

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

Big Data инфраструктура – фактор преодоления «разрывов» в проводимых мониторинговых исследований в эпоху Big Data. Таков эволюционный процесс.

Список использованных источников:

- 1 Clarke, R. Big data, big risks //Information Systems Journal. 2016. Volume 26. P. 77-90
- 2 Cui, Q., Gong, Z., Ni, W., Hou, Y., Chen, X., Tao, X. and Zhang, P. Stochastic Online Learning for Mobile Edge Computing: Learning from Changes // IEEE Communications Magazine journal. 2019. Volume 57 . P. 63-69
- 3 Hofmann, E. and Rutschmann, E. Big data analytics and demand forecasting in supply chains: a conceptual analysis.//The International Journal of Logistics Management, 2018. Volume 29. P. 739-766
- 4 Раевич А.П., Добронев Б.С. Разработка концептуальной модели оперативно-аналитических витрин данных // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. №7(4). С.1-13. [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/Raevich\\_4\\_19\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/Raevich_4_19_1.pdf). DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.002.
- 5 Ахрем А.А., Рахманкулов В.З., Южанин К.В. О сложности редукции моделей многомерных данных // Искусственный интеллект и принятие решений, 2016, №4. С.79-85.
- 6 Moving Towards Real-Time Analytics: All About In-Memory Computing and Self-service BI // Financial and credit activity: problems of the theory and practice. 2019. №1(28). P. 272-278
- 7 Brezhnev R.V., Maltsev E.A. An Ontological Spatial Monitoring System for Agricultural Land Monitoring // Pattern Recognition and Image Analysis, 2015, vol.25. No.2. P.201-208.
- 8 Брагинская Л.П., Григорюк А.П., Ковалевский В.В. Онтологический подход к организации информационной поддержки исследований в активной сейсмологии // Тезисы межд. конф. «Марчуковские научные чтения-2020» (МНЧ-2020, 19-23 октября 2020). –Новосибирск. 2020. С.68-69. DOI:10.24411/9999-017A-2020-10369

## **ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫҢ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ АЙНЫМАЛЫ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ЖЕЛ ТУРБИНАСЫН МОДЕЛЬДЕУ**

Баймағанбет Қарлығаш Асылбекқызы  
baimaganbet.karlygasshh@mail.ru

7М07102 – Автоматтандыру және басқару» білім беру бағдарламасын магистранты Баймағанбет  
Қарлығаш Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекші – А.К.Шукирова

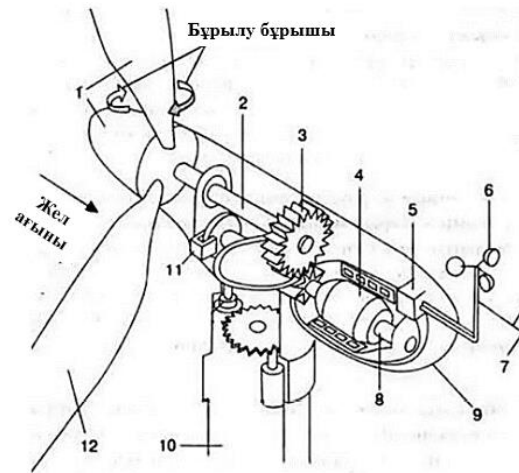
Жел энергетикасының қондырғысы (ЖЭҚ) – желдің кинетикалық энергиясын электр, жылу және энергияның басқа кез келген түріне түрлендіруге арналған баламалы энергетикалық құрылғы.

Жел генераторы – желдің әсерінен жел қондырғысының қалақтарының механикалық айналуынан электр энергиясын өндіретін, содан кейін тұтынушылық пайдалануға тарататын құрылғы. Қазіргі таңда жел генераторларының екі түрі белгілі. Олар:

- Көлденең жазықтықта осьтің айналуы;
- Тік жазықтықта осьтің айналуы.

Жел энергиясын басқаратын айналу элементінің орналасу осы олардың басты құрылымдық айырмашылығы болып табылады.

Жел генераторының жұмыс істеу принципі өте қарапайым. Жел ағыны жел дөңгелегінің қалқаншаларына қысым жасайды. Ал, жел дөңгелегіндегі ротор төмен жылдамдықты білікке бекітілген. Желдің әсерінен жел дөңгелегі айнала бастайды және жел энергиясын механикалық энергияға айналдырады. Төмен жылдамдықты біліктен беріліс қорабы арқылы механикалық қозғалыс электр генераторының білігіне беріледі. Электр генераторының роторы айналғанда механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіру жүзеге асырылады. 1 суретте жел генераторының құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



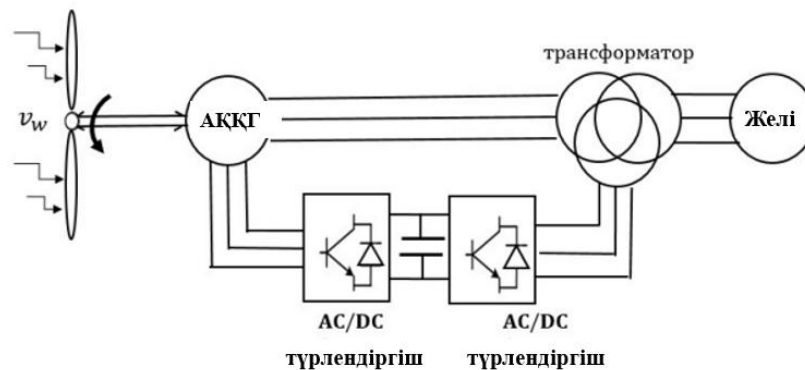
**Сурет 1** Жел электр қондырғысының конструктивті құрлымы

Жел электр қондырғысының турбинасы қалқаншалардан, ротор күпшегінен және байланыстырушы компоненттерден тұрады. Жетек берілісі турбинаның айналмалы массасынан, төмен жылдамдықты біліктен, беріліс қорабынан, жоғары жылдамдықты біліктен және генератордың айналмалы массасынан түзіледі. Ол турбинаның механикалық энергиясын генератордың роторына жібереді, онда ол электр энергиясына айналады. Жел турбинаның роторына көлденең осьпен соғып, оны айналдырады. Төмен жылдамдықты білік энергияны беріліс қорабына жібереді, бұл жылдамдықты арттырады және жоғары жылдамдықты білікті айналдырады. Жоғары жылдамдықты білік генератордың айналуына әкеледі, сондықтан электр энергиясын өндіреді. Ротор желге қарайтындай етіп гондоланы бұру үшін иілу жүйесі қолданылады. Төмен жылдамдықты білікте аэродинамикалық тежегішті басқаратын гидравликалық жүйеге арналған құбырлар бар. Жоғары жылдамдықты білік апаттық механикалық тежегішпен жабдықталған ол аэродинамикалық тежегіш істен шыққан жағдайда қолданылады.

*Айнымалы жылдамдықты жел электр қондырғы*

Соңғы кездері жел электр қондырғысында (ЖЭҚ) жел турбинасына желдің жылдамдығы немесе турбина білігіндегі айналу моменті өзгерген кезде жылдамдықты өзгертуге мүмкіндік беретін айнымалы жылдамдықты технологиялар кеңінен қолданылуда. Турбинаның айналу жиілігін реттеу ЖЭҚ беріліс қорабының механикалық тозуын азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жел турбинасының жылдамдығын жел жылдамдығына бейімдеу тиімділікті арттыруға және желіге берілетін қуаттың ауытқуын азайтуға мүмкіндік береді. Айнымалы жылдамдықты жүйелерде генератор әдетте электр желісіне электронды жүйе арқылы қосылады.

Асинхрондалған қос қуат генераторына негізделген жел энергетикасының типтік жүйесі суретте көрсетілгендей фазалық роторы бар асинхронды генератордан, түрлендіргіштен және трансформатордан тұрады.



**Сурет 2** Асинхронды қос қуат генераторы бар ЖЭҚ

Асинхронды генераторда ротор орамасын қосуға арналған сырғымалы сақиналар бар және айнымалы жылдамдықпен жұмыс роторға реттелетін кернеуді сырғанау жиілігімен беру арқылы жүзеге асырылады.

Түрлендіргіші бар жел қондырғысының әдеттегі конфигурациясы суретте көрсетілген.

*Әр түрлі жел генераторлары үшін жел энергиясын пайдалану коэффициенті*

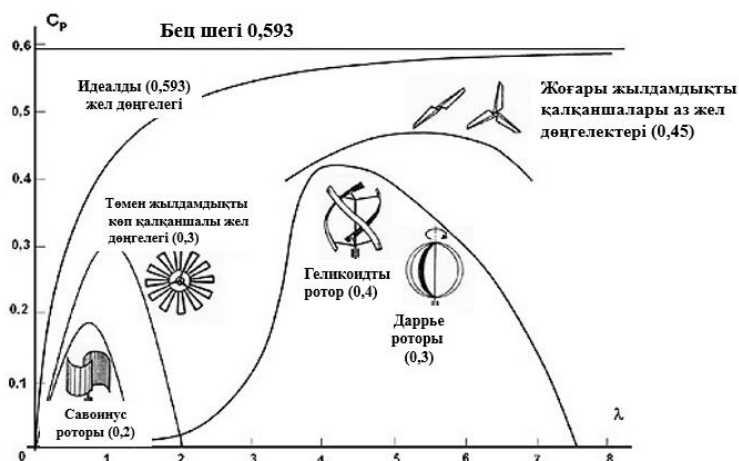
Ағынның бір бөлігі құйындарға, сондай-ақ, құрылымның геометриялық ерекшеліктерін ауамен орау, механикалық шығындарға және т. б. кететінін ескеру қажет. Нақты жағдайда алуға болатын желдің потенциалдық энергиясының максималды мөлшері 30-50% құрайды. Осыны ескере отырып, біз формуласын түзетеміз.

$$P = \xi \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v^3 \cdot \rho \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{ген} \quad (1)$$

мұндағы,  $\xi$  - жел энергиясын пайдалану коэффициенті (жоғары жылдамдықты жел генераторларында қалыпты режимде  $\xi = 0,4 - 0,5$  құрайды);  $R$  – жел генератор роторының радиусы, м;  $\eta_{ред}$  – редуктордың ПӘК-і,  $\eta_{ген}$  – генератордың ПӘК-і.

Идеал жел дөңгелегінің жел энергиясын пайдалану коэффициенті 0.593 екендігі теориялық тұрғыдан дәлелденді. Ол жел турбинасына дейінгі және кейінгі жылдамдықты өлшеу арқылы бағаланады. Турбинадан өткеннен кейін желдің жылдамдығы әрдайым аз болады, өйткені қалқаншалар желдің кинетикалық энергиясының бір бөлігін алады. Дәл осындай энергия мөлшері жел турбинасының механикалық энергиясына айналады. Айта кету керек, егер турбинаның артындағы желдің жылдамдығы нөлге айналса, жел турбинасы қол жетімді кинетикалық энергияның 100% алады. Алайда жел турбинасының артындағы желдің нөлдік жылдамдығы физикалық тұрғыдан мүмкін емес. Өйткені бұл бүкіл ағын тоқтайды дегенді білдіреді. Шын мәнінде, ағын физикасы шығуда белгілі бір жел жылдамдығының болуын талап етеді, яғни жел генераторы қол жеткізе алатын тиімділіктің теориялық шегі бар. Бұл шек Бетц шегі деп аталады. Бұл дегеніміз, әлемдегі бірде-бір жел турбинасы ешқашан тиімділік шегінен 59,3-тен аспайды%.

Жел энергиясын пайдалану коэффициенті жел генераторларының геометриясына байланысты өзгереді. Оның ең көп таралған ЖЭҚ үшін мәні суретте график түрінде ұсынылған.



**Сурет 4** Әр түрлі жел генераторлары үшін жел энергиясын пайдалану коэффициенті

Қазіргі уақытта көлденең жел генераторлары үшін жел энергиясын пайдалану коэффициенті орташа есеппен 0,4 % , ал тік айналу осі бар генераторлар үшін 0,38 %-ды құрайды.

Төмендегі суретте жел турбинасының қалқаншасына жел күшінің әсері суреттелген. Турбина арқылы өтетін желдің жылдамдығы а шамасына азаяды, Г.Х.Сабининнің теориясы бойынша 0,586-ға тең, ал Жуковский (Бетц) теориясы бойынша 2/3-ке тең деп қабылданады.



Сурет 5 Жел генераторының қуаты мен жел жылдамдығының графигі

Бұл тарауда біз жел турбинының бұрышын басқаруға арналған үш контроллерді қолданамыз, сонымен қатар олардың әрекетін зерттеу және нәтижелерін зерттеу үшін Simulink-ке контроллерлерді енгіземіз.

### ЖЭҚ өндіретін қуат пен энергия

ЖЭҚ-сының қуат формуласы келесідей:

$$P_{\text{ЖЭҚ}} = \frac{1}{2} C_p \rho A v^3 \text{ [Вт]} \quad (2)$$

Жел доңғалағымен белгіленген аймақ шеңбер тәрізді болғандықтан  $A = \frac{\pi D^2}{4}$ , жел доңғалағына энергия редуктор арқылы берілетіндіктен, редуктордың ПӘК-ін  $\eta_{\text{ред}}$  ескерген жөн. Сондай-ақ, электр энергиясын түрлендіретін генератордың ПӘК-і  $\eta_{\text{ген}}$  бар. Демек, ЖЭҚ-ның қуатын киловатт арқылы төмендегідей түрлендіруге болады:

$$\begin{aligned} P_{\text{ЖЭҚ}} &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} C_p \rho \cdot \pi D^2 \cdot v^3 \eta_{\text{ред}} \eta_{\text{ген}} \cdot 10^{-3} \\ &= 0.3925 C_p \rho D^2 \cdot v^3 \eta_{\text{ред}} \eta_{\text{ген}} \cdot 10^{-3} \text{ [кВт]} \end{aligned} \quad (3)$$

$C_p$ -ның жел жылдамдығына тәуелділігін біле отырып, жылдамдыққа байланысты жел қуатының сипаттамасын құруға болады.

Қуатты реттеу әдістері. Қуатты реттеу әдісіне сәйкес барлық жел қондырғылары екі түрге бөлінеді: pitch және stall.

Pitch реттеу - бұл желдің жылдамдығына сәйкес қалқаншалардың шабуыл бұрышының өзгеруі;

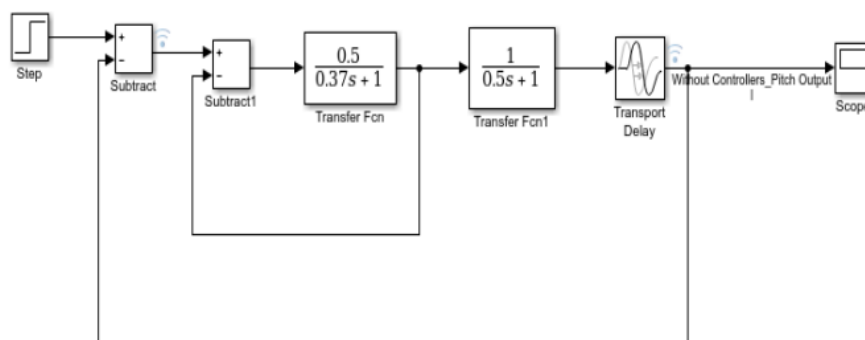
Stall реттеу - бұл қалқаншалардың шабуыл бұрышы өзгермеген кезде, бірақ қалқаншалардың ұзындығы бойынша профилі желдің жылдамдығы жоғарылаған кезде қалқаншаның жеке бөліктерінің тиімділігі төмендейтіндей етіп жасалады.

### Модельдеу және нәтижелер

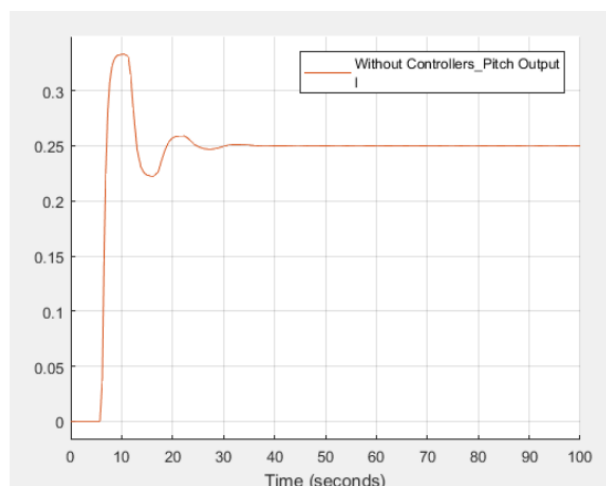
Контроллерсіз модельдеу

Бұл тарауда біз жел турбинының бұрышын басқаруға арналған үш контроллерді жасаймыз, сонымен қатар олардың әрекетін зерттеу және нәтижелерін зерттеу үшін Simulink-ке контроллерлерді енгіземіз.

Алдымен біз шығыс сигналын алу үшін ешқандай контроллерсіз жел турбины жүйесін модельдейміз. Төмендегі суретте ешқандай контроллері жоқ Simulink жел турбинының моделі көрсетілген.



Сурет 7 Simulink ортасында жел турбинасының контроллері жоқ моделі



Сурет 8 Жел генераторын контроллерсіз іске қосудың қадамы

Уақытша аймақ	Контроллерсіз
Кешіктіру уақыты (s)	8
Өсу уақыты (s)	0,813
Орнығу уақыты (s)	38
Ең биік нүктесі (%)	32,157
Тұрақты күй қатесі	0,75

Кесте 1 Контроллерсіз бірлік қадамын енгізу үшін уақыт аймағының сипаттамасы

Жел турбинасының қадамын реттеу жүйесінің контроллерсіз бір қадамға реакциясы суретте көрсетілген. Біз қажетті шығыс сигналын алмаймыз, өйткені кіріс бірлік қадамын пайдаланады, мұнда тұрақты мән 1-ге тең емес. Сонымен қатар, ең биік нүктесі 32% құрайды және дамымау өте үлкен, бұл жүйенің тұрақсыздығына әкеледі. Жауаптар кестесінде байқалатын уақыт аймағының сипаттамалары 1-кестеге келтірілген.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Окулов В.Л., Ван Куик Г.А.М. Предел Беца – Жуковского для максимального значения коэффициента использования ветра // Альтернативная энергетика и экология – 2009. № 9. С. 106 – 112.
2. Кривцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. Ветроэнергетика. Харьков : ХАИ, 2014. 158 с

3. Han, Bing, Lawu Zhou, Fan Yang, and Zeng Xiang, "Individual Pitch Controller Based on Fuzzy Logic Control for Wind Turbine Load Mitigation," IET Renewable Power Generation, vol.10.5, pp.687-693, 2016

4. A.V.A. Macedo, and W.S. Mota, "Wind Turbine Pitch Angle Control Using Fuzzy Logic," IEEE, pp. 1-6, 2012.

УДК: 004.928

## СҰЙЫҚТЫҚТАРДЫҢ 3D СИМУЛЯЦИЯСЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ

Бауыржанқызы Аружан

[bauyrzhanovaaruzhan@gmail.com](mailto:bauyrzhanovaaruzhan@gmail.com)

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Компьютерлік және программалық инженерия кафедрасының  
магистранты, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекші – Т. Мирғалиқызы

**Кіріспе.** Сұйықтықты модельдеу компьютерлік графикада ұзақ тарихқа ие және соңғы үш онжылдықта жүздеген зерттеушілерді қызықтырды. Сұйықтықтың визуалды модельдері көптеген салаларда әртүрлі қолданыстарға ие, робототехникадан бастап киноиндустрия мен медицина салаларында, компьютерлік ойындар, VR және AR бағдарламалары үшін, виртуалды ота жасайтын симуляторлар, интерактивті программалар, үшөлшемді сурет көрмелерінде пайдаланылып келеді. Сұйықтық симуляциясының шынайы 3D анимациясында рендеринг үшін жоғары деңгейлі егжей-тегжейлі 3D моделі бар. Шынайы кескіннің нәтижесі көрсетілімге кететін уақытқа әсер етеді [1]. Сұйықтықты модельдеуде әртүрлі әдістер мен модельдер бар және оларды компьютерлік графикада қолдануға болады. Бұл мақалада сұйықтықтың үшөлшемді симуляциясын жүзеге асыруға болатын модель мен әдістер негізінде жалпы ғылыми шолу жасалды. Навье-Стокс тендеулеріне негізделетін Эйлер, Лагранж және гибриді әдістердің қазіргі кезде қолданысқа ие және өзекті түрде дамып келе жатқан түрлеріне қатысты библиографиялық шолу жасалды.

**Сұйықтықтарды модельдеу.** Қазіргі уақытта зерттеушілер шынайы визуалды эффектке қол жеткізу үшін нақты физиканы модельдеу қажет деп тұжырымдайды, сондықтан сұйықтықтарды графикалық визуализациялау саласы есептеу гидродинамикасы (CFD) деп аталатын сұйықтықтарды физикалық шынайы модельдеу аймағымен тығыз байланысты. Компьютерлік графика зерттеушілері компьютерлік графика қосымшалары үшін қолдануға және өзгертуге болатын алгоритмдерді іздеу үшін CFD туралы кең көлемді зерттеулер жүргізілуде. Сұйықтық симуляциясының мінез-құлқының өзгерісіне байланысты есептеу шығындары бар болғандықтан, әдетте сұйықтықты модельдеу автономды режимде жүзеге асырылады [2].

### Моделдері мен әдістері.

**Навье-Стокс тендеулері.** Көп жағдайда CFD есептерін шешу тұтқыр сұйықтық компоненттердің қозғалысын сипаттайтын сығылмайтын Навье-Стокс тендеулеріне негізделеді (1-2), [3, 3 б.]. Бұл тендеулер сұйықтықтағы кернеу диффузиялық тұтқыр мүшенің (жылдамдық градиентіне пропорционалды) және қысым мүшесінің қосындысы ретінде сұйықтықтың қозғалысына Ньютонның екінші заңын қолдану нәтижесінде пайда болады:

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \vec{u} * \nabla \vec{u} + \frac{1}{\rho} \nabla p = \vec{g} + \nu \nabla^2 \vec{u} \quad (1)$$

$$\nabla * \vec{u} = 0 \quad (2)$$

мұндағы  $\vec{u}$  - жылдамдық,  $\rho$  – тығыздық және  $p$  – сұйықтық қысымы.  $\vec{g}$  – ауырлық күші әсерінен еркін түсу үдеуі. Соңғы мүше  $\nu$  – кинематикалық тұтқырлық. Ол сұйықтықтың тұтқырлығын өлшейді, яғни сұйықтық ағынның деформациясына қаншалықты қарсы тұра алады.

**Эйлер әдісі.** Эйлер көзқарасы бойынша сұйықтықтың қасиеттері кеңістіктің бекітілген нүктелерінде сақталады және бақыланады. Әрбір нүктеде, сұйықтық бар аймақта жылдамдық, тығыздық немесе қысым сияқты шамалардың өлшемдері сұйықтық өткен сайын уақыт бойынша қалай өзгеретінін бақылауға болады [3, 7-9 б.]. Бұл нүктелердің орны ешқашан өзгермейді. Содан