жоғары маңызға ие. Молдовада барлығы сулары тұтынуға жарамды 200 бұлақ бар. Жерасты сулары әртүрлі геологиялық қабаттарға жатқызуға болатын бірнеше горизонттар түзеді. Сумен қамтамасыздандыру және суғару үшін көбінесе мелді және палеогенді қабаттардың сулары

пайдаланылады. 7000 астам артезиан құдықтары бар. Алайда, олардың сулары барлық жерде сапалы бола бермейді, суддың құрамында тұздың мөлшері жоғары болып келеді, сондықтан ондай сумен суғару топырақтың тұздылығына алып келеді. Мұндай жағдайда ол тек ішуге ғана жарамды болады. 2009 жылы ел тұрғындарының 55% ғана сапалы ауыз суға қол жеткізе алды (жалпы 3,56 млн болатын тұрғындардан 1,958 млн адам ғана, Приднестровья тұрғындарын есепке алмағанда, сонымен қатар 93% (1,4 млн) қала және 27% ауыл (558 мың. есептемегенде). Қазіргі таңдасу мен денсаулық мәселелері бойынша ЕЭК БҰҰ Хаттамасының біртіндеп енуіне байланысты жағдай біртіндеп жақсарып келеді. БҰҰ мыңжылдық мақсаттарына енген бұл сұрақтар молдовиялық Үкіметтің басты мәселелерінің бірі болып отыр.

Жер бетіне ең жақын орналасқан грунт сулары төртіншілік қабаттарға жиналады. Бұл сулардың сапасы әртүрлі болып келеді. Мұндай сулар шахталық құдықтардан алынады, әрә тұрмыста қолданылады және олардың саны Молдовада 101862 жетеді. 1.29 кестеден су пайдалану нысандарының жағдайлары мен жерасты суларының сапасы бойынша туындайтын мәселерді көруге болады. Біріншіден, елдің аудандарының төрттен бір бөлігінде жерасты суларының құрамында фтордың мөлшері жоғары, бұл тіс ауруларына алып келеді. Сонымен қатар, құдық суларының 80% тұтынуға жарамсыз болып келеді, судың құрамында нитратты және нитритті қоспалар жоғары, бұл қоспалар жерасты суларына қазылған туалеттерден өтіп келген органикалық заттар болып табылады.

Жерүсті грунт сулары 10-30 м тереңдікте жатады. Жауын-шашынның аз болуына байланысты (1.30 кесте)олар қажетті деңгейде қайта қалпына келе алмайды. Терең қабаттар грунт су ресурстарының 70% құрайды. Бұл терең қабаттар елдің солтүстік бөлігінде 50 м тереңдікте жатады, орталық бөлігінде 100–200 м, ел оңтүстігінде 200 - 2000 м тереңдікте жатыр. Бұл қабаттың табиғи қайта қалпына келуі шектеулі және күтіп ұстауды қажет етеді. Аквосфераның кейбір аймақтарында су қорының таусылуы байқалады.

Днестр де, Прут та трансшекаралық өзендер болып табылатындықтан олардың бассейндері бойынша көршілес елдер - Украина мен Румыния арасында халықаралық келіссөздер жүргізілген. 2012 жылы Молдова мен Украина арасында үкіметаралық Днепр бассейні

1.29 кесте. Молдованың су тұтыну нысандарының күйі (Молдованың статистика бюросы, 2013)

Нысандардың түрлері	Жұмыс істеп тұрғаны дана	Химиялық талаптарға сай алынған сынама	Химиялық талаптарға сай емес сынама-лар	Микробиологиялық талаптарға сай алынған сынама	Микробиологиялық талаптарға сай емес сынама
Орталықтандырылған жерасты су көздері	2182	1575	1127	1497	164
Орталықтандырылған жерүсті сулары	8	126	38	81	17
Жер асты су көздерінен алынған қалалық су құбырлары	43	2409	1077	3197	337
Жерүсті су көздерінен тартылған қалалық су құбырлары	32	1826	151	2183	17
Ауыл су құбырлары	745	2635	1569	4150	580
Құдықтар	101 862	5633	4652	6542	2577

1.30 кесте. Молдовада жауын-шашынның жылдық мөлшері, мм (Молдованың статистика бюросы, 2013)

Ел аймақтары	2010 жыл	2011 жыл	2012 жыл
Солтүстік	960	439	552
Орталық	734	428	522
Оңтүстік	699	371	595

бойынша келісім-шартқа қол қойылды, бұл келісім-шарт бойынша бассейнді басқару бойынша барлық аспектілер қарастырылған. Өкінішке орай, 2014 жылдың қыркүйек айынан бастап бұл құжатты Украина ратифицирлемегендіктен күшін жойды. Прут пен Дунай бассейндері бойынша 2010 жылдан бері келісім орындалып келеді, алайда бұл келісімнің сапасы мен жинақтылығы днестр келісіміне қарағанда әлсіздеу, өйткені келісімге тек Молдова мен Румыния ғана қол қойған, ал Украина келісімге шақырылған жоқ. Екі келісім бойынша да халықаралық басейндік комиссия құрылу қажет деп табылған. Сонымен қатар Молдова ЕЭК БҰҰ шекаралық су бойынша Хельсинск конвенциясы мен Дунай конвенциясының жағында болып

табылады, өйткені Молдоваға Дунайдың 500 м жағалауы тиесілі болып табылады. Қазіргі таңда Молдова Еуропалық Одақпен ассоциация туралы Келісімге қол қойды және де ЕО су аясындағы директивасын(САД) жүзеге асыру бойынша өзіне міндеттеме алды. 2013 жылы САД негізделген су туралы Заң күшіне енді. Осылайша,су шаруашылық кешеніндегі реформалар әлі аяқталған жоқ. Молдова трансшекаралық өзендерге тәуелді болғандықтан көрші елдердің бассейндер бойынша су модернизациясын ретке келтіруі қажет. Алайда, қазіргі таңда алдағы үш жылда бекітілуі тиіс су ресурстарын басқарудың бассейндік жоспары дайындалуда.

Қазіргі таңда аталған екі өзен бойынша тұщы судың тапшылығы сезілмегендіктен бұл маңызды мәселе тудырып отырған жоқ (1.31 кесте). Судың шығу көздерінен алыс жерлерде қол жетімді болуы, әсіресе ауыл жерлерде маңызды мәселе болып отыр. Днестр мен Пруттың бойында Американың техникалық көмек көрсету Сомраст бағдарламасының аясында жасалынған 11 суару жүйелері іске қосылған. Сонымен қатар 20-25 жыл ішінде ірі өзендер көздерінің біртіндеп азаятындығы алдын ала зерттелді.

Су ресурстарын пайдаланудың есебі мен оны тұтыну бойынша арнайы ақы тағайындаудың нәтижесінде су тұтынушылар суды айтарлықтай үнемдеуді үйренді. Алайда, бұл сұрақ бойынша әлі де шешілмеген мәселелер жетерлік. Атап айтқанда, барлық артезиан құдықтары ескерілмеген; сумен қамтамасыздандырушы құрылымдардың жұмыстары тиімсіз және оларды реформалауды қажет етеді.

1.31 кесте. Тұщы суды пайдаланудың негізгі көрсеткіштері, жылына млн м³ су (Молдованың статистика бюросы, 2013)

Көрсеткіш	Жыл							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Алынған су, барлығы	852	854	885	861	865	851	847	850
Сонымен қатар жерасты су көздерінен алынған	136	136	129	127	129	130	130	129
Суды тұтыну	785	787	809	794	795	785	785	786

1.31 кестенің жалғасы

Тасымалдау барысындағы	67	67	76	67	70	66	62	64
------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

шығындар								
Ластанған суларды ағызу	9	7	10	14	10	8	8	9
Нормадағы таза суды ағызу	124	119	119	115	116	119	115	113

1.32 кесте. Днестр және прут өзендері бассейндерінен 2012 жылы алынған су, жылына млн м³ (Молдованың статистикалық бюросы, 2013)

Өзендер бассейні	Су алу, барлығы	Жерасты суларын қоса есептегенде
Днестр	814,9	107,8
Прут	24,2	12,5

1.2.3.7 бөліміне әдебиеттер:

- Назифов Ш.Г. 2012. Водные ресурсы Таджикистана. Душанбе.
- Мухаббатов Х. 2010. Проблемы водопотребления в Республике Таджикистан. Душанбе
- Ca Water info, 2013. Информация БВО «Сырдарья», 2013 г.
- EEA, 2011. <http://www.eea.europa.eu/publications/european-waters-assessment-2012>
- UNECE, 2007. Орта Азия плотиналарының қауіпсіздігі: потенциал құру және аймақтық қарым-қатынас, БҰҰ, Женева. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/documents/Water_Series_Publication5_r.pdf
- UNECE, 2010. Қырғызстанның экологиялық тіршілігінің нәтижесінің Екінші шолуы, Женева. <http://www.unece.org/?id=14802&L=2>
- UNECE, 2013. Интеграцияланған су ресурстарын басқару аумағында Қырғызстандағы су саясатының ұлттық диалогы, 2013. 2008-2013 жылдар аралығындағы ұрдістер мен нәтижелер. Бишкек. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/NPD_meetings/2013/Kyrgyzstan/pb_rus.pdf
- EEA, 2012: The European environment – state and outlook 2010
- NIVA, 2008. Exceedances of critical loads for acidification of surface water and soil and for nitrogen effects on vegetation in Norway 2002–2006, NIVA report 5697-2008.

Statistics Norway, 2009: Natural Resources and the Environment. Statistics Norway.
<http://www.ssb.no/a/english/publikasjoner/pdf/sa109/sa109.pdf>

Тәжікстан республикасының мелиорация және су ресурстары
Министрлігі *Душанбе, 2010 г*

РФ табиғат министрлігі, 2013: «2012 жылы Ресей Федерациясындағы қоршаған ортаның жай мен оны қорғау туралы» Мемлекеттік баяндама. – Москва, 15 б.

<http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/cef/gosdoklad%20za%202012%20god.pdf>

Росстат, 2013. Жыл сайынғы Ресей статистикасы. Стат. сб. – Москва:, 64 б.

Беларусь Республикасында қоршаған ортаның жағдайы: ұлттық баяндама / Беларусь Республикасының табиғи ресурстар және қоршаған орта министрлігі, , 2010, «Беларуссияның ұлттық ғылым академиясының интернет табиғат пайдаланушылары» мемлекеттік ғылыми мекемесі. – Минск: Белтаможсервис, 150 б.
http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/000597_79443_part_0.pdf

Р. Коробов и др., 2014. Уязвимость к изменению климата: Молдавская часть бассейна Днестра. – Кишинев: Eco-TIRAS, 326 с.
<http://eco-tiras.org/docs/ecotirasFinal-small.pdf>

UNECE, 2010. Молдова Республикасының ЕЭК БҰҰ су мәселері және денсаулық бойынша Протоколдың орындалғаны туралы ұлттық баяндама,
http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/Protocol_reports/reports_pdf_web/Moldova_summary_report_rus.pdf

Статистика бюросы, 2013. Молдова Республикасындағы табиғи ресурстар мен қоршаған орта, 2013 жылдың статистикалық есебі. Кишинев: Ұлттық статистика бюросы, 108 б.

Коробов Р. и др. 2014. Уязвимость к изменению климата: Молдавская часть бассейна Днестра. Кишинев: Eco-TIRAS, 326 с.
<http://eco-tiras.org/docs/ecotirasFinal-small.pdf>

CA-Water info, 2011. 6-шы Бүкіләлемдік су форумы «Орта Азияның ауқымды су мәселелерін шешуге қосқан үлесі», Алма-Ата,
<http://www.cawater-info.net/6wwf/pdf/ca-specific-priorities-targets-solutions.pdf>

UNECE, 2014. 3rd Environmental Performance Review of Republic of Moldova. <http://www.unece.org/index.php?id=35481>