

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **ВЕСТНИК КазННТУ**

**VESTNIK KazNRTU** \_\_\_\_\_

**№3 (115)**

**С.К. Коданова, М.К. Исанова, С.Т. Көшербаева\***

(эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы, \*E-mail: beautifulgirl\_892@mail.ru)

### **ИНЕРЦИЯЛЫҚ ТЕРМОЯДРОЛЫҚ СИНТЕЗДІҢ ТЫҒЫЗ ПЛАЗМАСЫНЫҢ ТРАНСПОРТТЫҚ ҚАСИЕТІН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМА ҚҰРУ**

**Аннотация.** Жұмыста инерциялық термоядролық синтездің (ИТС) тығыз плазмасының транспорттық қасиетін компьютерлік моделдеу бойынша бағдарламалық кешен жасақталды. Бағдарламалық модуль пайдаланушыларды зертханада физикалық эксперименттер және теориялық есептеулер арқылы алынған графикалық түсіндірме, сондай-ақ кесте түрінде де жалпы ақпаратпен қамтамасыз етеді. Құрылған автоматтандырылған кешен ИТС тығыз плазманың транспорттық қасиетін зерттеу үшін ыңғайлы және сенімді құрал болып табылады. Жоба бойынша құрылған бағдарламалық кешен идеалды емес тығыз плазманың қасиеттерін зерттеу және моделдеу үшін теориялық және практикалық маңызы бар. Бағдарламалық модуль негізінде алынған сандық нәтижелер басқа авторлардың теориялық және эксперименттік жұмыстарымен салыстырылды.

**Түйін сөздер:** тығыз плазма, инерциялық термоядролық синтез, ақпараттық-бағдарламалық кешен, компьютерлік моделдеу, визуалдау

#### **Кіріспе**

Көп жылдан бері атомдық және ядролық физиканың классикалық мәселесінің бірі иондаушы сәулелік заттармен әсерлесуін зерттеу болып табылады. Мәселе болашақ энергияға байланысты, сондықтан бұл тақырып аясындағы қызығушылықтар көп жылдан бері зерттелуде. Осы мәселеге байланысты әр түрлі аспектілердің ішінде аса маңызды орынды инерциялық термоядролық синтез (ИТС) ауыр иондар шоғыры аясындағы зерттеулер алады. Қызығушылық танытудың басты себебі табиғи отын қорларының азаюуы, бұл энергетикалық мәселелерді шешу жолдарының бірі болып термоядролық синтез табылады. ИТС ауыр иондар шоғырында ауқымды энергетикалық қондырғыларды құру жолдарын ұсынады. Плазманы қолданудың аса маңызды қиындығы эксперименттік зерттеу. Сондықанда әр түрлі жағдайда тығыз плазма қасиеттерін білу үшін компьютерлік экспериментті қолдану қажет. Компьютерлік моделдеу энергетикалық мәселелерді шешуде ИТС тығыз плазманы қолдану үшін қажетті маңызды сұрақтарға жауап береді. Осыған байланысты бірнеше мәселелер туындады, біріншіден, олардың тығыз плазманы қолдану технологиялар дамыту мақсатында жүйеде болатын физикалық процестерді зерттеу, екіншіден, қолданушыларға плазма қасиеттері туралы ашық ақпараттық болуы.

#### **Бағдарламалық жасақтама технологиясы**

Біздің заманымыздың ең маңызды инженерлік мәселелердің бірі – үлкен бағдарламалық кешендерді құру болып табылады. Бағдарламалау технологиясы – бағдарламалық қамтамасыздандырудың құрылуын және дамуын қамтамасыз ететін ғылыми – дәлелді нұсқаулар әдістерінен тұратын жүйе.

Бағдарламалық жасақтама саласында 2 тенденция бой көтерген. Біріншісі – бағдарламалардың тез өсуі, сонымен қатар Web үшін де құрылған бағдарламалар. Екінші тенденция – инструменталды құралдар мен парадигмалардың өркендеуі (жобалау тәсілдері) [1].

Бірақ, жаңа тенденциялардың пайда болуына қарамастан, бағдарламалық қамтамасыз етуді жасақтаманың негізгі кезеңдері өзгеріссіз қалды:

- Бағдарламалық қамтамасыз етуді жасақтау процесін анықтау;
- Жасақтаманы басқару жобасы – негізгі мәліметтер;
- Бағдарламалық өнімнің толық сипаттамасы;
- Өнімді жобалау;
- Өнімді жасақтау, яғни оның жобалануы;
- Өнімнің бөлшектерін тестілеу;
- Бөлшектердің интеграциялануы және өнімді толық тестілеу;
- Өнімді сүйемелдеу.

Шынайы бағдарламаларды жобалау процесінің қиыншылығы – оның күрделілігінде және осы мәселені шешу жолында жобалау процесінің өзі тұрады. Процестің әртүрлі жолдары бар, солардың ішіндегі ең маңыздысы – сарқырама моделі.

Бағдарламаларды жасақтаманың классикалық түрі сарқырама моделі болып табылады, бұл процесс негізінде талаптардың сараптамасы, жобалау, іске асыру, интеграция және тестілеу көрсетіледі (сур. 1).

- Талаптардың сараптамасы өнімге қатысты міндеттердің құрылымының ішінде болады. Зерттеу мәселелері жүргізіледі және тапсырыс берушінің барлық талаптары анық тұжырымдалады. Барлық талаптарға сай болатын жобалық шешімдер жасақталады. Бұл сатының нәтижесі болып жобалық құжаттар жинағы есептеледі. Осы құжат жинағы жобаны іске асыру үшін барлық қажетті деректерді қамтиды.

- Іске асыру - бұл бағдарламалау. Іске асырудың нәтижесі - барлық дәрежелердің бағдарламалық кодтары болып табылады, яғни жоғары деңгейлі бағдарламалау жүйесінен жинақталатын, төртінші буынды тілді құрастырушы немесе кез келген басқа тілде жасалған.

- Интеграция – жеке бөлшектерді жинау негізінде толық өнімді алуға болатын жинақтау процесі.

- Тестілеу – талаптарға сай алынған бағдарламалық қамтамасыз етуге тексеріс жүргізіледі. Сынақ амал жасырын ақауларды анықтауға мүмкіндік береді [2].

Шын мәнінде, берілген фазалар қатаң бірінен кейін бірі тізбектеліп орындалмайды, тек жартылай орындалады. Практика жүзінде алдыңғы фаза аяқталмай тұрып та кез келген фазадан бастай беруге болады.



1-сурет. Жасақтаманың қарапайым моделі

### Тығыз плазманың транспорттық қасиеттерін зерттеу бойынша бағдарламалық жасақтама

Инерциялық термоядролық синтез (ИТС) - термоядролық отын өзінің инерциялық күшімен ұстап тұратын физикалық процесс. Процесс тез жүреді және термоядролық отын бірқалыпты қызады, сондықтан пайда болған плазма ұшу уақытына дейін әсер етіп үлгереді. Инерциялық синтездің физикалық принциптерінің зерттеуі кезіндегі ең маңызды түсінік нысана болып табылады. Нысана - ішінде сутегі және сутегі изотоптары бар қабықша. Нысананы сығу кезінде түрлі процестер жүреді, нәтижесінде тығыз жоғары температуралы плазма алынады. Мұндай плазманың транспорттық қасиеттерін зерттеу үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді анықтау және дамыту, осы зерттеудің маңызды сипаттамасы болып табылады [5].

ИТС тығыз плазмасының транспорттық қасиеттерін зерттеу мен сараптауға арналған диалогтық модульдер мен интерфейс объектілі-бағытталған бағдарламалау тілі Borland Delphi 7 ортасында жасалған. Delphi - объектілі-бағытталған жоғары деңгейдегі тіл және интеграцияланған визуализация жасау ортасы. Ол Windows және Linux бағдарламаларын жасау үшін пайдаланылады. Delphi программасында өз VCL (Visual Component Library) кітапханасын пайдаланады және кросс-платформа нұсқасы - CLX (Component Library for Cross Platform) кітапханасын қолданады. Delphi жоғары деңгейдегі басқару нысандарды, ағынды, жад ұйымдастыруды қамтамасыз етеді. Ақаулықтарды жою және күйін келтіретін ыңғайлы құралдар бар. [2-4]

Бағдарламалық жасақтама интерфейсі Windows үшін стандартты қосымшалар талаптарына сәйкес әзірленген. Графикалық пайдаланушы интерфейсі көпдеңгейлі моделі өте алуан және белгілі бір дәрежеде аппараттық және операциялық платформасында бағытталған болып табылады (сур. 2).



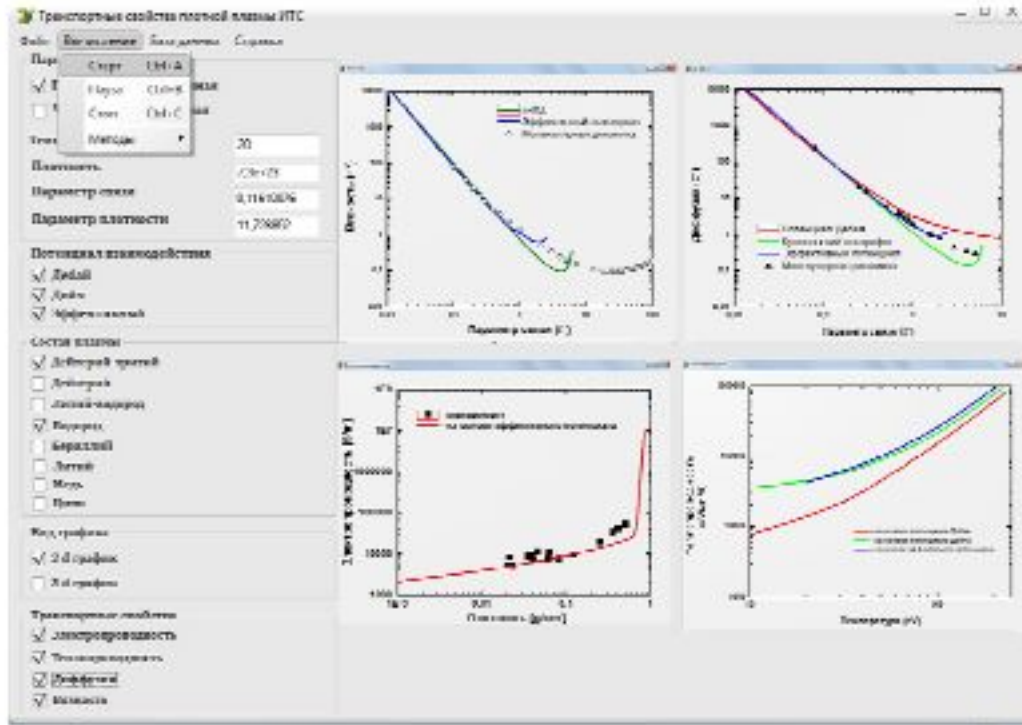
2-сурет. Графикалық интерфейсті жүзеге асыру сызбасы

Осылайша ең маңызды міндет пайдаланушыға қол жетімді мүмкіндіктердің бүкіл жинағын, барлық платформаларда бағдарламалармен оның өзара әрекеттесу технологиялары мен процестерді біріктіруді сақтау болып табылады. ИТС тығыз плазманың транспорттық қасиеттерін зерттеу бойынша бағдарламалық жасақтама интерактивті түрде оның мынадай қасиеттерін, яғни жылуөткізгіштік, электрөткізгіштік, диффузия және тұтқырлықты кең ауқымды  $r_s$ ,  $\Gamma$ ,  $\mu$ ,  $T$  параметрлердің әрекеттесуімен түрлі моделдер үшін әр түрлі әдістердің көмегімен моделдеу (сур. 3). Интерфейс «Параметры плотной плазмы», «Модели взаимодействия», «Транспортные свойства», «График» бөліктерінен тұрады.



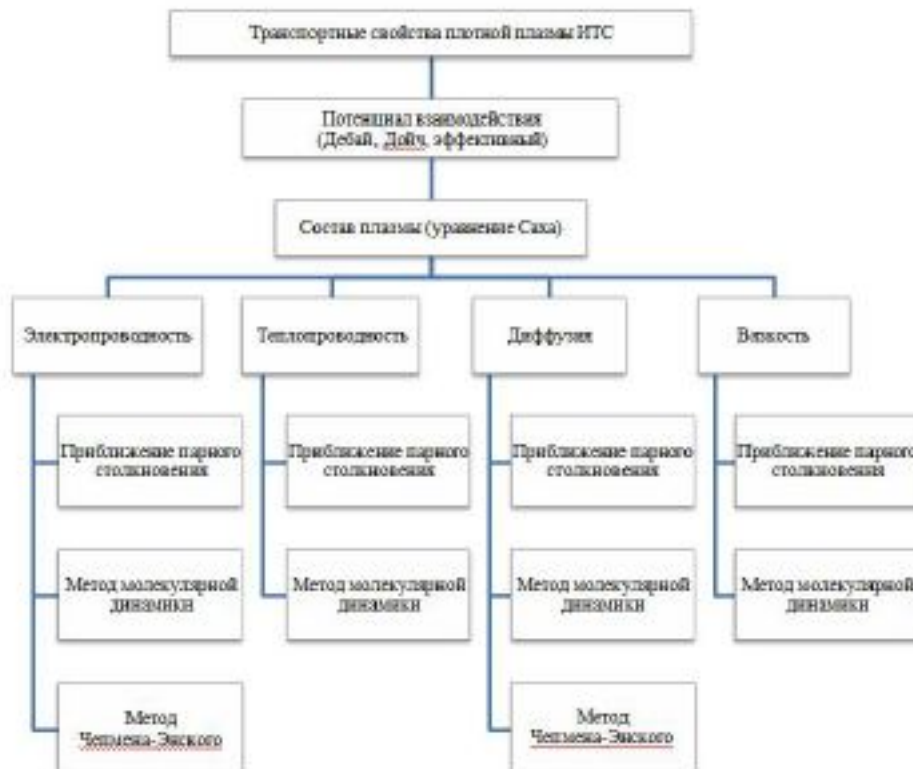
3-сурет. ИТС тығыз плазманың транспорттық қасиеттерін зерттеуге арналған бағдарламалық жасақтама интерфейсі

Сонымен қатар бұл бағдарлама жоғары температуралы плазманың транспорттық қасиеттерін (электрөткізгіштік, жылуөткізгіштік, диффузия, тұтқырлық) кең ауқымды тығыздық пен температура параметрлерін, түрлі мәндердегі өлшемсіз параметрлерін, және де байланыс параметрі мен тығыздық параметрлерін моделдеуге мүмкіндік береді (сур. 4).



4-сурет. Тығыз плазманың транспорттық қасиетін моделдеу терезесі

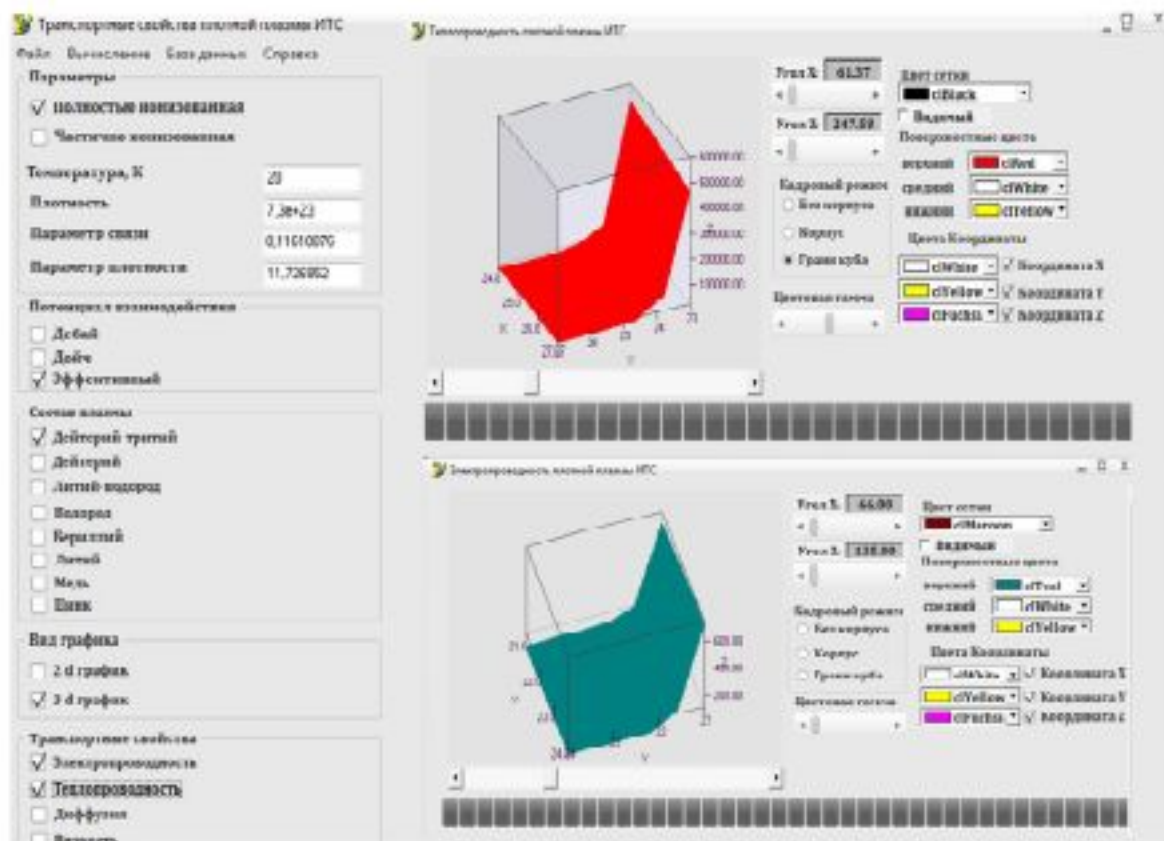
Бағдарлама сондай-ақ өзара әрекеттесу моделін (Дебай потенциалы, Дойч потенциалы, эффективті потенциал) және модельдеу әдістерін (молекулалық динамика әдісі, Чепмен-Энског әдісі, қосарланған соқтығысу жуықталу) таңдауға мүмкіндік береді (сур. 5).



5-сурет. Тығыз плазманың транспорттық қасиеті программасының сызбасы

Транспорттық қасиеттерін зерттеу кезінде плазма құрамын таңдау және есептеу қажет. Инерциялық термоядролық реакторында пайда болған тығыз плазма құрамын зерттеу мақсатында химиялық моделін пайдалана отырып, Саха тендеу шешіледі.

ИТС тығыз плазманың транспорттық қасиеттерін зерттеу үшін бағдарламалық жасақтамасын пайдаланып 3D-график тұрғызуға болады (сур. 6). Үшөлшемді графика 3D - бетін өзгертуге мүмкіндік береді, мәселен, бетінің түсін өзгерту, жақтауын өзгерту, координаталарын белгілеу, фигураны көлемдік ауыстыру және бұру т.б. 3D-график ғылыми және ғылыми-техникалық есептерді қолдайтын SDL компонент көмегімен жасалған. Ғылым мен техника саласындағы қажеттіліктерін кең ауқымды қамтитын толық жиынтық шамамен 50 модулден тұрады. Soletta стандартты кітапханасы Delphi (SDL) – көп пайдаланатын класты контейнерлі қуатты кітапхана, жалпы алгоритмдерді жалпылау және персистенттілігі үшін ыңғайлы механизмі [3].



6-сурет. Жылу және электроткізгіштер коэффициенттерінің 3D-графикасы

SDL – күрделі құрылымдық мәліметтерді пайдаланатын немесе үлкен кітапхананың артықшылықтарын пайдаланып алгоритмдерді жалпылауға ниет білдіргендерге Delphi - бағдарламасы арналған.

Delphi класындағы басқа кітапханаларға қарағанда SDL көптеген мүмкіндіктерді ұсынады:

- Қуатты базалық әдіснамасы. SDL – Delphi үшін құрылымдық мәліметтер мен алгоритмдер үшін пациенттелмеген бағдарламалар негізіндегі алғашқы кітапхана. Ол жетілген және күрделі STL үлгісіне негізделген.

- Қарапайым типті мәліметтерді ыңғайлы және табиғи сақтау. Бұл SDL-контейнерін арнайы синтаксисті пайдаланбай, кез-келген енгізілген мәліметтерді ( Integer, String, Extended) сақтауға қолдануға болады. SDL – array of const конструкциясының мүмкіндіктерін пайдаланатын алғашқы контейнерлік кітапхана.

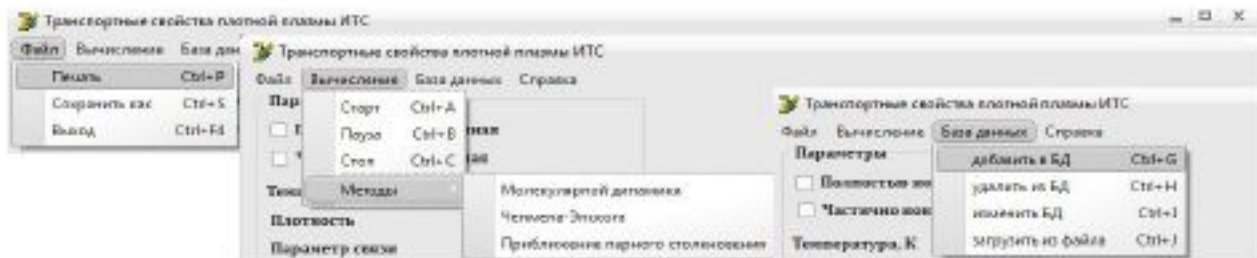
- Жалпылау алгоритмі. STL және JGL, SDL толық 60-тан астам жалпылау алгоритмін жеткізеді. SDL контейнерлік класы интерфейс/итератор моделін ұстанады, сондықтан жалпылау алгоритмі кез келген контейнерлік класта әсер етеді.

- Интегралдық персистенттілік. SDL кітапханасына қосымша - SuperStream, Delphi нысандарын сақтау және қалпына келтіру үшін қуатты және ыңғайлы әдісін ұсынады. SDL толық комплексті құралдардың интеграциясын ұсынады, SuperStream және SDL алмасу үшін қажет. SuperStream және SDL техникалары ұқсас негізделген, сондықтан кітапхананың біреуімен таныс программистерге басқасын үйрену оңайға түседі.

- Деректер құрылымының толық жиынтығы. SDL массивтерді, екі байланысты тізім, ассоциативті массивтер және жиынтықтарды қамтиды. Ассоциативті массивтер екі нұсқада жүзеге асыру үшін қол жетімді болып табылады - қызыл-қара ағаш және хэш кесте ретінде.

- Ассоциативті құрылымдық мәліметтер. SDL – Delphi үшін құрылымдық мәліметтер негізіндегі алғашқы кітапхана, атомаралық сақтау бірлестігін табиғи тұрғыдан көрсетеді. Мысалы, ассоциативті массивті толықтыру карапайым `map.putPair([10,'hello'])` орындалады. Ассоциативті массивінде 10 кілті арқылы 'hello' мәні операциясында ауысады. Кез келген нысан қабының мәні анықталатынына назар аударыңыз. Сонымен қатар, бірлестікке нысанды оңай енгізе аламыз: `map.putPair(['RossJudson',objTest])`.

Жасақталған бағдарлама басқа да бағдарламалар секілді «Файл», «Вычисление», «База данных», «Справка» мәзірлерінен тұрады (сур. 7). Сондай-ақ, бағдарлама деректер қорымен жұмыс істейді. Деректер қорында алынған нәтижені сақтауға және оны басқа да теориялық нәтижелермен салыстыру үшін жүктеуге болады.



7-сурет. Бағдарламалық жасақтаманың мәзірі

### Қорытынды

Осылайша, бұл жұмыста, инерциялық термоядролық синтезді тығыз жоғары температуралы плазманың қасиеттерін моделдеу үшін үлкен теориялық және практикалық маңызы бар транспорттық қасиеттерін зерттеуге арналған бағдарламалық кешен құрылған. Бағдарламалық жасақтама қазіргі заманғы ақпараттық технологиялармен сәйкес жабдықталған және барлық қажетті моделдеу әдістері кіреді. Бағдарламалық жасақтама көмегімен алынған сандық нәтижелер, яғни жылудің өткізгіштік, тұтқырлық, электр өткізгіштік, диффузия коэффициенттері басқа авторлардың теориялық, эксперименттік нәтижелерімен салыстырылды.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Фаронов В.В. Delphi. Программирование на языке высокого уровня. – Санкт-Петербург, 2011. – 640 с.
- [2] Культин Н.Б. Основы программирования в Delphi XE. - BHV, 2011. – 416 с.
- [3] Clay Shannon. Developer's Guide to Delphi Troubleshooting, Wordware Publishing inc., 1998. – 495 с.
- [4] Alan Moore. The Tomes of Delphi: WIN32 Multimedia API. – Los-Angeles, 2005. – 600 с.
- [5] Kodanova S.K., Ramazanov T.S., Issanova M.K., Moldabekov Zh.A., Nigmatova G. Investigation of Coulomb Logarithm and Relaxation Processes in Dense Plasma on the Basis of Effective Potentials // Contrib. Plasma Phys. 55, 2015, No. 2-3, p. 271 – 276
- [6] Ramazanov T.S., Kodanova S.K., Bastykova N.Kh., Moldabekov Zh.A.. The modern information technologies and visualization methods for analysis of computer simulation results for complex plasma // Communications in Computational Phys., Vol. 15, 2014, 981-995

Коданова С.К., Исанова М.К., Көшербаева С.Т.

**Разработка программного обеспечения по исследованию транспортных свойств плотной плазмы ИТС**

**Резюме.** Разработан программный комплекс по компьютерному моделированию транспортных свойств плотной плазмы ИТС. Программный модуль обеспечивает пользователей широкой информацией, как в графической интерпретации, так и в табличной форме, которые получены теоретическими расчетами и с помощью физических экспериментов в лабораторных условиях. Созданный автоматизированный комплекс является удобным и надежным средством для исследования свойств плотной плазмы инерционного термоядерного синтеза. Разработанные в рамках проекта программный комплекс имеют как теоретическое, так и прикладное значение для исследования и моделирования свойств неидеальной плотной плазмы. Численные результаты полученные на основе программных модулей были сравнены с теоретическими и экспериментальными работами других авторов и имеют хорошие согласие.

**Ключевые слова:** плотная плазма, инерционный термоядерный синтез, информационно-программный комплекс, компьютерное моделирование, визуализация

Kodanova S.K., Issanova M.K., Koshbayeva S.T.

**Software development on the study of the transport properties of ICF dense plasma**

**Summary .** Within the confines of this work developed software package for computer modeling of the transport properties of ICF dense plasma. The software module provides users with extensive information as graphical interpretations as well as in table, obtained by theoretical calculations and with the help of physical experiments in the laboratory conditions. Created automated complex is a convenient and reliable means to investigate properties of the dense plasma of inertial thermonuclear fusion. Software package developed by the project has both theoretical and practical importance for the investigation and simulation of non-ideal dense plasma properties. The numerical results obtained on the basis of software modules were compared with the theoretical and experimental works of other authors and have good agreement.

**Key words:** dense plasma, inertial confinement fusion, information and software complex, computer modelling, visualization

**Л.О. Жумабаева<sup>1</sup>, Т.К. Жукабаева, Mohamed Othman<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Астана қ., Қазақстан Республикасы,

<sup>2</sup>Университет Путра Малайзия, Малайзия

e-mail: [lau\\_la@mail.ru](mailto:lau_la@mail.ru), [Tamara\\_kokenovna@mail.ru](mailto:Tamara_kokenovna@mail.ru))

**ИНТЕРПОЛЯЦИЯ КӨМЕГІМЕН РАДИО ТАҢБАЛАР АРҚЫЛЫ ІШКІ ОРЫНДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ**

**Аннотация.** Мақалада WiFi сымсыз байланыс технологияларына негізделген ішкі орынды анықтау алгоритмдеріне талдау жасалған. Бұл алгоритмдер бірнеше қол жеткізу нүктелері тарқататын дабыл қуаттарына сүйенеді. Орны анықталған – тәуелді ақпарат әдістерінің басты сипаттамалары келтіріледі. Интерполяция көмегімен радио таңбалар арқылы ішкі орынды анықтау әдісін қолданудың тиімділігі бейнеленеді. Бастапқы нүктеден межелі орынға дейінгі ең оңтайлы навигация құрастыру үшін Петри жүйесінің құрылысы туралы ұғым беріледі (Ш.Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инженеринг университетінің ғимараты мысалымен).

**Кілттік сөздер:** Жергілікті орын анықтау, WiFi сымсыз байланыс жүйелері, дабыл қуаты, радио таңбалар алгоритмі, интерполяция, Петри желілері.

Сымсыз технологиялардың жедел және үлкен жылдамдықпен дамуы оқшауландырудың қажетті сұранысын тудырады. Мобильдік тұтынушылардың тұрған орны (орналасқан жері) орынды анықтауға негізделген көптеген қызметтер үшін барынша тартымды болып табылады. (location – based services, LBS) мысалы, шұғыл қызмет түрлері, әскери, қауіпсіздік және заңды тәртіп шаралары үшін, жол қозғалысын, ойын – сауық жиындарын реттеу және т.б. үшін бұл технология өте оңтайлы.

WiFi сымсыз жергілікті жүйесінің қарқынды түрде дамуы ішкі орын анықтаудың көптеген әдістерін жеделдетті. Тұрған орнын анықтауға негізделген қызметтер тұтынушының тұрған жеріне сәйкес неше түрлі нұсқада көрініс тапқандықтан, олар нарықтағы болашағы орнықты деп саналады. Бүгінгі күні ауқымды орын анықтаудың табысты коммерциялық жүйесі (Global Positioning System,