

ғылыми ойлау дағдыларын қалыптастырып, теориялық білімді тәжірибемен ұштастыруға мүмкіндік береді [3, 250-253 б.].

Сонымен қатар интерактивті әдістер оқушылардың сыни тұрғыдан ойлау қабілетін жетілдіреді [4, 254-257 б.]. Биологиялық құбылыстарды талдау кезінде олар ақпарат көздерін салыстырып, дәлелдерге сүйене отырып пікір білдіреді, өз көзқарасын негіздеуге дағдыланады [4, 258-261 б.]. Мұндай интеллектуалдық белсенділік тұлғаның жан-жақты дамуына әсер етеді [4, 262-265 б.]. Психологиялық тұрғыдан қарастырғанда, әрекетке негізделген оқыту білім алушының өзіндік бағасын арттырып, сенімділігін нығайтады, дербес шешім қабылдауына жол ашады [4, 266-269 б.].

Интерактивті тапсырмалардың тағы бір маңызды артықшылығы – оқушылардың коммуникативтік құзыреттілігін дамытуы [4, 270-273 б.]. Топтық жұмыс, онлайн пікірталас, бірлескен жоба дайындау барысында білім алушылар өзара пікір алмасады, ортақ шешім қабылдайды және жауапкершілікті бөліседі [4, 274-277 б.]. Бұл қазіргі қоғамда қажетті әлеуметтік дағдыларды қалыптастыруға негіз болады [4, 278-281 б.].

Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың мемлекеттік бағдарламаларында да білім сапасын арттыру, оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту және цифрлық технологияларды тиімді пайдалану міндеттері белгіленген [5, 282-285 б.]. Осы талаптарды жүзеге асыруда биология сабақтарында интерактивті әдістерді жүйелі қолдану өзекті болып табылады [5, 286-289 б.].

Жалпы алғанда, биология пәнін оқыту барысында интерактивті тапсырмалар мен Nearpod сияқты цифрлық платформаларды пайдалану оқушылардың танымдық белсенділігін арттырудың тиімді тетігі болып саналады [5, 290-293 б.]. Олар оқу мотивациясын күшейтеді, зерттеушілік және сыни ойлау дағдыларын қалыптастырады, білімді саналы меңгеруге жағдай жасайды [5, 294-297 б.]. Сонымен қатар мұндай тәсілдер оқу үдерісін заманауи талаптарға сәйкестендіріп, білім алушылардың тұлғалық дамуына оң әсер етеді [5, 298-301 б.].

Қорытындылай айтқанда, интерактивті оқыту технологияларын, әсіресе Nearpod платформасын, биология сабақтарына жүйелі түрде енгізу – қазіргі заманғы оқыту әдістемесін жетілдірудің маңызды бағыттарының бірі болып табылады [5, 302-305 б.]. Мұндай тәсіл оқушылардың оқу процесіне белсенді қатысуын арттырып қана қоймай, олардың ғылыми дүниетанымын қалыптастыруға, сыни және дербес ойлау қабілеттерін дамытуға, сондай-ақ білімнің сапасын жоғарылатуға мүмкіндік береді [5, 306-309 б.]. Интерактивті тапсырмаларды әдістемелік тұрғыдан жүйелі, мақсатты және ғылыми негізде қолдану педагогикалық тәжірибеде тиімділікті арттырып, оқыту үдерісін заманауи талаптарға сай ұйымдастырудың маңызды құралы болып саналады [5, 310-313 б.].

Әдебиеттер:

1. Қоянбаев Ж.Б., Қоянбаев Р.М. Педагогика. — Алматы: Рауан, 2000. — 384 б.
2. Әбдіғапбарова Ұ.М., Жексенбаева Ұ.Б. Педагогика. — Алматы: Қазақ университеті, 2019. — 312 б.
3. Сманов Б.У. Оқыту теориясы және технологиясы. — Алматы: Нұрлы әлем, 2018. — 280 б.
4. Аймауытов Ж. Психология. — Алматы: Рауан, 2015. — 256 б.
5. Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2020–2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. — Нұр-Сұлтан, 2020.

**Ахметбекова Н.С.**, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, математика және ақпараттық технологиялар факультеті, Мат-22-1к, студент  
(*Ғылыми жетекші – ф.-м.ғ.к., математикалық талдау және дифференциалдық теңдеулер кафедрасының қауымдастырылған профессоры Искакова Г.Ш.*)

## **АТМОСФЕРАНЫҢ ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТЫНДАҒЫ ЛАСТАУШЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ТАРАЛУЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ**

Қазіргі жағдайда экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ластаушы қоспалардың атмосферада таралуын дәл сипаттайтын есептеу әдістері мен математикалық модельдерге сұраныс артып отыр. Адамзаттың өндірістік және энергетикалық белсенділігі артқан сайын атмосфераға таралатын жылу ағындары мен антропогендік қоспалардың мөлшері де ұлғая түсті. Атмосфераға түскен қоспалар уақыт өте келе физика-химиялық өзгерістерге ұшырап, ауа массалары арқылы алыс аймақтарға дейін таралуы мүмкін. Ластану деңгейі тек шығарындылардың көлемі мен құрамына ғана тәуелді болмай, сонымен қатар жел жылдамдығы мен бағыты, атмосфераның тұрақтылық дәрежесі, жер бедерінің сипаты, төсеніш беттің түрі және турбуленттік алмасудың қарқындылығы сияқты метеорологиялық факторлармен де айқындалады. Осы себепті атмосфера ластануының таралу заңдылықтарын түсіндіру үшін метеорологиялық жағдайларды ескеретін математикалық модельдерді құрастыру ерекше өзектілікке ие болады.

Әдетте, ластаушы заттардың негізгі бөлігі атмосфераның төменгі қабатына түседі. Бұдан әрі ірі масштабты қозғалыстар аясында қалыптасатын және төсеніш беттің термиялық және орографиялық әркелкіліктерімен шартталған жергілікті циркуляциялық процестердің әсерінен қоспалар өзгеріске ұшырап, шекаралық қабат шегінде қайта бөлінеді. Сондықтан математикалық модельдерді құру барысында атмосфера динамикасы мен ластаушы заттардың тасымалдану есептерін кешенді түрде қарастыру қажеттілігі туындайды. [1, 209-210 б.]

Атмосферадағы ластаушы қоспалардың тасымалдануы мен түрленуінің математикалық моделін қарастырайық. Қоспаның концентрациясы  $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$  функциясымен белгіленеді, мұнда  $x, y$  – горизонталь координаттар,  $z$  – биіктік,  $t$  – уақыт.

Қоспаның таралуы келесі теңдеумен сипатталады:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u \operatorname{grad} \varphi + A\varphi - \frac{\partial}{\partial z} \left( v \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) - \operatorname{div}_s (\mu \operatorname{grad}_s \varphi) = q(x, t).$$

Бұл теңдеуде:  $u$  – жел жылдамдығының векторы (адвективтік тасымал);  $v$  және  $\mu$  – сәйкесінше вертикаль және горизонталь турбуленттік диффузия коэффициенттері;  $A\varphi$  – заттың химиялық түрленуін немесе ыдырауын ескеретін мүше;  $q(x, t)$  – ластану көздері. Осылайша, концентрацияның өзгерісі тасымалдану, турбуленттік араласу, химиялық түрлену процестері және сыртқы көздердің бірлескен әсерімен анықталады. [2, 133 б.]

Араласу қабатының  $0 < z < Z_H$  аралығындағы стационар жағдайды қарастырайық. Келесі алғышарттарды қабылдайық:

- процесс стационар ( $\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$ );
- орташаланған горизонталь біртектілік;
- ішкі көздер жоқ ( $q = 0$ );
- химиялық шығындар сызықтық заңмен сипатталады:  $A\varphi = \lambda\varphi$ ;
- вертикаль турбуленттік диффузия коэффициенті тұрақты ( $v = \text{const}$ ).

Онда теңдеу келесі түрге келеді:

$$v \frac{d^2 \varphi}{dz^2} - \lambda \varphi = 0.$$

Шекаралық шарттар модельдегідей беріледі:

- Жер бетінде  $z = 0$

$$v \varphi'(0) - \beta \varphi(0) = r_s,$$

- Қабатың жоғарғы шекарасында  $z = Z_H$

$$v \varphi'(Z_H) = -k_1 (\varphi(Z_H) - \bar{\varphi}),$$

мұндағы  $\bar{\varphi}$  – фондық концентрация.

Модельдің қолданбалы маңызын көрсету үшін атмосфераның жерге жақын қабатындағы әлсіз араласу жағдайын қарастырайық. Мұндай жағдай тұрақты ауа райы кезінде байқалады. Осындай шарттарда ластаушы заттар Жер бетіне жақын аймақта жиналып, жоғары қарай баяу таралады. [3]

Есептік параметрлер ретінде жерге жақын қабат үшін типтік мәндерді алайық:

$$Z_H = 500 \text{ м}, v = 1 \text{ м}^2/\text{с}, \lambda = 3 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}, \\ \beta = 0,001 \text{ м/с}, k_1 = 0,1 \text{ м/с}, \bar{\varphi} = 20.$$

Мұндағы:  $Z_H$  – араласу қабатының биіктігі;  $v$  – вертикаль турбуленттік диффузия коэффициенті;  $\lambda$  – тиімді жоғалу коэффициенті (химиялық ыдырау және шөгу);  $\beta$  – жер бетіндегі алмасу параметрі;  $k_1$  – жоғарғы шекарадағы алмасу коэффициенті;  $\bar{\varphi}$  – қоспаның фондық концентрациясы.

Жер бетінде бақыланатын концентрация:

$$\varphi(0) = 120,$$

бұл әлсіз турбуленттік жағдайындағы ластанудың жоғары деңгейіне сәйкес келеді.

Теңдеудің шешімі келесі түрде болады:

$$\varphi(z) = C_1 e^{\alpha z} + C_2 e^{-\alpha z}, \alpha = \sqrt{\frac{\lambda}{v}}.$$

Сөну параметрі мынаған тең:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\lambda}{v}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^{-5}}{1}} \approx 0,00548 \text{ м}^{-1}.$$

Шекаралық шарттарды пайдалану коэффициенттерді анықтауға мүмкіндік береді:

$$C_1 \approx 0,779, C_2 \approx 119,221.$$

Сонда концентрацияның соңғы таралуы:

$$\varphi(z) = 0,779 e^{0,00548z} + 119,221 e^{-0,00548z}.$$

Биіктік бойынша концентрацияның өзгерісін көрсету үшін бірнеше сипаттық мәндерді келтірейік:

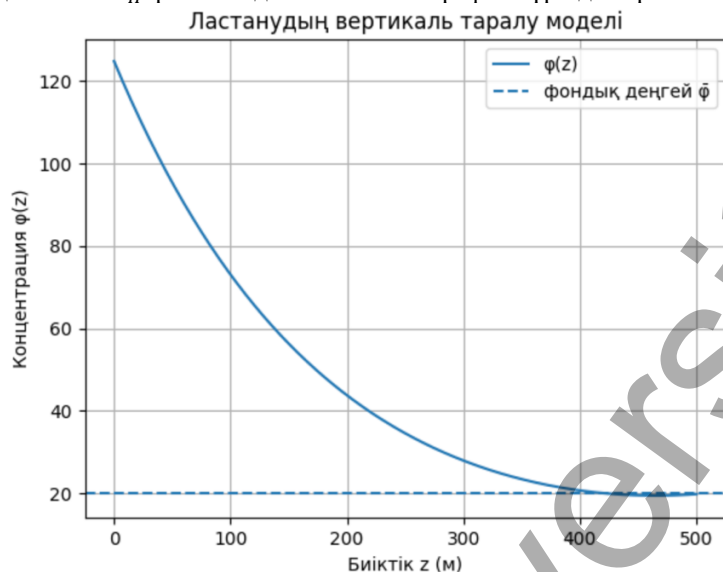
$$\varphi(0) = 120, \varphi(100) \approx 70, \varphi(200) \approx 42, \varphi(500) \approx 20.$$

Алынған шешім мынаны көрсетеді: максимал концентрация жер бетінде байқалады, ал биіктік артқан сайын концентрация экспоненциалдық заң бойынша кемиді.  $z = 500$  м биіктікте  $\varphi(500) \approx 20 \approx \bar{\varphi}$ , яғни концентрация фондық деңгейге жақындайды. Бұл атмосфераның тұрақты жерге жақын қабатындағы қоспалардың таралуы жөніндегі физикалық түсініктерге сәйкес келеді.

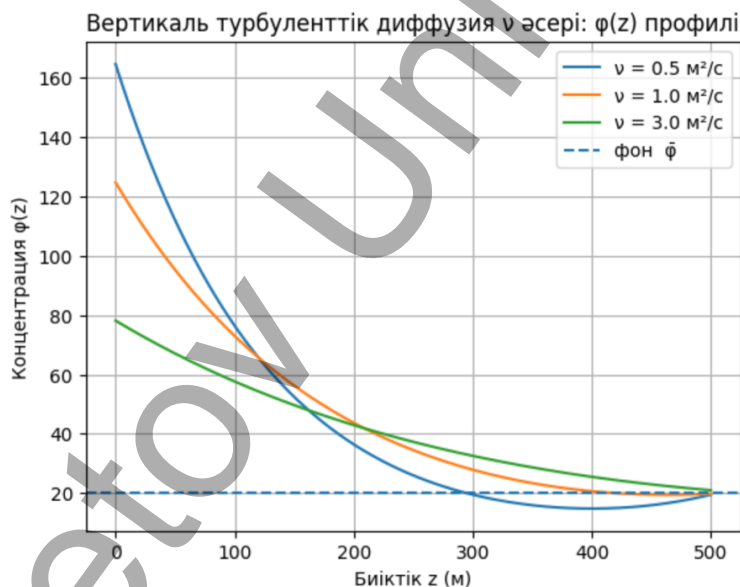
Параметр  $\alpha = \sqrt{\frac{\lambda}{v}}$  ластанудың вертикаль бағытта бәсеңдеу жылдамдығын анықтайды. Турбуленттік диффузия коэффициенті артқан сайын қоспа жоғарырақ таралады, ал жоғалу коэффициенті артқан кезде

концентрация тезірек азаяды. Осыған сәйкес, тіпті қарапайымдатылған қойылымда да модель атмосфераның жерге жақын қабатындағы ластаушы заттың сипаттық вертикаль таралуын жеткілікті түрде дәл сипаттайды.

Енді модельдеуге көшейік: есептеулерді Python бағдарламалау ортасында жүргізіп, алынған  $\varphi(z)$  концентрациясының  $0 \leq z \leq Z_H$  аралығындағы нәтижесін график түрінде көрсетеміз.



Алынған  $\varphi(z)$  вертикаль таралуы биіктік артқан сайын монотонды кеміп,  $z = Z_H$  аймағында фондық мәнге  $\bar{\varphi}$  жақындайды. Бұл ластанудың негізгі бөлігі жерге жақын қабатта жиналатынын көрсетеді.



Ал бірнеше үшін: артқан сайын вертикаль араласу күшейіп, концентрацияның таралуы тегістеледі және қоспа жоғарырақ биіктікке таралады; ал  $\nu$  кіші болғанда ластану жерге жақын қабатта көбірек шоғырланады. Бұл нәтижелер модельдің физикалық мағынасына сәйкес келеді және параметрлердің атмосфералық процестерге ықпалын айқын көрсетеді.

Сонымен, атмосферадағы қоспалардың таралуын сипаттайтын теңдеу негізінде қарапайым стационарлы шеттік есеп қарастырылды. Қойылған шарттар арқылы  $\varphi(z)$  функциясының биіктік бойынша таралуы табылып, нәтижесі Python көмегімен график түрінде көрсетілді. Есептеу нәтижелері ластаушы заттың негізгі бөлігі жерге жақын қабатта шоғырланып, биіктік артқан сайын концентрацияның азаятынын көрсетті. Сонымен қатар параметрлерді өзгерту тәжірибесі турбуленттік диффузияның ( $\nu$ ) ластанудың таралу биіктігіне айқын әсер ететінін дәлелдеді. [4, 1056 б.]

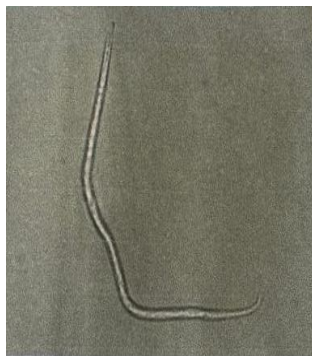
Алынған есептеу және модельдеу нәтижелері атмосфералық ластануды зерттеуде практикалық мәнге ие. Концентрацияның биіктік бойынша таралуын сандық және графикалық түрде бағалау ластаушы заттардың ықтимал шоғырлану аймағын анықтауға, тәуекелі жоғары жағдайларды алдын ала талдауға және бақылау шараларын дұрыс бағыттауға мүмкіндік береді. Осы тұрғыдан алғанда, қарастырылған есептеу үлгісі экологиялық мониторинг пен қоршаған ортаны қорғау бойынша шешім қабылдауды ғылыми негіздеуге септігін тигізеді.

1. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблемах окружающей среды - М.: Наука, 1982. — 320 с.
2. Пененко В. В., Алоян А. Е., Протасов А. В. Актуальные проблемы прикладной математики и математического моделирования, Новосибирск: Наука, 1982, с. 125–137.
3. Марчук Г. И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 303 с.
4. Марчук Г. И. Окружающая среда и некоторые проблемы оптимизации // Докл. АН СССР. 1976. Т. 226, №5. С. 1056–1059.

**Әбиболла Ә.Н.**, Академика Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, биология-география факультеті, МБО-25-1к-топ, магистрант  
(*Ғылыми жетекші — PhD доктор, физиология кафедрасының қауымдастырылған профессоры Нұрлыбаева Қ.А.*)

### **ИТ ҚАНЫНДА КЕЗДЕСЕТІН ДИРОФИЛЯРИОЗ МИКРОФИЛЯРИЯСЫН ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРМЕН АНЫҚТАУДЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ (Оңтүстік Қазақстан өңірі мысалында)**

**Андатпа.** Мақалада Оңтүстік Қазақстан өңіріндегі ит қандарынан диروفилариоз микрофиляриясын дәстүрлі (Knott, жұқа жағынды) және заманауи (ПТР, секвенирлеу) әдістер арқылы анықтау нәтижелері берілген. Зерттеу барысында 150 қан үлгісі талданды. ПТР әдісімен 8 үлгі оң нәтиже көрсетті, ал секвенирлеу нәтижесінде олардың 4-еуі 98–100% сәйкестікпен *Dirofilaria repens* екендігі анықталды. Нәтижелер молекулалық әдістердің жоғары диагностикалық дәлдігін дәлелдеді.



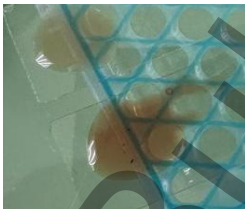
**Түйінді сөздер:** диروفилариоз, микрофилярия, Knott әдісі, ПТР, секвенирлеу.

**Кіріспе.** Диروفилариялардың ең көп зерттелген және кең таралған түрі – *Dirofilaria immitis*. Екінші түрі *D. repens*, Ресей мен жақын шетелдерде кең таралғанымен, патогенез тұрғысынан аса маңызға ие емес. Бірақ осы түрлердің жіктелуі олардың диагностикалануында маңызды міндет болып табылады.

Диروفилариоз патогенезі «паразит және иесінің» өзара әрекеттесуіне негізделеді. Гельминттердің паразитизмі иесіне механикалық, жаракаттық, токсикалық, аллергиялық және иммунодепрессивтік әсерлер көрсетеді [1].

Бұл аурудың таралуының ең негізгі факторы — ұзақ латенттік кезеңнің өтуі (5 жылға дейін), осы кезеңде қан құрамында циркуляциялаушы микрофиляриялар болады. Бұл аталған процесс масалардың аралық ие ролін атқарып, популяциясын тез көбейту қабілетімен ұштасады. Сонымен қатар, көптеген иттердің организмінде паразиттердің біршама мөлшері болса да, аурудың айқын белгілері байқалмайды. Осының әсерінен паразиттер олардың эпизоотологиялық қауіптілігін айтарлықтай арттырады [2].

Қазіргі уақытта Оңтүстік Қазақстан облысы – климаттық жағдайлары мен экологиялық сипаттама деректері бойынша диروفилариоздың таралуы үшін ең қолайлы өңірдің бірі болып табылады. Бұл паразиттік ауру иттер мен басқа да жануарлар арасында өте кең таралған деуге болады, әрі оның уақытында анықталмауы көптеген жануарлар үшін өлім тудыруы мүмкін, сондықтан да бұл тақырып қазіргі кезде өте өзекті тақырып болып есептеледі.



**Материалдар мен әдістер.** Зерттеу Тараз, Шымкент және Алматы қалаларында жүргізілді. Барлығы 150 ит қаны зерттелді. Дәстүрлі әдістер ретінде Knott және жұқа жағынды, заманауи әдістер ретінде ДНҚ бөліп алу, ПТР және секвенирлеу қолданылды.

Зерттеу барысында Knott әдісі және Thin blood smear әдісін қолдандық.

*Модификацияланған Нотт тесті* (Knott, 1939) — бұл циркуляцияланатын МФ түрлерін концентрлеуге, бояуға, анықтауға және морфометриялық идентификациялауға негізделген қарапайым және арзан әдіс. Әдіс 1 мл венозды қанның ЭДТҚ-мен 9 мл 2% формалинмен сұйылтылуын қамтиды. Дегенмен, формалин құрамындағы формальдегид көптеген эксперименттік модельдерде, *in vivo* және *in vitro* жағдайында мутагенді және генотоксикалық зат ретінде көрсетілген [3].

*Жұқа жағынды әдісі (TBS)* диروفилариоз микрофиляриясын анықтаудың бір түрі. Жұқа қан жағындысы организмдердің және олармен байланысты жасушалардың морфологиялық сипаттамаларын ең айқын көрсету үшін қолданады. Жұқа жағындылар түрлер мен плазмодийді диагностикалауда көмек береді. Жұқа жағындының қалыңдығы әдетте бір жасуша болады, яғни барлық жасушалар тексеруге айқын көрінеді [4].

