Біздің зерттеулеріміздің нәтижелері E. Mayer, N. Rock, 1976, J.J. Rakosky, 1984, деректерімен бірдей. Аталған авторлар да ұқсас заңдылықты байқаған және олар турамаға белок өнімдерін қосу гидрофильді және эмульгирлеу қасиеті жоғары еріткіш белоктары мөлшерінің өсетіндігімен түсіндіреді. Бұл ет турамасының ылғалды сақтау қабілетін арттырады.

Құрылымдық - механикалық қасиеттері бойынша ең жақсысы – қанның плазмасына әзірленген биоқоспада, оларды бақылау үлгілерімен салыстырғанда ылғал байланыстырғыш қасиеті 1,2 - 1,4 есе артық екендігі анықталды.

Бақылау үлгісінде бұл көрсеткіш едәуір төмен, бұны құрамындағы майдың мөлшері тәжірибелік үлгілермен салыстырғанда көп болуымен түсіндіруге болатын сияқты. Жапон ғалымдарының зерттеулері көрсеткендей (1976), жартылай дұмбілдердің рецептурасында майдың мөлшерін көбейту тураманың ылғалды байланыстыру қасиетін төмендетеді. Ал, J.Brendl, S.Kecin (1972) пікірі бойынша, кептірілген құрғақ майсыз сүт тураманың ылғал сақтау қасиетін құрамында кальций, магний және цинк иондары болуына байланысты төмендетеді.

Зерттеулердің нәтижесін талдай келіп, қанның плазмасына өсімдік шикізатын қолдану тиімді. Оны ет өнімдерінің, соның ішінде жартылай дұмбілдердің жаңа түрлерін өндіруде пайдалану дайын өнімнің сапасын төмендететініне, ал кейбір көрсеткіштер бойынша жақсартатынына біз тәжірибе барысында көз жеткіздік.

Қолданылған әдебиеттер:

1. ,Мицык В.Е., Джурик Н.Р. Мясные продукты с использованием белков растительного происхождения Киев, 1980.- 107 с.
2. Мясная индустрия 2002. № 10 стр.49-52
3. Патент Японии, МКИ^2 34, А 22 С № 15666 Способ повышения устойчивости колбасных изделий при хранении /Опси Такзоки, Япония/.- Заявлено 26.11.79. Опубл. 27.04.85
4. Патент ПНР, № 108199

Жаныс Арай Бошанкызы, Надырова Фатима Камаловна, Бакирова Назгуль Сериковна

УДК 004

МОДЕЛЬДЕУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫНДАҒЫ ЖҰМЫС ІСТЕУ ПРИНЦИПТЕРІН ТАЛДАУ.

Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университеті

Андатпа: Бүгінгі таңда тек алгоритмдер саны ғана емес сондай-ақ бағдарлама-симуляторларға бөлек арналған олардың міндеті болып табылатын сондай сызбаларды модельдеу бар. Симулятордың көбісі сондай-ақ есептеудің нақтылығын талап етуді қондыратын модельдеудің арнайы опцияларын сақтайды.

Кілт сөздер: Модельдеу, СЛАУ, интерграциялау.

Берілген мақалада модедьдеу бағдарламаларының жұмыс істеу принциптерін және олардың уақытша саласындағы модельдеуді орындайтын бағдарламалар мысалындағы алгортимдік құрамын қарастырамыз.

Annotation: Today, there are a large number of not only algorithms but also individually designed programs, simulators, whose task is to model such schemes. Many simulators also support special options of modeling that set the required accuracy of the calculation.

Keywords: Modeling, SLAE (system of linear algebraic equations) integration.

Уақытша саласындағы есептеу негізінде кез келген модельдеу бағдарламаларында ЛЖ математикалық модельдерді қалыптастыру және оларды шешу үрдістері жатыр. 1.1. суретінде негізгі әлеуеттер әдістерімен математикалық модельдеуді қалыптастыру алгоритмі негізінде олардың атқаруындағы өзара байланысы мен бірізділігі және уақытша саласында талдауды орындау кезінде оларды шешу көрсетіліп отыр [1.2]. Тоқ көздер векторына элемент моделінің үлесі мен торапты өткізгіштігі бар матрициясында элемент арқылы өтетін тоққа сәйкес сандық мәнді немесе байланыс элементіндегі белгілі потенциалдар кезінде белгіленген есептеу сәтіндегі оның өткізгіштік маңыздылығы бар. Сонымен қатар көрсетіліп отырған модельдеу бағдарламаларының әрекеттері мәліметтердің ішкі құрылымын толтыру үрдісі, модельдеудің сызбалар мен директивтерді сипаттауымен кіріс файлын лексикалық, синтаксистік және семантикалық талдауын орындалуын қамтитын сызбалар туралы ақпараттарды алдындағы салыстыру үрдісін атап кетуге болады. Математикалық модельді қалыптастыру және шешу үрдістері есептеуіш тұрғыдан алғанда ең қисынды болып табылады, одан әрі сол үрдістердің әрбіреуі толықтай қарастырылады.

АЖ математикалық моделін аналитикалық қалыптастыру әдістеріне шолу. Талдаудың міндеті интеграциялық-дифференциалдық теңдеуді шешу жүйесі түрінде АЖ талданатын математикалық моделін қалыптастыруында.

Кез келген сызбаның кез келген уақытындағы жағдайы сызықсыз дифференциалдық теңдеу түрінің жүйесімен жалпы түрінде сипатталады.

$$F\left(\overline{\varphi, t}\right)=\frac{d\overline{\varphi}}{dt} \qquad (1)$$

Математикалық модельді шешу кезеңінде ереже бойынша сызықты алгебрациялық теңдеулер жүйесін шешуге арналған әдістері қолданылады, жүйенің бұл түрі (1.1.) алгебрациялау және сызықтандыруға ұшырасады. Электрондық сызбаның динамикалық жұмыс істеу тәртібін сипаттайтын қарапайым дифференциалдық теңдеулер түрінің жүйесі (1) белгілі сандық интеграциялау әдістерінің бірімен алгебрациялауы мүмкін. интеграциялау әістерін таңдауымен анықталатын негізгі белгілері машиналық уақытының ең төмен деңгейдегі шығындармен сандық интеграциялауды жетістіктер нақты белгілеріне қызмет атқарады. Қазіргі кезде дифференциалдық теңдеулер жүйелерін интеграциялауда қолданылатын әдістерін екі топқа бөлуге болады: айқын әдістер және айқын емес әдістер тобы [3,4,5,6]. Интеграциялауды қажет ететін дифференциалдық теңдеу түрі бар болсын дейік. Бұл теңдеудің аналитикалық шешімі интеграл болып

φ_0 жуық шешімі белгілі деп болжасақ, t_n уақыт мезетінде φ_{n+1} шешімді қажет етеді, t_{n+1} уақыт мезетінде қадам уақытын енгізгенде $h = t_{n+1} - t_n$ тең болады. Уақытша талдау шешімін орындаған кезде t=0 және φ_0 белгілі мағынасында басталады. Өйткені φ_0 мәні $\frac{d\varphi}{dt}$ (1) dt арқылы есептеуге болады және φ_1 жуық $t_1 = t_0 + h$ дейін $F(\varphi,t)$ тұрақты және $F(\varphi_0 t_0)$ тең

болып қалады. Сондықтан (1.2) суретінен $\varphi_1 = \varphi_0 + h \cdot F(\varphi_0, t_0)$ немесе жалпы түрінде

$$\varphi_1 = \varphi_0 + h \cdot F(\varphi_n, t_n).$$

(3)

табылады

$$\varphi = \varphi_0 + \int_0^T F(\varphi,t)dt \qquad (2).$$

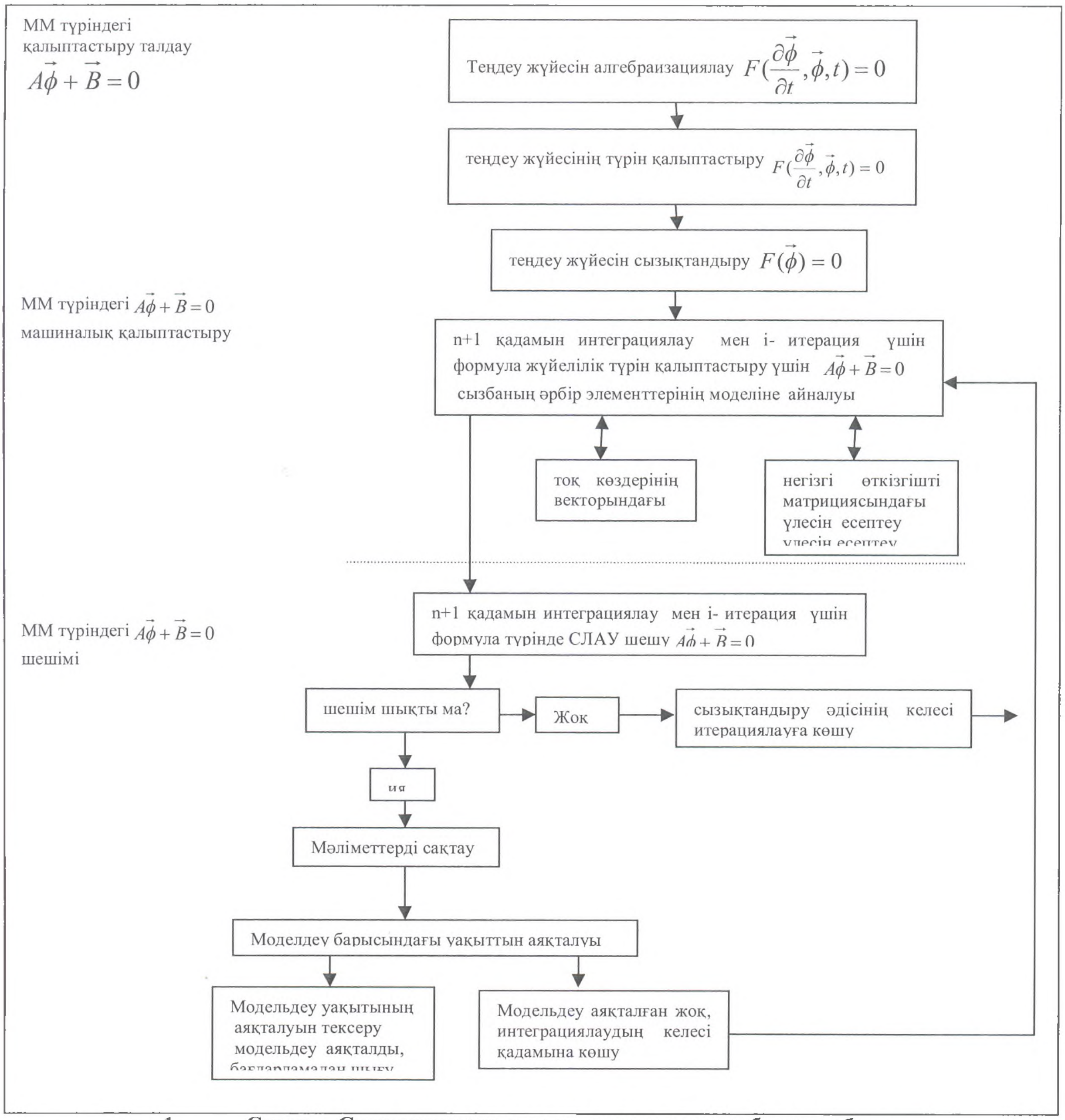
мәнін алуға t дан t_0 ге дейін өзгеру кезінде

(3) формуласы Эйлердің айқын әдістерінің бірі болып табылады. Соған ұқсас болжам жасап, яғни t өзгеру кезінде t_0 дейін $t_1 = t_0 + h$ функциясы $F(\varphi,t)$ тұрақты және тең болып қалады, Эйлердің

айқын емес әдістері болып табылатын $F(\varphi_1, t_1)$ формуласын да алуға болады (1.4).

$$\varphi_{n+1} = \varphi_n + h \cdot F(\varphi_{n+1}, t_{n+1}) \qquad (4)$$

Осы екі формуланы қосып, трапеция әдісінің (5) формуласын алуға болады.



1. **Сурет. – Симулятордың алгоритм жұмысының блок сызбасы**.

$$\varphi_{n+1} = \varphi_n + \frac{h}{2}\cdot(F(\varphi_n, t_n) + F(\varphi_{n+1}, t_{n+1})). \quad (5)$$

Барлық айқын емес әдістерге машиналық уақытының біраз шығындарға әкелетін негізгі шектеулерге шешудің сандық тұрақтылығын анықтайтын h уақытша қадамын интеграциялаудың көлеміне шектеу қою болып табылады. Айқын әдістер үшін интеграциялау қадамының көлемі математикалық модельдеудің нысаны болып табылатын ең төменгі тұрақты сызба уақытына байланысты. (6)

$$h \le C\tau_{\min} \quad (6)$$

Мұндағы C- интеграциялаудың φ_{i+1} формуласын қолдануын рет ретімен анықтайтын тұрақты шама. Интеграциялаудың айқын емес әдістері ең төменгі тұрақты уақытына шектеу.

Бірақ сызықты емес дифференциалды теңдеулерді интеграциялау жағдайында айқын емес әдістер әрбір уақытша қадамында формула сызықты емес алгебралық теңдеулер жүйесін шешуді талап етеді.

Қарастырылып отырған интеграциялау әдістері бір қадамды әдістерге жатады. Сонымен қатар интеграциялаудың копқадамды әдістер қатары де бар, олардың бірқадамды әдістерден негізгі айырмашылығы интеграциялау әдістерінің қадамынан алынған h есептеуіш мағынасына ғана емес, сонымен алдағы өткен бірнеше қадамдарында алынған h мағынасынан да болып табылады. Көп қадамды әдістерді іске асыру кезінде h қадам мағынасының бастапқы жиынтығын алу үшін, h қадам мағынасы сақталып қалатын уақытында бір қадамды әдістерді қолданумен біріншіден бірнеше қадамдар орындалады, содан кейін интеграциялаудың тікелей көпқадамды әдістер қызметін атқарады. Көп қадамды әдістер мысалдарына Гир мен Адамстың әдістерін жатқызуға болады. [3,4,5,6].

Интеграциялау әдістерін қолдану кезінде t_n уақыт сәтінің әрбіреуіне сызықты емес алгебралық теңдеулер түрін шешуін талап етеді (7). ал h шамасын қажет ететін аралығына интервалдың уақытша үсақтауы болып жатады.

$$F(\overline{\varphi})=0 \qquad (7)$$

Сызықты емес алгебралық теңдеулердің жүйесі болып табылатын жалпы түріндегі жүйелерді шешу үшін әр түрлі математикалық әдістері қолданылады: дихотомии әдісі, кесіндінің тепе тең етіп екіге бөліну әдісі, Ньютон әдісі. Есептерді шешу тәжірибесінде толық қарастырылған [3,4], себептер қатарында көбінесе Ньютон әдісі немесе оның модификациясы қолданылады. Ньютон әдісі Тейлор қатарындағы функция түрін [1,7], жіктеуге негізделген. Ньютон әдісі бойынша кейбір нүктелерінде (k+1) әлеуетті және бір өлшемдік жағдайда алу үшін мына түрде жазылуы мүмкін

$$\varphi_{k+1}=\varphi_k-\frac{F(\varphi_k)}{F'(\varphi_k)} \qquad (8)$$

φ_{k+1} бүл жерде- ағымдағы итерациясының потенциалдар мәні, φ_k – алдағы итерациядағы алынған потенциалдың мәні.

Теңдеу жүйесінің жалпы түріндегі формуласы үшін (9) төмендегідей көрсетіледі

$$\overline{\varphi}_{k+1}=\overline{\varphi}_k-Y^{-1}F(\overline{\varphi}_k) \qquad (9)$$

бүл жерде Y – Якоби матрицасы немесе жеке туындының қалыптамасы.

Белгісіз жаңа мәнді есептеу үшін негізгі потенциалдар мәнісінің арттуындағы вектордың нормасы ε берілген көлемнен кем болмауға дейін қайталанып шығады.

$$\left\|\overline{\varphi}_{k+1}-\overline{\varphi}_k\right\|<\varepsilon \qquad (10)$$

Y матрицасы $Y=\frac{\partial \overline{J}}{\partial \overline{\varphi}}$ формулада толық түрінде көрсетіліп, қалыптасады (11).

$$Y=\begin{bmatrix} \frac{\partial J_1}{\partial \varphi_1} & \frac{\partial J_1}{\partial \varphi_2} \dots & \frac{\partial J_1}{\partial \varphi_j} \\ \frac{\partial J_2}{\partial \varphi_1} & \frac{\partial J_2}{\partial \varphi_2} \dots & \frac{\partial J_2}{\partial \varphi_j} \\ \dots & \dots \; \dots & \dots \\ \frac{\partial J_j}{\partial \varphi_1} & \frac{\partial J_j}{\partial \varphi_2} \dots & \frac{\partial J_j}{\partial \varphi_j} \end{bmatrix} \qquad (11)$$

Ньютон әдісінің жинақтылығын жақсартуы мен шешу ізденістерін жылдамдату үшін көптеген алгоритмдер саны әзірленген [7,8,9].

Математикалық моделінің машиналық түрғыдан қалыптастырудағы әдістер тобына шолу. Электрлі тізбектің топологиялық талдауының заманауи әдістер негізін 1847 жылы электрлі тізбектің негізгі заңдар болып жарияланған Кирхгоф енгізді.

Алайда электрлі тізбектердің талдауы мен синтезі типологиялық әдістерінің кеңінен дамуы есептеуіш техниканың көмегімен сызбаларды есепетеуді өндіргеннен бастап бастау алды. Сонымен қатар осындай есептеулерді бағдарламалаудың қарапайым тәсілдерін іздеу міндеттері пайда болды. АЖ математикалық модельдерін қалыптастырудағы базистік айнымалы таңдауымен ажыратылатын әдістер қатары бар [6]. Базистік айнымалы белгісіз мәнін іздеу регінде осы немесе өзге де әдістерде таңдалатын сызбалардың параметрлерін атайды. Базисті таңдау сызбаны математикалық моделімен байланысқан үш маңызды бағдарлама сипатына әсер етеді:

1. Математикалық моделін алыптастырудағы алгоритм қарапайымдылығы;

2. есептеудің жылдамдығы мен нақтылығы сияқты параметрлеріне сондай-ақ модельдеуші сызбаның ең жоғары деңгейдегі көлеміне әсер ететін математикалық модельдің бағдарламалық түсінігінің кқлемі;

3. тамақтанудың 11 көздер түрлері 1 сызбада көрсетілген

4. Таңдалынатын базистің түрлері бойынша теңдеулер жүйесін қалыптастыратын негізгі әдістерге: контурлы тоқтар әдісі (КТӘ), негізгі әлеуеттер әдісі (НӘӘ) және айнымалы жағдай әдісі (АЖӘ). Бұл әдістер Кирхгрофтың теңдеулерді әр түрлі құрастыру және жаңадан жасау тәсілдермен алынған электрондық сызбаларды талдау алгоритмін көрсетеді. Пішінді тоқтар әдісі Кирхгрофтың екінші заңында негізделген. Бұл әдістің базистік айнымалы сызбаның пішін ішіндегі тоқтар болып табылады. ПТӘ қалыптастыратын теңдеу жүйесін осы матрицалық түрінде жазуға болады

$$Z \cdot \vec{j} = \vec{E} \qquad (12)$$

Бұл жерде Z – пішінді кедергінің төртбұрышты бөлінген қалыптамасы, / - пішінді тоқтардың векттор-бағанасы.

ЭДС пішінді вектор-бағанасы.

Сызбадағы тоқтардың боуындағы есептерді шешу үшін ішіндегісінің әрбіреуіндк тоқтың мәні анықталады, тәуелсіз пішіндер бөлінеді. Пішін ішіндегі тоқтың ағыты автоматты түрде таңдалынады. әрбір бөлінген пішінге Кирхгофтың екінші заңы бойынша теңдеу құрастырылады және пішіндегі тоқтың бағыты пішіннің айналым бағытымен сәйкес келеді. Негізгі әлеуеттер әдісі пішінді тоқтар әдісінен қарағанда Кирхгофтың бірінші заңында негізделеді. Бұл әдістің базистік айнымалылығы сызбаның түйініндегі потенциалдар болып табылады. Негізгі потенциалдар әдістеріне сәйкес теңдеу жүйесі қалыптасады, бұл келесі формула арқылы көрінеді:

$$Y \cdot \vec{\varphi} = \vec{J} \qquad (13)$$

Мұндағы Y- негізгі өткізгіштігінің шаршылық бөлінген қалыптамасы, $\vec{\varphi}$- потенциалдар вектор-бағанасы, $\vec{J}$ - тоқ көздерінің вектор-бағанасы.

Негізгі потенциалдар мен пішінді тоқтар әдісіне қарағанда ауыспалы жағдайы әдісіндегі сызба қалпын суреттейтін теңдеулер жүйесі гибридтік болып табылады, яғни ауыспалы ретінде тқтар мен потенциалдар қолданылады. Кез келген электрлі тізбегіндегі L және C реактивті элементтерді құрайтын ауыспалы үрдістер, n-дік тәртібіндегі дифференциалды теңдеулерді мұндағы n- бастапқы тәуелді жағдайлар саны сызбадағы энергия көзінің бастапқы тәуелді қорлар санына тең болғанда жағдайда дифференциалдық теңдеулермен сипатталады. Өйткені (L ,C) қуат көзі сызбаның реактивті элементтерінде қорланады, яғни дифференциалды теңдеулер тәртібі Q бастапқы тәуелсіз қуаты және L индуктивті саны мен ψ бастапқы тәуелсіз ағынды тіркелуі C сыйымдылық санның қосыдысына тең болады. Ауыспалы жағдайы әдісін қолдану нәтижесінде қалыптасқан теңдеулер жүйесінің матрициялық түсінігі (14). түрінде көрсетіледі.

$$\begin{bmatrix} \upsilon_l \\ i_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L & 0 \\ 0 & C \end{bmatrix} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_l \\ i_c \end{bmatrix} \qquad (14)$$

Күрделі электрлі тізбектерді талдаған кезде есептесудегі еңбек сыйымдылығының маңызы зор. Әдетте мұндай есептесулер үшін пайдаланылған матрицияларға негізделген әдістер қолданылады. Бірақ оларға белгілі кемшіліктер тән: бір жағынан ресурсты сыйымдылықты есептеу қажеттігі, ал екінші жағынан алгоритмді есептеу мен сызба топологиясы арасындағы тікелей байланыстылығының жоқ болуына байланысты болу керек. Бұл мәселелерді шешу әрекеттерінің бірі құрылымдық сандар әдісі арқылы сызбалардың есептесулерін есептерді шешу бойынша бір тәсілі деп айтуға болады, оның мәнісі құрылымдық сандардың арнайы алгебраны қолданумен түсіндіріледі [11]. Құрылымдық сан ұғымы алғаш рет С. Беллертпен тұжырымдалған. Құрылымдық санмен α_{ik} түріндегі элементтер жүйесі түсіндіріледі:

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{mn} & \cdots & \alpha_{mn} \end{bmatrix}$$

A={α_1, α_2,..., α_n} бағандар жиынтығы ретінде қарастырылады, яғни формула (сонымен бірге егерде кез келген тәртіпте біркелкі элементтерді құраса бағандар тең болып есептелінеді,) келесі анықтамаларды қанағаттандырады.

Құрылымдық сандар әдісін қолданған жағдайда есептесулерді қысқарту және жеңілдету пішінді тоқтар әдісі арқылы есептесу кезінде қолданылатын есептесулермен салыстырғанда негізгі потенциалдар әдісі мен ауыспалы жағдай әдісі алгебралық матрицияға қарағанда, арине, аксиомалар жүйесінің күрделігінің есебінен жегіледі. Құрылымдық сандар әдісінің арттықшылықтары матриция теориясын қолданатын стандарттық тәсілдер бойынша салыстырғанда келесіден тұрады:

1. электрлі тізбектердің талдау мен жинақтау есептерін шешу кезінде амалдар саны айтарылқтай қысқарады, мәселен, тізбектегі ауыстырылатын функциясы немесе тоқтар мен кернеуді анықтаған кезде;

2. Тізбектер құрылымы немесе қолданылатын элементтер шамасына байланысты шектеусіз электрлі тізбектердің талдау және жинақтау жалпы теориясын жасау үшін негізі қаланады;

3. есептесудегі бөлек формулаларды жазу кезінде үлкен үнемділік байқалады;

4. Құрылымдық сандар теориясы электрлік тізбектер теориясынан басқа алдағы уақыттағы дамуы және басқа да салаларда қолдануға мүмкіндіктерін ашатын дәлелді математикалық аппаратты көрсетеді. Құрылымдық сандар әдісімен көрсетілген сызбаларды талдау кезінде детерминанттық функцияларын есепетеу қажет, олар толық кедергісі бар жайылған анықтағыш матрициялар немесе тізбектердің өткізгіштігі болып табылады. Бұдан біріншіден, қарастырылатын әдістің арттықшылығы: керекті тәуелділікті орнатып, тікелей үлкен матрициялармен қолайсыз есепетеулерсіз-ақ нәтиже алуға болады. Екінші арттықшылығы жалпы сипаттамалармен осындай құрылымдар мен бағандарды қолдануға қызметін атқарады. Формулаларды алу нәтижесінде тізбектерді жинақтау кезінде маңызы зор әмбебап сипаттамасына ие.

Құрылымдық сандар әдісінің үшінші арттықшылығы- жиынтық теориясын қолануы. Бұл бағандар мен электрлік тізбектерді талдаған кезде бөлек тәуелділікті жазу формасында үнемділікті береді. Құрылымдық сандар әдісінің негізінде құрылымдық сандармен қарапайым алгебаралық әркеттері қойылатын тізбектер мен бағандардың осындай түрлендіру амалдары бар. Бұл түрлендірулер матрициялық әдісі арқылы тізбектердің түрленуі кеңінен қолдануын таппаған жағдайда, бағандар теориясы мен электрлік тізбектерді талдауда көптеген жаңа есептерді шешуге мүмкіндік береді.

Көрсетіліп жатқан арттықшылықтарға қарамастан, АЖ математикалық модельдерді қалыптастыратын алгоритм қазіргі кезде ЭЕМ-де жүзеге асыру қиын, сондықтан да қазіргі уақытта тәжірибеде қолданылмайды. Қарастырылыр отырған себептер қатарында [6,10] АЖ математикалық модельдерін қалыптастырушы негізгі әдісі ретінде оның кейінгі талдауы үшін көбінесе бағдарламалар-симуляторлардың негізгі потенциалдар әдісі немесе оның модификациясы қолданылады. Теңдеу жүйесінің түрі (13) талданатын сызбаның құрамдық және топологиялық теңдеулерінен қалыптасады [1/2].

Құрамдық теңдеулер деп сызбаға кіретін әрбір құрамдардар үшін кернеу мен тоқ арасындағы өзара байланыстылықты сипаттайтын теңдеулерді атайды. 1. кестеде АЖ қарапайым элементтері үшін негізгі құрамдық теңдеулер көрсетіліп отыр. Күрделі сызбалы техникалық элементтерді қолданған жағдайда, мысалы, жартылай өткізгішті диод пен әр түрлі түрдегі транзисторларды алатын болсақ, әрбір элементтеріне күрделі компоненттердің тәртібін ұқсататын аса қарапайым элементтерді құрайтын эквиваленттік деп аталатын сызбалар құралады [15,16].

Элемент схемы	Компонентное уравнение
Резистор	$I_R \Rightarrow \frac{\phi_1 - \phi_2}{R(\phi_1, \phi_2)}$
Кондесатор	$I_c = C(\phi_1, \phi_2)\frac{d(\phi_1 - \phi_2)}{dt}$
Индуктивность	$I_l = \frac{1}{L(\phi_1, \phi_2)}\int(\phi_1 - \phi_2)dt$
Идеальный диод	$I_D = I_0(e^{\frac{\phi_1 - \phi_2}{m\phi_T}} - 1)$

1. **Кесте. Электрлік сызбалардағы қарапайым элементтердің құрамдық теңдеуі.**

Электрлік сызбалардағы қарапайым элементтердің құрамдық теңдеуі.

Топологиялық теңдеулер құрамдық теңдеулер арасындағы байланыстылықты көрсетіп отыр және Кирхгоффтың заңдарында негізделеді. Мәселен, Кирхгоффтың тоқ заңына сәйкес топологиялық теңдеулер бойынша теңдеудегі вектор мәні тоқ көзімен қалыптасады (13).

Теңдеу түрі жүйесінің машианалық тұрғыдан қалыптастыру үрдісі (13), 1.1. суреттегі сызбадан тоқтар мен негізгі өткізгіштік матриция векторындағы олардың сандық үлесі туралы ақпаратты енгізумен элементтер моделінің барлық бағдарламалық кодтарын дәйекті түрде жауап алуға тұжырымдалады. АЖ математикалық моделін шешу әдістеріне шолу. [17] дәлелі ретінде біршама 75% барлық математикалық есептерді есептеу СЛАУ арқылы шешуге негізделеді. Бұның себебі, математикалық модельдердің көпшілігі құбылыстар мен үрдістер немесе сызықтық және алгебралық сияқты құрылады не болмаса жоғарыда айтып кеткендей алгоритмдерді алгебрациялау және сызықтандыру арқылы тұжырымдау болып табылады. Осыдан СЛАУ кез келген әдістер арқылы тиімді шешу маңыздылығында жатыр. Барлық математикалық әдістерді [3,4,5], СЛАУ арқылы шешу бірнеше топтарға бөлінеді: тікелей, итерациялық, ықтималдылық. Тікелей әдістерге арифметикалық амалдардың ең соңғы санына шешуіне әкелетін теңдеулер жүйесінің әдістері жатады. Мұндай амалдар теориялық тұрғыдан нақты түрде жүзеге асырылады; осыдан тікелей әдістер арқылы шешуе қолданылатын «нақты шешу әдістер». Алайда машиналық есептеу көз қарасынан алғанда тікелей әдістер арифметикалық амалдардың аппаратпен іске асырлатын және есептеуіш машиналардағы арифметикалық кестенің разрядттығына байланысты, нақты бір нәтижені бермейтінін естен шығармауымыз керек. Мысал ретінде тікелей әдістер арқылы шешуді Гаусстың әдісімен қарастырамыз. Гаусстың классикалық әдісі [3.4], түзу және кері бағыттарды бірізді орындаудан тұрады. Тікелей бағытты орындау кезінде СЛАУ (2) түрінен СЛАУ (15) түрінен ауысуы келтіріледі.

$$U \cdot \vec{\phi} = \vec{J}^{*} \qquad (15)$$

Мұндағы U матриция жоғарғы үшбұрышты матрициясы болып табылады, оның негізгі міндеті Гаусс әдісінің тікелей бағытын алу болып табылады. $\vec{J}^{*}$ векторы да Гаусс әдісінің тікелей бағыты нәтижесінде қалыптасады.

Гаусс әдісінің кері бағыт жасау уақытында U матрициясы мен $\vec{J}^{*}$ векторы арқылы алынған (13) $\vec{\phi}$ жүйесінің вектор шешімін дәйекті түрде алу орын алады. Итерациялық әдістердің классикалық түрі Гаусс-Зейдельдің итерациялық әдісі болып табылады.

Теңдеу түрінің жүйесі (13) жүйенің (1.16) түріне жаңартылуы болуы мүмкін.

$$\vec{\phi} = A\vec{\phi} + \vec{b} \qquad (16)$$

Мұндағы, $\vec{\phi}$ - белгісіз вектор, ал А және $\vec{b}$ - вектор және кейбір жаңа матрициялар. Бұл жүйені (6) қозғалмайтын нүкте туралы есеп ретінде өздігінше түсіндіру болады және $\vec{\phi}^{(k)}$ жуықтау дәйектілігінің рекурренттік арақатынаспен $\vec{\phi}^{(*)}$ қозғалмайтын нүктесін анықтау (17).

$$\vec{\phi}^{(k+1)} = A\vec{\phi}^{(k)} + \vec{b} \qquad (17)$$

$\vec{\phi}_0$ кейбір вектормен басталатын және арақатынасты сипаттайтын итерациялық үрдіс қарапайым итерация әдістері деп аталады. Гаусс-Зейдельдің әдісімен (17), қарапайым итерация әдістер түрінің өзгеруі аңғарылады, (k+1) компоненттерді есептеу үшін $\vec{\phi}^{*}$ ізделіп отырған векторына (k+1) табылған қадамы, алдағы компоненттердің жаңа мәнісі қолданылады. Бұл (13), түріндегі жүйесі үшін n теңдеулерден тұратын (16) белгілі бір жағдайлар арқылы жүйеге көшірілген, Зейдельдің әдісі бойынша оның шешіміне жуықтауы теңдік жүйелер арқылы анықталады.

Итерациялық әдістер тәжірибеде сирек қолданылады, сондықтан айтарлықтай кемшіліктер қатарына ие. Олардың негізгісіне есептеуде жіберілетін елеусіз қателер және әдістемелік қателерге қосу қажеттілігімен байланысты сонымен қатар итерациялық үрдісі жинақтылығының жоғары жылдамдылығын

қамтамасыз ету үшін нақты шешуден жеткілікті жақындықта бастапқы жуықтауды таңдау қажеттігін жатқызуға болады. Кейбір жағдайларда бастапқы жуықтауды нашар таңдау немесе матрицияның негізгі диагональдың

диагональдық басымдылықтың жоқтығы кезінде итерациялық әдістер шешімге мүлдем үйлеспейді [8,9,10,11]. Тікелей әдістер СЛАУ шешу әдістері ретінде симуляторларды әзірлеу кезінде көрсетіліп отырған кемшіліктерді қолдануға мәжбүр етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Davis A.T. Implicit mixed-mode simulation of VLSI circuits. // PhD dissertation, University of Rochester, New York, 1991.
2. Inside SPICE. McGraw Hill, 1994.
3. Косарев В.И. 12 лекций по вычислительной математике.- М.: Издательство МФТИ, 2000.
4. Вержбицкий В.М. Основы численных методов.- М. : Высшая школа, 2002.

5. Лобанов А.И. , Петров И.Б. Лекции по вычислительной математике. М. : Бином. Лаборатория знаний. 2006.

6. Чуа Л.О., Лин Пен-Мин. Машинный анализ электронных схем: Алгоритмы и вычислительные методы. М. : Энергия, 1980.

7. Liniger W. A stopping criterion for the Newton-Raphsonmethod in implicit multistep integration algorithms for nonlinear systems of ordinary differential equations. // Communications of the ACM, vol. 14, issue 9. 1971.

8. Moursund D.G. Optimal staring values of Newton-Raphson calculation. // Communications of the ACM, vol. 10, issue 7, 1967.

9. Beyer W.A. A note on starting the Newton-Raphson method. // Communications of the ACM, vol. 7, issue 7, 1964.

УДК 579

Исмаилова Айсулу Абжапаровна

Доктор PhD, Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина. Астана, Казахстан

ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Аннотация: **В математических моделях динамики биомасс микробиологических сообществ исследуются свойства решений. Модель системы с протоком применяется для исследования фитопланктонного сообщества в водной экосистеме. Свойства решений совпадают с динамикой природных сообществ, демонстрируя доминирование отдельных видов в сообществе.**

Abstract: In mathematical models of biomass dynamics of microbial communities explores the properties of solutions. System model with flow is used to study fitoplanktonnogo community in the aquatic ecosystem. Properties of solutions to coincide with the dynamics of natural communities, demonstrating the dominance of certain species into the community.

Ключевые слова: Математическая модель, Водная экосистема, Фитопланктон, Биомасса

Key words: **mathematical model, Aquatic Ecosystem, phytoplankton Biomass**

Введение

Оценка биологической продуктивности экологических систем имеет большое значение для изучения состояния природной среды и возможностей рационального природопользования. Для водных экосистем биологическая продуктивность может быть оценена на основе продуктивности фитопланктона [1]. Продуктивность фитопланктона в значительной мере определяется процессом потребления минеральных веществ при строительстве растительного организма в ходе фотосинтеза [2]. При изучении состояния и функционирования фитопланктона важную роль в настоящее время играют данные дистанционных методов зондирования поверхности морей и океанов. В частности, искусственные спутники Земли позволяют получить данные о содержании минеральных веществ и хлорофилла в поверхностном слое. Данные о хлорофилле (в первую очередь, хлорофилле «а») дают возможность оценить содержание фитопланктона и дать грубую оценку первичной продукции [3]. Данные о минеральных веществах (на основе азота, фосфора, кремния и других химических элементов), составляющих материальную основу для построения растительных организмов в процессе фотосинтеза, дают возможность оценить характеристики продукционных процессов