



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2014» атты
IX халықаралық ғылыми конференциясы

IX Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»

The IX International Scientific Conference for
students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»

2014 жыл 11 сәуір
11 апреля 2014 года
April 11, 2014



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2014»
атты IX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
IX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2014»**

**PROCEEDINGS
of the IX International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2014»**

2014 жыл 11 сәуір

Астана

УДК 001(063)
ББК 72
Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014».
– Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. – 5831 стр.
(қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

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(063)
ББК 72

ISBN 978-9965-31-610-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық
университеті, 2014

ARDUINO UNO ПЛАТФОРМАСЫНДА МИКРОПРОЦЕССОРЛЫҚ БАСҚАРУЫ БАР ЖҮЙЕНІ ЖОБАЛАУ

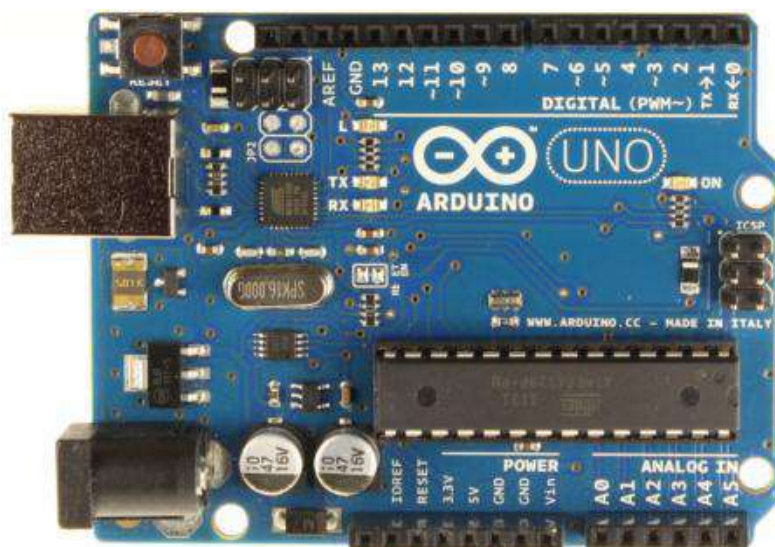
Баянхан Әбілмансұр Ержанұлы, Әбдіжамал Сырым Бақтығалиұлы
mansa1992@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана
Ғылыми жетекші: Адамова Айгүл Дүйсенбиевна

Микропроцессорлық басқаруы бар жүйе - құрамында бірнеше микросхемалы микропроцессор немесе микроконтроллер болатын функционалды және конструктивті аяқталған құрылғы. Мұндай құрылғылар нақты функцияларды (ақпаратты қабылдау, өңдеу, жіберу, турлендіру және басқару) орындау үшін арналған.

Қазіргі таңда микропроцессорлық басқаруы бар құрылғыларды жобалауда кең түрде дайын интеллектуалды блоктар пайдаланылады. Олар келіп түскен мәліметтерді өңдеудің ең қиын қызметтерін іске асыра алады, сонымен қатар сыртқы құрылғылармен интерфейсті қамтамасыз етеді. Қарастырғалы отырған жобадда үрдістер мен объектілерді басқару қызметін орындауға рұқсат беретін, бағдарламаланатын интеллектуалды платформаның негізінде жүйені жобалау сипатталған. Мұндай бағытта қазіргі кезде Xilinx компаниясының Spartan және Virtex, Altera компаниясының Max II, Ресей ғалымдарының SDK, Италияның Arduino өнімдері қолданылады.

Жобаның негізгі мақсаты кедергілерге (лабиринтте) соқтығыспай, оларды айналып өтетін 4 дөңгелекті автономды роботты құрастыру. Жоғарыда қарастырылған платформаларды зерттей отырып басқару құрылғысы ретінде Arduino UNO платформасын таңдалып алынды (1-сурет).



1-сурет. Arduino UNO аппараттық платформасы

Бұл құрылғылардың барлығы ұқсас функционалдылық пен қолданушылардың жұмысын жеңілдетуге негізделген. Бірақ Ардуино осылармен қоса басқа да көптеген артықшылықтар бар:

- Бағасының төмендігі. Басқа ұқсас аппараттық платформаларға қарағанда салыстырмалы түрде Ардуиноның бағасы біршама төмендеу;
- Көпплатформалылық. Ардуиноның бағдарламалық қамтамасы Windows, Macintosh OSX және Linux операциялық жүйелерінде жұмыс жасайды. Көптеген басқа да ұқсас жүйелер тек Windows-та ғана жұмыс жасайды.

- Қарапайым және ыңғайлы бағдарламалау. Ардуино бағдарламалау ортасы түсінікті, қарапайым және иілгіш болып келеді. Сондықтан студенттерге де, оқытушылар ға да Ардуиноны зерттеу оңайға соғады.

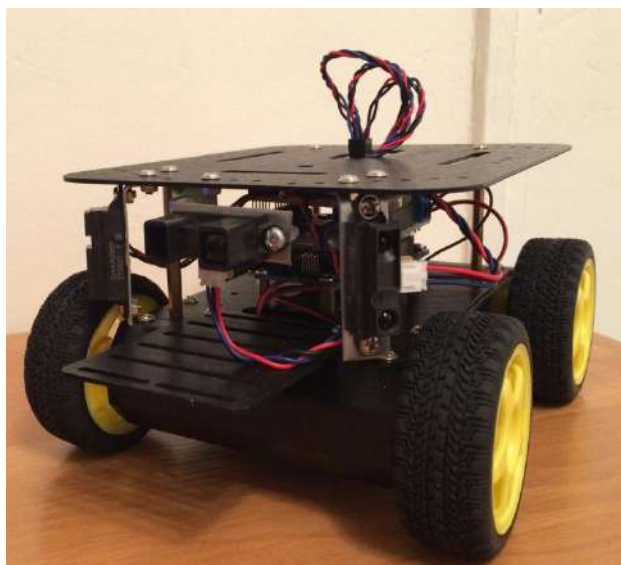
- Ашық кеңейтімелі бағдарламалық қамтамасыздандыру. C++ тілінің кітапханалары арқылы кеңейтуге болады.

- Ашық кеңейтімелі аппараттық қамтамасыздандыру. C++ тілінің кітапханалары арқылы кеңейтуге болады. Arduino құрылғылары Atmel ATmega8 және Atmel ATmega168 микроконтроллерлерінің базасында құралған. Сол себепті, Ардуиноның барлық схемалары қол жетімді.

Ардуино - бұл қарапайым микроконтроллерлік тақтадан тұратын әртүрлі физикалық объектілермен жұмыс жасауға арналған, ашық бағдарламалық аппараттық платформа. Сондай-ақ микроконтроллерге бағдарламалық қамтамасыздандыруын жазуға арналған арнайы бағдарламалау ортасы бар. Ардуиноның бағдарламалау ортасы - C++ бағдарламалау тіліне ұқсас "Wiring" аппараттық платформасына және "Processing" мультимедиялық бағдарламалау тіліне негізделген.

Arduino Uno - бұл құрылғы ATmega328 микроконтроллеріне негізделген. Оның құрамына микроконтроллермен ыңғайлы жұмыс жасауға мүмкіндік беретін 14 сандық кіріс/шығыс, 6 аналогтық шығыс, 16 МГц тактілік жиілік, USB, 32 Кбайт жадысы бар. 32 Кбайт flash-жадының 2 Кбайты bootloader деп аталып бөлініп алынған. Ол Arduino платформасын USB арқылы бағдарламалауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар уақытша деректерді (айнымалыларды сақтауға) сақтауға 2 Кбайт SRAM-жадысы, ұзақ уақытқа деректерді сақтайтын 1 Кбайт EEPROM-жадысы бар. Ұсынылған жұмыс жасау кернеуі 7-12 В. Роботтың қозғалысы үшін DFRobot фирмасының 4 дөңгелекті Pirate платформасы қолданылады. Жұмыс жасау кернеуі 3-12В. Максималды жылдамдығы 70 см/с. Моторларды іске қосып платформаны басқару үшін Arduino Uno-ның кеңейтілген L298P тақтасын қолданамыз. Оның жұмыс кернеуі 7-24 В. Біздің роботтың көздері ретінде инфрақызыл ұзындық өлшеуішті аламыз. Бізге қысқа арақашықтыққа 2 данасы және ұзын арақашықтыққа 1 данасы керек. Ал бұл инфрақызыл ұзындық өлшеуіштерді Arduino-мен байланыстыру үшін арнайы кеңейтім қолданамыз.

Барлық компоненттерді аппараттық түрде құрастырғаннан кейін, оларды өзара байланыстыратын ATmega328 микроконтроллерін Arduino - 1.0.5 ортасында жазып, USB арқылы бағдарламалаймыз. (2-суретте жобаланған роботтың көрінісі және қозғалысын бағыттайтын бағдарламадан үзінді келтірілген).



```
//=====
if (Radar_C >= 500)
{ if (Radar_L < Radar_R)
  { CurMove = TURN_RIGHT;
    while (Radar_R >= 580)
    { CurMove = FORWARD_RIGHT; }
  }
  else { CurMove = TURN_LEFT;
        while (Radar_L >= 580)
        { CurMove = FORWARD_LEFT; } }
}
else CurMove = FORWARD;
//=====
```

2-сурет. Автономды робот және робот қозғалысын бағыттайтын бағдарламадан үзінді

Жұмыстың нәтижесінде қоршаған ортада автономды түрде, кедергілерді анықтап, оларды айналып өтетін робот құрастырылды. Мұндай роботтар адамдардың мүмкіндігі жете бермейтін жерлерде түрлі операциялар орындауға қажет. Атап айтсақ, күнделікті тұрмыстық жағдайда, әскери мақсатта, ғылыми зерттеу т.б. салаларда пайдасы мол. Мысалы, Марсты, Айды басқада планеталарды зерттеуге жіберілетін автоматты роботтар, американдық "iRobot" компаниясының тұрмыстық өнімдері.

Қолданылған әдебиет

1. Вставская Е.В., Константинов В.И., Микропроцессорные средства системы управления, 2010, 19 с.
2. Микропроцессорные системы. – А.П. Пашкевич, О.А. Чумаков, С.В. Лукьянец, 2009
3. Вставская, Е.В. Микропроцессорные средства систем управления / Е.В. Вставская, В.И. Константинов – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 91 с.

УДК 530.1(075.8)

ГЕОРАДИОЛОКАЦИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУДІ АҚПАРАТТЫҚ СҮЙЕМЕЛДЕУГЕ АРНАЛҒАН ПРОГРАММАЛЫҚ ҚАМТАМА ҚҰРУ

Бекжігітова Ж.Е.

janil_7@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана
Ғылыми жетекші – ф.м.ғ докторы, профессор м.а. Мұканова Б.Ғ.

Мақалада түрлі орталардың материалдық құрамы, математикалық модельдерінің деректер қоры анықтамалық ақпарат ретінде қарастырылған.

Объектілердің беттік радиолокациясы құрылыс, археология, геология, геофизика, кедендік бақылау салаларында объектілерді бақылау мен диагностика жүргізу үшін қолданылады. Ішкі беттік радиолокация құралылығылары (георадарлар) бүгінгі таңда қолжетімсіз және жасырын жер асты және өзге де ішкі беттік құрылымдарды диагностика жасап анықтау үшін қолданылады. Таяу және Қиыр шетелдерде мұндай құрылғылардың түрлі модификациялары бар, олар бүгінде кең коммерциялық қолданыста.

Ішкі беттік георадиолокацияның теориялық негіздері мен практикалық әдістемелері [1] жұмыста сипатталған. Зерттеудің бұл саласы Кеңес Одағында дамыған және мүмкін қосымшалардың спецификасына байланысты жабық сипатқа ие болатын. Қазіргі таңда георадиолокация бойынша әдебиеттерге оңай қол жеткізуге болады, ал георадарлардың өзі кеңінен қолданылуда.

Георадарлық түсірменің екі негізгі тәсілі бар: «профильдеу» және «зондтау». Профильдеу кезінде радар трасса бойымен қозғалып отарады, әрбір өлшеу кезінде таратқыш антенна мен қабылдағыш антенна трассаның бір нүктесіне орналастырылады немесе, тым болмағанда, олардың арасындағы ара қашықтық трасса ұзындығынан көп кіші болады.

Зондтау кезінде зондтау жүргізілетін трассаның бір нүктесі таңдалынады, ары қарай таратқыш пен қабылдағыш антенналарды бір-бірінен бірдей қашықтыққа ажыратқандағы шағылған сигналдар тіркеуге алынып отырады. Нәтижесінде годограф – шағылған сигналдардың таратқыш пен қабылдағыш антенналардың арасындағы қашықтыққа байланысты кешігу уақытының функциясы алынады. Егер зондау нүктесі маңында шағылдырғыш шекаралар жазық параллель екендігіне кепілдік болса, түсірім процедурасын жеңілдетуіге болады, яғни қабылдағышты орнында қалдырып, тек қабылдағышты (немесе керісінше) қозғалту керек болады.

Комбинацияланған тәсілді де қолдануға болады, яғни профильдің әр нүктесінде зондтау жүргізіледі, сонымен қатар бұл әдістерді аудандық съемкада қолдануға болады.

Төменде біз георадарлық мәліметтерді алудың екі негізгі әдісін – профильдеу мен зондтауды кері есепті шешу мүмкіндігі тұрғысынан қарастырамыз.

Мәліметтер екі тәуелсіз мәліметтер базасына бөлінуі мүмкін немесе бір базаға біріктіріледі. Ол ДҚБЖ-ны (деректер қорын басқару жүйесі) таңдауға байланысты, себебі оның негізінде клиенттің қосымшасы жасалынады. Мысалы, егер Oracle-ді таңдасақ, онда бір мәліметтер базасын қолданған жөн. Бұл кезеңде біз MySQL-ды қолданамыз, ол бірнеше мәліметтер базасын қолдануға мүмкіндік береді, сондықтан біз реляциялық типтегі екі мәліметтер базасын құрамыз. Құрылымыны ары қарай кеңейтіп, толықтыруға болатындай етіп жасаймыз.

Мәліметтер базасының объектілеріне ағылшынша атау берген абзал, бұл орын ауыстырғанда және аттарды сәйкестендіру кезінде болатын мәселелерден құтылуға мүмкіндік береді.

Бұл мәліметтер базасындағы негізгі кесте түрлі орталардың электрмагниттік қасиеттері, өлшем бірліктері, материалдар типтері және олардың физикалық сипаттамалары сияқты радиолокациялық зерттеу кезінде маңызы бар мәліметтерге ие кесте болып табылады.

Төменде деректер қорының кейбір кестелерінің құрылымын сипатаймыз:

Өрістер:	Мәліметтер типі	Өріс сипаттамасы	Өріс қасиеттері
Unit_id	Integer	Өлшем бірліктерінің идентификаторы	Кілттік өріс
Unit_name	Varchar	Өлшемі бірліктерінің атауы	Толтыруға міндетті (nonnull)
comment	Varchar	Түсіндірме, қандай бірліктер жүйесінде қабылданғандығын көрсетуге болады	NULL тағайындалуына рұқсат беріледі

1- кесте. Өткізгіштіктің өлшем бірліктері: sigma_units

Өрістер:	Мәліметтер типі	Өріс сипаттамасы	Өріс қасиеттері
Rec_id	Integer	Жазбалар идентификаторы	Кілттік өріс
Unit_id1	Integer	Өлшем бірліктері идентификаторы	Міндетті, сыртқы кілт
Unit_id2	Integer	Өлшем бірліктері идентификаторы қатысында ауысу коэффициенті берілген өзге өлшем бірлігі	Міндетті, сыртқы кілт
Ratio	Double	1 бірліктен 2 бірлікке ауысу коэффициенті	Unit1/Unit2-ге тең

2-кесте. Өткізгіштік бірліктерін қайта санау sigms_unit_ratio

[Table] sigma_units @materials (radio)		
File Edit View Window		
Import Wizard Export Wizard Filter Wizard Grid View Form View		
Unit_id	Unit_name	comment
1	См/м	Си, сименс на метр
2	Ом-1*м-1	Си
3	статмо/см	СГСЭ, единица

1-сурет. sigma_unit кестедегі жазбадан нұсқа мысал

[Table] sigms_unit_ratio @materials (radiolokacia)			
File Edit View Window			
Import Wizard Export Wizard Filter Wizard Grid View Form View Memo Hex Image			
Rec_id	Unit_id1	Unit_id2	Ratio
1	1	2	1
2	1	3	8987524324

2-сурет. sigma_unit_ratio кестедегі жазбадан нұсқа мысал

Анықтамалық кестелерді қажет болған жағдайда материалдар, орталар және өлшем бірліктері үшін қосымша материалдармен толықтырыла алады.

Георадиолокациялық зерттеулер жүргізуге арналған құрылғылар

Георадиолокациялық аспап жасауда қазіргі таңда екі тенденция қатар дамып келеді, бірі – жалпы жиіліктер диапазоны 50-ден 2000 МГц аралығында болатын зерттеуге арналған антенналармен көпмақсатты аспаптар жауау, екіншісі – нақты бір мәселелерді үлкен көлемде, технологиялық түрде, ірі сәттілікке жете отырып шешу үшін арналған тар шеңберде мамандандырылған аппараттарды құру. Бірінші ретте мүмкіндіктер диапазоны кең құрылғылар қызығушылық танытады.

Георадиолокациялық зерттеулер жүргізу үшін арналған аппаратура:

1. SENSOR & SOFTWEAR, Inc. Канадалық фирмалары, “pulse EKKO” маркалы аспаптар шығарады. Бұл фирманың барлық аспаптары жылжымалы, жаяу жүріп түсірім жасауға тағайындалған, өрістік ақпаратты жинап, өңдеу үшін компьютермен және бағдарламалық жабдықтамамен жабдықталған.

2. GeophysicalSurveySystems, Inc. Американдық фирмасы “SIR” маркалы аспаптар шығарады

3. “MALO GeoScience” шведтік фирмасы “RAMAC/GPR” маркалы георадарларды өндіреді, компьютермен, ақпаратты жинауға және өңдеуге арналған математикалық жабдықтамамен жабдықталған.

4. “ERA TECHNOLOGY” ағылшын фирмасы “SUPERSCAN” маркалы георадарларды өндіреді, , компьютермен, ақпаратты жинауға және өңдеуге арналған математикалық жабдықтамамен жабдықталған.

5. “RadarInc.” Латвия фирмасы (Рига қ.) “ZOND - 12” көпмақсатты георадарларды өндіреді. Құрылғымен жұмыс істеу барысында “notebook” типті компьютер, “RadarInc.” фирмасының ақарат жинақтауға арналған математикалық жабдықтамасы және “GSD Production” (МГУ Геологиялық факультетінің сейсмометрия және геоакустика кафедрасы) фирмасының өңдеу жүйесі қолданылады.

6. “RadarInc.” Латвия фирмасы (Рига қ.) “PYTHON- 02” георадарын өндіреді, негізінен кәдімгі георадиолокациялық зерттеулермен салыстырғанда үлкенірек тереңдікте (100 метр және одан үлкен тереңдікте) жүргізілетін зерттеулер үшін арналған георадарларды өндіреді.

7. ”ЛогиС” фирмасы (НИИПриборостроения, Жуковский қ.) қиындының беткі қабаттарын мұқият зерттеу үшін жоғарғы рұқсатты георадарларды өндіреді. Құрылғылар компьютерленген, ақпарат арнайы дисплей экранына шығады.

8. Радиорелелік аппаратуралар өндіретін Правдинск зауыты “ЛОКАС” маркалы георадарларды өндіреді, оларды ЛОКАС (ВНИИРТ Мәскеу қ.) ғылыми-өндірістік қауымдастығы жасап шығарады.

id	name	price	dinamic_range	size	transmisson_distance	instrument_weight
1	pulse EKKO	30000 \$	155	2048	32 - 2048	40 x23 x 7
2	SIR	120 000 \$	144	2048	5 - 2000	29x27x14
3	RAMAC/GPR	180 000 \$	150	128 - 2048	20 - 50	35x25x13
4	SUPERSCAN	60000 \$	130	12,5 - 820	50	33,5x23,5x17,6
5	ZOND - 12	18 000 \$	120	130-1500	50 - 2000	35 x30 x 5.5
6	PYTHON- 02	10 000 \$	120	10 - 850	200 - 3200	29 x 9 x5
7	Locas	9000 \$	110	50	50	13 x27x 13

3-сурет. georadary кестедегі жазбадан нұсқа мысал

3-суретте Әр-түрлі георадарлардың техникалық мінездемесіне деректер қоры құрылған.

Георадиолокациялық зерттеуге деректер қорын құру өзекті мәселе, себебі зерттеулер жүргізу барысында қолданатын, өндейтін, зерттейтін деректер көлемі өте үлкен; оларды жүйелі түрде сақтап өңдеу үшін заманауи деректер қорларын тұрғызу қажет.

Жұмыста келесі мәселелер қаралған:

- георадарлардың жұмыс істеу принциптері;
- түрлі орталардың қасиеттерінің деректер қоры;
- георадарлардың техникалық мінездемесінің деректер қоры;
- жинаған деректер қорларын ықшамды түрге келтіріп, онымен түрлі жұмыстар жасай алатындай етіп программа құрып, қарастырылған.

Жинаған мәліметтер реляциялық деректер қорының ұйымдастыру қағидаларына негізделіп тұрғызылған.

Қолданған әдебиеттер тізімі

1. Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие- М.: Издательство МГУ, 2008.-192с.
2. Андриянов А.В., Багно Д.В., Бажанов А.С. Вопросы подповерхностной радиолокации. Коллективная монография / Под ред. А.Ю.Гринева.- М.: Радиотехника, 2005.-416с.: ил. (Сер. «Радиолокация»).

3. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Обзор геофизических методов исследований при решении инженерно-геологических и инженерных задач.- М.: Москва, 1998, 67с.
4. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. Учебное пособие – М.: Издательство МГУ, 2004. – 153 с.

УДК 530.1(075.8)

РАСЧЕТ СИНТЕТИЧЕСКИХ РАДОГРАММ НАД СЛОИСТОЙ СРЕДОЙ

Бекишев Ризабек Толегенович

Bekish.r.t@gmail.com

Магистрант специальности вычислительная техника и программное обеспечение

ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Б. Муканова

Расчет прямой задачи разностным методом.

Процесс возбуждения радиоволн в среде может быть описан различными методами [1]. Например, мы можем заложить источник возбуждения в краевое условие и моделировать процесс распространения волн в среде следующей начально-краевой задачей для уравнения:

$$\frac{\varepsilon}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} E = \frac{\partial^2}{\partial z^2} E, \quad 0 < t < T, \quad 0 < z < Z, \quad (1)$$

$$E|_{t=0} = 0, E_t|_{t=0} = 0, \left. \frac{\partial E}{\partial z} \right|_{z=0} = At \cos(at) \exp(-bt), E|_{z=Z} = 0 \quad (2)$$

Условие при $z=0$ соответствует возмущению среды, которое экспоненциально затухает, что качественно отражает свойства сигнала источника для георадиолокаций. Условие на внутренней границе при $z=Z$ является искусственным, поэтому решения имеет смысл рассматривать в интервале времени $t < T_{\max}$, где $T_{\max}$ – время прохождения сигнала до границы $z=Z$, в течение которого внутренняя граница при $z=Z$ еще существенно не повлияла на решение.

Задача (1)-(2) решалась разностным методом, на основе трехслойной разностной схемы вида:

$$\frac{\varepsilon}{c^2} \frac{U_x^{t+1} - 2U_x^t + U_x^{t-1}}{(\Delta t)^2} + \mu_0 \sigma \frac{U_x^{t+1} - U_x^{t-1}}{2\Delta t} - \frac{U_{x+1}^t - 2U_x^t + U_{x-1}^t}{(\Delta x)^2} = 0 \quad (3)$$

Для устойчивости разностной схемы должно выполняться условие Куранта-Фридрихса-Леви:

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} \leq \frac{\sqrt{\varepsilon}}{c} \quad (4)$$

Мы провели расчеты по схеме (3) для горизонтально-слоистой среды. для типичных разрезов. По аналогии с методами вертикального электрического зондирования мы выделили типичные залегания слоев. А именно, рассмотрим следующие трехслойные базовые модели:

1) Промежуточный слой имеет минимум скорости и условно запишем эти соотношения в форме $v_1 > v_2 < v_3$, что соответствуем максимуму диэлектрической проницаемости в среднем слое.

2) Промежуточный слой имеет максимум скорости и условно запишем в виде: $v_1 < v_2 > v_3$

3) Монотонно растущая скорость волны в среде. Наша модель обладает свойствами $v_1 < v_2 < v_3$. Для моделей георадиолокации такая среда должна иметь падающий с глубиной коэффициент диэлектрической проницаемости $\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3$.

4) И наконец, среда с монотонно убывающей скоростью, в нашей модели это будет случай с $v_1 > v_2 > v_3$, или $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$.