Россиянын Илимдер академиясынын Бишкек шаарындагы Илимий станциясынын (РИА ИС) Федералдык мамлекеттик бюджеттик илим мекемесинин

Окумуштуулар кеңешинин №11 протоколунан

КӨЧҮРМӨ

Бишкек 2023-жылдын 24-ноябры

Россия илимдер академиясынын илимий станциясынын илимий кеңеши тарабынан бекитилген кеңештин курамы 11 адамдан турат.

Окумуштуулар кеңешинин жыйналышында – 10 адам катышты.

1. Төрага: Рыбин А.К. - Россия Илимдер академиясынын Илимий станциясынын (РИА ИС) директору физика-математика илимдеринин доктору, башкы илимий кызматкер, адистиги 25.00.10 – геофизика, пайдалуу кендерди чалгындоонун геофизикалык ыкмалары
2. Катчы: Забинякова О.Б. – РИА ИСнын кенже илимий кызматкери, илимий катчысы

КАТЫШУУЧУЛАР :

3. Александров П.Н. - физика-математика илимдеринин доктору, Россия илимдер академиясынын Физика илимдер институтунун Геоэлектромагниттик изилдөө борборунун башкы илимий кызматкери, 04.00.12 - пайдалуу кен чыккан жерлерди издөөнүн жана чалгындоонун геофизикалык ыкмалары.
4. Баталева Е.А. – г.-м.и.к. жетектөөчү илимий кызматкер, РИА ИСнын тереңдиктеги магнитотеллурикалык изилдөө лабораториясынын башчысынын м.а., 00.25.03 - геотектоника жана геодинамика, 00.25.10 - геофизика, пайдалуу кендерди чалгындоонун геофизикалык ыкмалары.
5. Кузиков С.И. – ф.-м.и.к., жетектөөчү илимий кызматкер , РИА ИСнын космостук геодезия ыкмаларын колдонуу менен жер кыртышынын заманбап кыймылдарын изилдөө лабораторияларысынын башчысынын м.а., 00.25.10 - геофизика, пайдалуу кендерди издөөнүн геофизикалык ыкмалары.
6. Имашев С.А. - ф.-м.и.к., жетектөөчү илимий кызматкер, РИА ИСнын комплекстүү изилдөө лабораториясынын башчысынын м.а., 25.00.29 – атмосфера жана гидросфера физикасы.
7. Матюков В.Е. - ф.-м.и.к., Россия Илимдер академиясынын ИСнын улук илимий кызматкери, 25.00.10 - геофизика, пайдалуу кендерди чалгындоонун геофизикалык ыкмалары.
8. Свердлик Л.Г. - ф.-м.и.к., Россия Илимдер академиясынын ИС улук илимий кызматкери, 04.01.05 – оптика.
9. Бобровский В.В. - илимий кызматкер , РИА ИСнын алдыңкы аппараттык иштеп чыгуулар лабораториясы башчысынын м.а.
10. Ильичев П.В. – Россия Илимдер академиясынын ИСнын улук илимий кызматкери.

Чакырылгандар:
Непейна К.С. - география жана минералдык илимдердин кандидаты, Россия илимдер академиясынын ИСнын илимий кызматкери, 25.00.10 - геофизика, пайдалуу кендерди издөөнүн геофизикалык ыкмалары.
Мухамадеева В.А. - Россия Илимдер академиясынын ИСнын илимий кызматкери.
РИА ИСнын кенже илимий кызматкерлери: Валуйский А.Ю., Воронцова Е.В., Кирилов А.А., Кулков Д.С., Лазарева Е.А., Лашин О.А., Лисимов М.О., Паров С.В., Юнусов А.И.

КҮН ТАРТИБИ:

1) Иштеген жеринде диссертациялык изилдөөнүн алдын ала экспертизасы

Изденүүчү: Бобровский Владимир Владимирович, илимий кызматкер жана Россия илимдер академиясынын илимий станциясынын прогрессивдүү аппараттык иштеп чыгуулар лабораториясынын башчысынын м.а.

Диссертациялык изилдөөнүн темасы: «**ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** ».

Адистиги: 25.00.10 – «Геофизика, пайдалуу кендерди издөөнүн геофизикалык ыкмалары».

Даражасы: Физика-математика илимдеринин кандидаты.

2) Владимир Владимирович Бобровскийдин «ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ » 25.00.10 – «Геофизика, пайдалуу кендерди чалгындоонун геофизикалык ыкмалары» адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн түзүлгөн кандадаттык экзамендин программасын карап чыгуу.

1) Россия Илимдер академиясынын Бишкектеги Имимий станциясынын окумуштуу катчысы Забинякова О.Б. талкуулоо учун кун тартибинин биринчи маселесин сунуш кылды.

Кандидаттык диссертациянын темасы жана илимий жетекчиси Россия Илимдер академиясынын Бишкек шаарындагы Илимий станциясынын Окумуштуулар кеңешинин 2021-жылдын 12-майындагы N8 протоколунун чечиминин негизинде бекитилген.
Илимий жетекчиси: Александров Павел Николаевич, Россия илимдер академиясынын Физика илимдер институтунун Геоэлектромагниттик изилдөөлөр борборунун башкы илимий кызматкери, физика-математика илимдеринин доктору (адистиги 04.00.12 «Пайдалуу кендерди издөөнүн жана чалгындоонун геофизикалык ыкмалары»).

Бекитилген рецензенттер:

1) Кузиков Сергей Иванович, жетектөөчү илимий кызматкер, Россия илимдер академиясынын илимий станциясынын космостук геодезия методдорун колдонуу менен жер кыртышынын азыркы кездеги кыймылдарын изилдөө боюнча лабораториянын башчысынын м.а., физико-математика илимдеринин кандидаты.
2) Рыбин Анатолий Кузьмич, Россия илимдер академиясынын илимий станциясынын директору, башкы илимий кызматкер, физика-математика илимдеринин доктору.

Угулду:

В В Бобровскийдин доклады « ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ» деген темада.

Урматтуу кесиптештер!

Илимий изилдөөмдүн негизги максаты 100м ден 10 км чейинки тереңдик диапазондо жер кыртышынын электрдик параметрлерин өлчөөнүн сапатын жана эффективдүүлүгүн жогорулатууну камсыз кылган заманбап элементтик базада жаңы жабдууларды түзүү болуп саналат.

Изилдөөнүн объектиси болуп түндүк Тянь-Шандын литосферасындагы азыркы геодинамикалык процесстерди электромагниттик изилдөө үчүн ызы-чуу сымал сигналдары бар эксперименталдык өлчөө комплекси саналат. Изилдеп жаткан райондо электромагниттик таасирге жер кыртышынын жооп кайтаруу сигналдары катталып жатат. Жазылган маалыматтар атайын программалык камсыздоонун жардамы менен иштетилет. Мындай кайра иштетүүнүн натыйжасында жер кыртышында болуп жаткан чыңалуу-деформациялык процесстердин өнүгүшүн чагылдырган изилденип жаткан чөйрөнүн башкарылуучу параметринин (ар кандай терендиктеги тоо тектеринин электр каршылыгы) өзгөрүшүнүн убакыт катарлары түзүлөт.

Өлчөө приборлорунун конструкциясы жакынкы зонада (ЖЗТ) талааны түзүү аркылуу сезүүнүн белгилүү ыкмасына негизделген. Бул ыкма деталдуу геоэлектрдик түзүлүш жөнүндө объективдүү маалымат алууга мүмкүндүк берет. Жер кыртышынын электрдик параметрлерин өлчөөнүн тактыгын жогорулатуу үчүн «маалыматтын ашыкча болушуна» ээ болгон ызы-чуу сымал үн берүүчү сигналдар колдонулат. Чуу сымал ток импульстары менен зонддоодо олуттуу ызы-чуунун жана түрдүү келип чыккан интерференциялардын фонунда электр чалгындоочу өлчөө системасынын кабыл алуучу тарабында жазылган мындай сигналдарды корреляциялык иштетүү сигналдын ызы-чуу катышы бир нече эсе (100 - 10000 эсе) өсүшүн камсыздай алат. Бул жер кыртышынын изилденген терендиктеринин диапазонунун көбойүшүн камсыз кылат, ошону менен бирге зондук генераторлордун электр энергиясын чыгымдоону бир кыйла кыскартат.

Геоэлектрикада ызы-чуу сымал сигналдарды (ЧСС) колдонуунун алгылыктуу шарттары сызыктуу система (Жер) аркылуу өткөн генерацияланган дискреттүү ЧСС ырааттуулугунун ар бир импульсу жер кыртышынын импульстук өтмө реакциясы менен физикалык жактан айкалышкандыгына негизделген. Натыйжада байкоо пунктунда өлчөнгөн импульстардын ырааттуулугу түзүлөт. Биздин милдет – өлчөнгөн ырааттуулуктун импульстарында бөлүштүрүлгөн системанын импульстук өтмө жообун табуу.

ЧССти туура тандоо менен анын автокорреляциялык функциясы (АКФ) Дирактын дельтасынын функциясына жакындашына жетишүүгө болот. Бул учурда корреляциялык кабылдагычтын чыгышындагы кайчылаш-корреляция функциясы (ККФ) геомедиумдун каалаган импульстук өтмө реакциясына (ИӨФ) жакындайт. Мында дискреттүү эсептелген ККФ М-ырааттуулугунун (МИ) минималдуу импульстун узактыгынан көп эсе ЭПКга жакын болот.

Бир МИнын ККФ негизги “жалбыракчасынан” тышкары, экинчилик каптал эмиссияларына ээ. Бул четтөөлөр импульстук электр чалгындоодо бирдиктүү МИнин корреляциялык иштетүүсүн колдонууну чектейт. Бирок мезгил-мезгили менен кайталануучу МИ менен ККФ жана ИӨФ чектүү импульс чыгарууларга ээ эмес. Алардын ККФ формасы Дирак дельтасынын функциясына жакындайт. Бул учурда корреляциялык процесстен кийин мезгилдүү ИӨФ сигналдарынын андан ары топтолушу мүмкүн.

Биринчи корголгон жобо төмөндөгүдөй: “*Чоо-ченөөчү жабдыктын элементтеринин берилген мүнөздөмөлөрүнө жана зонддук таасирге геочөйрөнүн реакциясын көрсөтүүгө негизделген ызы-чуу сымал зонд сигналдары менен электр чалгындоо системасынын математикалык модели биринчи даражадагы интегралдык инерциялык звено түрүндө. Ызы-чууга окшош сигналдарды колдонуунун артыкчылыгы теориялык жактан далилденген, ал талаанын пайда болушун зонддоо үчүн туруктуу узактыгы бар биполярдык импульстарды колдонууга салыштырмалуу зонд сигналдарынын бирдей энергиялары менен ызы-чууну натыйжалуураак басууда турат».* Аны ачуу үчүн төмөнкүлөр зарыл: ызы-чуу сыяктуу зонд сигналдары менен электр чалгындоо системасынын математикалык моделин иштеп чыгуу. Иштелип чыккан моделди колдонуп, зонддоо үчүн импульстун туруктуу узактыгы (ТУ) менен биполярдык импульс ырааттуулугун колдонгон салттуу системага салыштырмалуу ызы-чуу сыяктуу зонд

сигналдарын колдонуу мүмкүнчүлүгүн жана артыкчылыктарын теориялык жактан негиздөө.

Чөйрөнүн модели өткөрүү коэффициенти жана убакыт константасы сыяктуу туруктуу (коюлган) параметрлери бар биринчи тартиптеги интегралдык инерциялык звено түрүндө берилген. Сигналдын сызыктуу эмес трансформациясы менен аныкталган сандык методдорго мүнөздүү болгон эсептөө катасын азайтуу үчүн орто жооп модели үчүн аналитикалык туюнтманы алуу зарыл. М-ырааттуулугундагы импульстардын узактыгы ар кандай болгондуктан, чөйрөнүн жооп сигналы интегралдык инерциялык байланыштын ар бир кийинки М-ырааттуулугунун импульстарынын маанилери менен аныкталган баштапкы шарттарда колдонулушуна жооп берүү ырааттуулугу катары көрсөтүлүшү мүмкүн. Андан соң импульстун топтолушуна алып келген сигналга камтылат.

Моделдештирүүнүн негизги милдети кадимки электр издөө системаларынын мүнөздөмөлөрүн ККФти колдонгон системанын мүнөздөмөлөрү менен салыштыруу болуп саналат. Бул максатта математикалык моделдин структурасына электр чалгындоо системаларынын моделдеринен тышкары (стандарттык жана колдонуучу ККФ) Түндүк Тянь-Шанда жүргүзүлгөн изилдөөлөргө мүнөздүү интерференциялардын жана ызы-чуунун ар кандай түрлөрүнүн моделдери киргизилген.

ККФтин чөйрөнүн ИӨФга жакындыгын баалоо жүргүзүлгөн. биринчи иретте, сигналдар жалпы кошулуучуга берилет). Жогорудагы моделдер үчүн ККФден чөйрөнүн ЭПКны реконструкциялоонун натыйжасы дискреттүү эсептелген ЧСС МИ минималдуу импульстун узактыгынан көп эседен баштап ЭПКга жакын экендигин көрсөттү.

Сигналдарды топтоонун стандарттык методдору менен салыштырганда ЧССти колдонууда ызы-чууну басуунун эффективдүүлүгүн баалоо үчүн ызы-чуунун модели катары нормалдуу бөлүштүрүү мыйзамы менен ызы-чуу каралды, анын жыштык спектри өлчөө каналынын өткөрүү жөндөмдүүлүгү менен чектелген. Үлгү каналдарындагы зонд сигналдарынын туруктуу энергиясын камсыз кылуу үчүн МИнун узундугуна карабастан, МИ жана ТТ импульстарынын узактыгынын болжолдуу туруктуулугу камсыз кылынды. В-салттуу сезүү методдоруна (синхрондук топтоо) салыштырмалуу НПСти корреляциялык иштетүүдө ызы-чууну басаңдатуу колдонулган М ырааттуулугунун узундугун көбөйтүүнүн квадраттык тамырына пропорционалдуу өсөт. Сигналдарды топтоонун стандарттык методдору менен салыштырганда ЧССти колдонууда ызы-чууну басуунун эффективдүүлүгүнө баа берүү, башка нерселер бирдей болгондо (зонддук сигналдын энергияларынын теңдиги) ызы-чууну басууда олуттуу пайдага (ондогон же андан көп эсе) жетишүүгө мүмкүн экенин көрсөттү. М-ырааттуулугу аз узундуктагы стандарттык системаларга салыштырмалуу ЧСС менен системанын чыгышында алынган. Ошентип, ККФти активдүү электр чалгындоо методдорунда колдонуу системанын ызы-чуунун иммунитетин олуттуу жакшыртууга (изилдөөнүн тереңдигин жана деталдуулугун жогорулатууга) же энергиянын чыгымдарын олуттуу кыскартууга (электрдик чалгындоонун күчү) негиз түзөт. электр импульс системасы) тактыкты, ызы-чууга каршы иммунитетти жана системанын башка маанилүү параметрлерин сактоо менен.

Экинчи корголуучу жободо төмөнкүдөй жазылган: «*Чуу сымал сигналдарды колдонуу менен электр чалгындоо жабдууларына ЧССнын түзүмдүк кийлигишүүсүнүн булактары аныкталган. Аларды автоматтык түрдө аныктоо жана жок кылуу методу сунушталган, ал оптималдуу аныктоо босогосун издөө критерийине негизделген, калган интерференциянын жана ызы-чуунун ыктымалдык тыгыздыгынын бөлүштүрүлүшүн нормалдуу мыйзамга максималдуу жакындаштыруу аркылуу.* "Аны аныктоо үчүн төмөнкүлөр зарыл: Электр чалгындоо жабдууларында ызы-чуу сымал сигналдарды колдонуунун өзгөчөлүктөрүн изилдөө. Чууга окшош зонд сигналдары бар электр чалгындоо жабдууларында ЧССтин структуралык кийлигишүүсүнүн болжолдуу булактарын аныктоо, алардын пайда болгон талаанын ийри сызыгынын сапатына тийгизген таасирин баалоо жана аларды жоюу ыкмасын иштеп чыгуу.

Ызы-чууга окшош сигналдары бар эксперименталдык электр чалгындоочу ченөө комплексинин (ЭЧК ЧСС) атайын иштелип чыккан прототиби менен эксперименталдык иштерди жүргүзүү процессинде талааларды иштетүү ийри сызыктарын алууда узак убакытка созулган аймакта ЧССтин структуралык ызы-чуусу пайда болот, ал кыска импульстардын түрү. Алардын формасы жана пайда болуу ийри сызыгындагы убактылуу абалы зонддун жана кабыл алынган ызы-чуу сымал сигналдардын параметрлери жана структурасы менен байланышкан, ошондуктан алар ушундай аталышты алышкан. ЧССтин түзүмдүк кийлигишүүсү чоң зонддоо тереңдиктерине туура келген талаанын пайда болуу ийри сызыгынын узак мезгилдеринде сигналдын ызы-чуу катышынын төмөндөшүнөн улам электр чалгындоо жабдууларында ЧССти эффективдүү пайдалануу мүмкүнчүлүктөрүн олуттуу чектейт.

Атайын иштелип чыккан математикалык моделдерди колдонуу менен ЧССте түзүмдүк ызы-чуунун төмөндөгү болжолдонгон физикалык булактары изилденген:

ЧССтин структуралык интерференциясынын пайда болуу булагы катары аналогдук-санариптик өзгөрткүчтөн (АСС) сигналдарды тандап алуу процесси: АССнын структуралык интерференциясынын деңгээли туруктуу жана колдонулган АССнын биттик кубаттуулугуна гана көз каранды. Сандык жактан алганда, сигналды тандап алуу менен шартталган ЧССдеги структуралык ызы-чуунун деңгээли болжол менен АССнын эң аз маанилүү битинин (үлгүлөрүнүн) салмагынан азыраак чоңдук тартибин түзөт. Демек, бул интерференциянын деңгээлин төмөндөтүү ЭКК ККФтин өлчөө каналында колдонулган АССнын разряддык кубаттуулугун жогорулатуу аркылуу ишке ашат.

Кең тилкелүү тутумдагы структуралык ызы-чуунун булагы катары санариптик сигналдар: симуляциянын натыйжалары өлчөө жолуна кирген санариптик сигналдар структуралык ызы-чуунун пайда болушунун себептеринин бири экенин көрсөттү. Мында санариптик сигналдардын көтөрүлүү жана төмөндөшүнүн узактыгынын ортосундагы айырма канчалык чоң болсо, структуралык ызы-чуунун деңгээли ошончолук чоң болот жана мителик RC-чынжыры убакыт константасынын өсүшү менен көбөйөт.

Кең тилкелүү системада структуралык ызы-чуунун булагы катары өлчөө системасындагы сигналды берүү жана конвертациялоонун мүнөздөмөлөрүнүн сызыктуу эместиги: Изилдөөлөр өлчөө жолундагы ар кандай статикалык сызыктуу эместиктер кең тилкелүү системада структуралык ызы-чуунун пайда болушунун себеби экенин көрсөттү. Структуралык ызы-чуунун амплитудасы менен өлчөнгөн сигналдын амплитудасынын ортосунда функционалдык (сызыктууга жакын) байланыш аныкталган. Мына ушундан келип чыгат, жердин импульстук өткөөл реакциясынын графигинин каалаган чекитинин өзгөрүшү өлчөөчү аппаратуранын туруктуу параметрлери менен изилденип жаткан булактын (жердин) параметрлеринин өзгөрүшүнө гана көз каранды болот.

АССтеги структуралык ызы-чуунун деңгээлин төмөндөтүү үчүн талаанын пайда болуу ийри сызыгында аларды аныктоо жана андан ары жок кылуу ыкмасы иштелип чыккан.

Структуралык бөгөттөрдү аныктоо ыкмасы белгиленген мөөнөттөгү жылма терезеде эсептелген сигнал энергиясынын белгиленген чектен ашуусун издөө болуп саналат. Бул бирдикке жакын сигналдын ызы-чуу катышы төмөн болсо да, кең тилкелүү ызы-чуунун фонунда импульстук сигналдарды туура аныктоонун жогорку ыктымалдуулугун (0,9дан ашык) камсыз кылат. АССтин структуралык кийлигишүүсүн аныктоо анын жай өзгөрүүчү (төмөн жыштыктагы) компонентин талаа түзүүчү ийри сызыгынан алып салуу менен алынган айырма ийри сызыгында жүргүзүлөт. АССтин структуралык ызы-чуусу ошол эле жерлерде кала берет жана талаанын пайда болуу ийри сызыгы үчүн туруктуу босогодо аныкталышы мүмкүн. Босогону аныктоо үчүн сандык критерий катары Пирсон корреляция коэффициенти түзүмдүк ызы-чуу алынып салынган талаа түзүү сигналы үчүн эсептелген ыктымалдык тыгыздыгынын бөлүштүрүлүшү менен нормалдуу бөлүштүрүү функциясынын ортосунда эсептелген. Издөө босогосун табуу тактыгын аныктоочу берилген кадам менен ашыкча баалангандан азыраак чоңдука чейин аныктоо босогосунун

издөө жолу менен эсептелген корреляция коэффициентинин максималдуу маанисин издөөгө туура келет.

Талаанын пайда болуу ийри сызыгынан табылган структуралык интерференция импульстарын жок кылуу процедурасы структуралык интерференция импульсунун башталышынын жана аягынын табылган чекиттери аркылуу өткөн түз сызык менен структуралык интерференциялуу сигнал бөлүгүн жакындатууга чейин кыскартылат. Импульстары бар сигналдын өчүрүлгөн бөлүмдөрүнүн узактыгы алардын ортосундагы убакыт интервалдарынын узактыгынан кыйла аз болгондуктан, аларды түз сызык менен алмаштыруу талаанын пайда болуу ийри сызыгынын формасына иш жүзүндө эч кандай таасир этпейт. ИӨФдеги структуралык интерференцияны жоюунун натыйжасында талаа эволюциясынын ийри сызыгындагы интерференциянын деңгээли калган интерференциянын чокусу-чокусу чокусу-чокусу диапазону катары эсептелген, болжол менен 930га кыскарган (ал 59 дБ) алар ийри сызыктагы структуралык интерференциянын (чокудан чокусуна) деңгээлине туура келет.

Үчүнчү корголуучу жобо төмөндөгүдөй: «*Талаа түзүү ыкмасын колдонуу менен активдүү электр чалгындоодо ызы-чууга окшош сигналдарды колдонуунун эффективдүүлүгү боюнча теориялык изилдөөлөрдүн натыйжаларын ырастаган ызы-чуу сыяктуу зонд сигналдары бар аппараттык-программалык электр чалгындоо комплексинин эксперименталдык үлгүсү*". Аны чагылдырууда төмөнкүлөр зарыл: Жер кыртышынын электрдик параметрлерин өлчөө үчүн ызы-чуу сигналдары бар аппараттык-программалык кең тилкелүү өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгуу, даярдоо жана жер кыртышында талаа пайда кылуу ыкмасын колдонуу менен сыноо, ызы-чуу сыяктуу сигналдар менен жакын зонадагы кең тилкелүү өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн колдонуу, жер кыртышын изилдөө технологиясын сыноо жүргүзүү, ал төмөнкүлөрдү камтыйт:

- реалдуу талаа шарттарында өлчөөлөрдү жүргүзүү методологиясын иштеп чыгуу;
- талаанын ийри сызыгын өлчөө катасын алдын ала баалоо;
- айлана-чөйрөнүн геоэлектрдик мүнөздөмөлөрүн алуу методологиясын иштеп чыгуу.

Теориялык изилдөөлөрдүн жыйынтыктарынын негизинде ызы-чуу сымал сигналдары бар кең тилкелүү өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсү, ККФ ИӨФ түзүлдү. ЭКК ККФтин аппараттык-программалык комплексинде ишке ашырылган зонддоо ыкмасынын стандарттуудан айырмалоочу өзгөчөлүгү – кеңири спектрдеги ызы-чуу сымал зонд сигналдарын колдонууда жана кабыл алуучу кадрдагы электр кыймылдаткыч күчүн (ЭКК) өлчөөдө салттуу ыкмасы, жазылган сигналдарды корреляциялык иштетүүдөн кийин биз ЭКК өзгөрүү ылдамдыгына пропорционалдуу сигналды же магнит агымынын экинчи туундусун алабыз, анткени кең спектрдеги ызы-чуу сыяктуу сигналдарды корреляциялык иштетүү сигналдын дифференциациясына алып келет. Демек, жазылган сигналдардын сенсору интегралдык типте болушу жана анын чыгышында магнит агымына пропорционалдуу сигналды камсыз кылуу максатка ылайыктуу. Кабыл алуучу тарапта жазылган сигналды андан ары корреляциялык иштетүү М-зондоо ырааттуулугунун минималдуу импульсунун узактыгына барабар убакыттан баштап ЭЭМ жакындай турган ийри сызыкты алууга мүмкүндүк берет. Бул үчүн, интегралдык типтеги индукциялык сенсор атайын иштелип чыккан жана өндүрүлгөн.

ИӨФ ККФ программалык камсыздоосу үч программаны камтыйт: *BBS_Registrator_ADD* - BURSтин иштөө режимдерин башкаруу үчүн иштелип чыккан, ИӨФ ККФ өлчөө каналынын ADC чыгышынан келген маалыматтарды каттоону жана сактоону камсыз кылат. *BBS_Terminal_ADD* - сигналдарды каттоонун режимдерин жана параметрлерин башкаруу процессин автоматташтыруу үчүн арналган. *BBS_ViewerM_NR* - тышкы компьютерде моделдин, лабораториянын жана талаа эксперименттеринин маалыматтарын иштетүү үчүн арналган. Иштелип чыккан маалыматтар катары каттоо процессинде алынган маалыматтар да, ИӨФ ККФ нын өлчөө каналынын чыгышынан да, программалык камсыздоо менен түзүлгөн маалыматтар да болушу мүмкүн.

Буларды ырастоо үчүн бир катар лабораториялык жана талаа эксперименттери өткөрүлдү. Корреляциялык процесстен жана андан кийинки синхрондук топтоодон кийин калдык ызы-чуунун жана интерференциянын деңгээли (структуралык тоскоолдуктардан тышкары) болжол менен 10 524 эсеге (80 дБ) азайган. Талаа маалыматтарын иштеп чыгууда структуралык ызы-чууну жоюунун натыйжасында талаа эволюциясынын ийри сызыгындагы ызы-чуунун деңгээли калган ызы-чуунун чокудан чокусуна чейинки диапазону катары эсептелген ызы-чуунун деңгээли болжол менен кыскарган, анын деңгээли 450 эсе (же 53 дБ) түзүмдүк ызы-чуунун деңгээлине (чокудан чокуга чейин) салыштырганда, аларды жоюуга чейин пайда болгон ийри сызык боюнча аныкталган. Ошентип, бүтүндөй математикалык моделдерден алынган натыйжалар ырасталды.

Сейсмикалык активдүү региондордогу заманбап геодинамикалык процесстерди изилдөөдө негизги башкарылуучу параметр болуп чөйрөнүн көрүнгөн электрдик каршылыгынын өзгөрүшү саналат. Зонддук ийри сызыктарды эсептөөдөгү салыштырмалуу катаны баалоо үчүн атайын комплекстүү талаа эксперименти өткөрүлдү. Анын натыйжалары көрсөткөндөй, биринчи жакындоодо 0,9 ишеним ыктымалдыгы менен ИӨФ ККФны колдонуу менен өлчөө катасы менен аныкталган мааниге айланган талаа сигналдарынын вариацияларын көзөмөлдөө жана өлчөө камсыз кылынат деп болжолдоого болот. Жүргүзүлгөн изилдөөлөр Бишкек геодинамикалык полигонунун (БГП) аймагындагы жер кыртышынын орточо электрдик кесилишине барабар болгон 204 Ом м бир тектүү катмар үчүн электрдик өздүк каршылыкты эске алуу менен, жүргүзүлгөн изилдөөлөр электрдик энергиянын өзгөрүшүнө мониторинг жүргүзүү үчүн технологиялык негиз түзөт. БГПнын аймагында 9000 мге жакын тереңдиктеги каршылык кирет.

ИӨФ ККФ үчүн чөйрөнүн геоэлектрдик мүнөздөмөлөрүн алуу методологиясы анын аппараттык жана программалык камсыздоону ишке ашыруунун өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен иштелип чыккан. Талаа пайда болгон сигналды иштетүү өткөргүч горизонталдык тегиздиктин (жука пленка) В.А. Сидорова моделинин алкагында аныкталган. Прайс-Шейнман пленкасынын көрүнгөн узунунан өткөргүчтүгүнүн жана өтүү тереңдигинин убакытка көз карандылыгын табуу ыкмасы ИӨФ ККФ программасында ишке ашырылган S жана H табылган баалуулуктары көрүнүп турат. В.А. Сидорованын методу менен тескери маселенин биринчилик маселени андан ары так чечүү үчүн геоэлектрдик бөлүмдүн параметрлеринин маанилеринин интервалдарын (катмарлардын калыңдыгы жана алардын өзгөчө өткөргүчтөрү) баалоого мүмкүндүк берет. Ошондой эле, бул чечим талаа экспериментинин шарттарында маалыматтарды болжолдуу интерпретациялоо үчүн колдонулушу мүмкүн ($S\tau$ ($h\tau$) ийри сызыктарын колдонуу менен бөлүмдү куруу).

Кайра иштетүүнүн натыйжасында алынган литосферадагы заманбап геодинамикалык процесстерди изилдөөдө негизги башкарылуучу параметр болуп көрүнүүчү электрдик каршылыктын убакыттын өтүшү менен өзгөрүшүнүн графиги саналат. Бир сааттык дискреттүүлүк менен жүргүзүлгөн 11 үндөө сеансын иштетүүнүн натыйжасында талаанын өнүгүү ийри сызыгы алынган, алардан көрүнгөн электрдик каршылык ийри сызыктары эсептелген. Натыйжада, 0,03 жана 0,11 секунд убакыттары менен эки мүнөздүү чекиттер үчүн көрүнгөн электрдик каршылыктын вариацияларынын убакыт катарлары түзүлдү. Тандалган убакыттардын ар бири үн ийри сызыгынын үзүлүү чекитине мүнөздүү. Электрдик каршылыктын кичинекей вариациялары эксперименттин кыска мөөнөтүнө байланыштуу. Түзүү ийри сызыгында калдык ызы-чуу менен шартталган термелүүнү азайтуу үчүн ρ_τ үлгү талаалары динамикалык чыпкалоо жолу менен алынган.

СУРООЛОР:

Рыбин А.К., физико-математика илимдеринин доктору.

1. *Суроо :* Эмне үчүн сиздин диссертацияңыздын аталышында изилдөө аймагы Түндүк Тянь-Шань деп көрсөтүлгөн?

Жооп: Изилдөөлөр негизинде Түндүк Тянь-Шанда жайгашкан Бишкек геодинамикалык полигонунун аймагында жүргүзүлгөн.

2. *Суроо :* "Изилденип жаткан чөйрөнүн башкарылуучу параметрлери" деген термин менен эмнени айткыңыз келгенин тактап бериңизчи ? " Псевдотереңдик " терминин колдонуу туурабы?

   Жооп : Көрүнгөн электрдик каршылык изилденүүчү чөйрөнүн башкарылуучу параметри катары колдонулат. Мен " псевдотереңдик " деген терминдин ордуна "көрүнгөн тереңдик" терминин колдонуу туурараак экенине кошулам.

3. *Суроо:* МБКда түзүмдүк кийлигишүүнү жоюу үчүн "узак убакыт" дегенди түшүндүрүп бериңизчи? Жана бул убакыттарга туура келген аймактарды кантип сандык эсепке алуу керек?

   Жооп: "Улуу заман", "кеч заман", "алыскы заман" деген түшүнүктөр синонимдер. Структуралык тоскоолдуктарды жоюу контекстинде узак убакыттар деп структуралык тоскоолдуктар пайдалуу сигналдын деңгээлинен ашып кете баштаган убакыттар түшүнүлөт, бул аларды пайдалуу сигналдын жана башка ызы-чуунун өзгөрүшүнүн фонунда аныктоого мүмкүндүк берет. Балким, бул учурда "улуу тереңдик" түшүнүгү менен байланышкан "улуу мезгил" деген терминди колдонуу таптакыр туура эмес. Бул кемчилик жоюлат.

Непеина К.С. , физико-математика илимдеринин кандидаты

Суроо : Мен презентацияларыңызга слайд номерлерин кошууну жана презентациянын мазмунун каталарды текшерүүнү сунуштайм .

Жооп: Мен макулмун.

Суроо : М-кезектин узактыгын тактап бериңиз. Бул берилген чектик мааниби же чексиз ырааттуулукпу?

Жооп: Бинарлык М-ыраттуулугу – өзгөрүлмө узундуктагы биполярдык импульстардын ыраттуулугу, анын узактыгы М-ыраттуулуктун минималдуу импульстарынын узактыгынын 2^n-1ге көбөйтүлүшү катары эсептелет, мында n – бит тереңдиги М-ыраттуулугу. М-ыраттуулугунун узактыгы талаанын пайда болушунун изилденген (башкарылган) убакыттарын аныктайт.

Имашев С.А., ф.-м.и.к.

Суроо: Корголгон 2-жобо фильтрлөөчү интерференция маселесин карайт. Фильтрлөө калдык интерференциянын жана ызы-чуунун ыктымалдык тыгыздыгынын бөлүштүрүлүшүн нормалдуу мыйзамга максималдуу жакындаштыруунун негизинде оптималдуу аныктоо босогосун табуу критерийине негизделген. Эмне үчүн башка чыпкалоо ыкмаларын колдоно албайсыз, мисалы, орточо эсепти колдонуу менен?

Жооп: Структуралык интерференция - бул М-ыраттуулугунун минималдуу импульсунун узактыгына барабар импульстук интерференция. Алардын амплитудасы пайдалуу сигналдын өзгөрүү деңгээлинен (көбүнчө төмөнкү жыштыктагы) бир кыйла жогору болушу мүмкүн. Кандайдыр бир орточо фильтр импульстук ызы-чуунун амплитудасынын азаюусуна жана убакыттын өтүшүнө алып келет, ал төмөнкү жыштыктуу аймакта жалган маалымат берет, бул геоэлектрдик секцияны андан ары чечмелөө жана куруу менен жалган катмарлардын пайда болушуна алып келиши мүмкүн. Бул эффектти жок кылуу үчүн талаанын пайда болуу ийри сызыгындагы ар бир интерференция импульсунун башталышын жана аягын аныктоо жана интерференция бөлүгүн түз сызык менен жакындатуу аркылуу аларды андан ары жок кылуу үчүн атайын алгоритм иштелип чыккан. Интерференциялык импульстун узактыгы талаа пайда болуу сигналынын узактыгынан кыйла кыска болгондуктан, бул ыкма талаанын пайда болуу ийри сызыгынын төмөнкү жыштыктагы компонентине дээрлик эч кандай таасирин тийгизбейт.

Кузиков С.И., ф.-м..и.к.

Суроо: Сиздин ишиңизде М-ырааттуулугу түшүнүгү активдүү колдонулат. Салттуу методдорго салыштырмалуу ызы-чууну басаңдатуу боюнча жетишкендиктерге жетишүүгө мүмкүндүк берген ырааттуулуктун ушул түрүн колдонуубу?

Жооп: Ооба.

Суроо : Бул түрдөгү ырааттуулуктарды колдонууда ызы-чуу басуунун мынчалык чоңдугунун себеби эмнеде ?

Жооп : Синхрондук сигнал топтоонун стандарттык ыкмасы үчүн басуу коэффициенти формула менен аныкталат $К_П = \sqrt{N}$, мында N - белгиленген узактыктагы мезгил-мезгили менен кайталануучу импульстардын топтолууларынын саны. Мында басуу коэффициенти эч кандай импульстун узактыгына көз каранды эмес жана топтолуулардын саны менен гана аныкталат. М-ырааттуулукту колдонууда, басуу коэффициенти формула менен аныкталат $К_П = \sqrt{L_m \cdot (N-2)}$, мында N - М-ырааттуулуктун кайталанууларынын (топтолуштарынын) саны , L_m - дискреттик убакыттагы бир М-ырааттуулуктун узактыгы. Формуладан көрүнүп тургандай, ал топтоолордун санына гана эмес, М-кабаттын узактыгына да көз каранды. ИӨФ ККФте учурда эксперименттерде $N = 202$ топтолуу саны менен $L_m = 884709$ узундуктагы 15 биттик М-ырааттуулугу колдонулат. Бул учурда ызы-чууну басуунун теориялык коэффициенти болжол менен 13300 болот.

ИЛИМИЙ ЖЕТЕКЧИНИН СӨЗҮ:

Александров П.Н., физика-математика илимдеринин доктору

Владимир Владимирович Бобровский 2002-жылы И.Раззаков атындагы Кыргыз техникалык университетин «Эсептөө машиналары, комплекстер, системалар жана тармактар» адистиги боюнча инженер квалификациясы менен аяктаган. 2002-жылдын октябрынан тартып азыркы учурга чейин Россия Илимдер академиясынын Илимий станциясынын алдыңкы аппараттык иштеп чыгууларынын лабораториясында (2009-жылдын январынан баштап жетектөөчү инженер-конструктор, 2018-жылдын февраль айынан баштап илимий кызматкер) эмгектенип келет. 2022-жылы И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин аспирантурасында кыргыз тили, чет тили (англис тили) жана илим тарыхы жана философиясы боюнча кандидаттык экзамендерди тапшырган.

2014-жылдан 2023-жылга чейинки мезгилде В.В. Бобровский жер кыртышында болуп жаткан динамикалык процесстерди изилдөө боюнча илимий изилдөөлөрдүн натыйжалуулугун жана сапатын жогорулатууга арналган ызы-чуу сымал сигналдарын (ЫСС) пайдалануу менен жер кыртышын активдүү электрдик чалгындоонун жаңы технологиясын иштеп чыгууда негизги аткаруучу катары катышкан. Бул ишти аткаруунун алкагында В.В. Бобровский « **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ**» кандидаттык диссертациясын даярдоо үчүн материал чогултуу боюнча иштерди жүргүзгөн. Мында негизги милдеттери: ызы-чуу сымал зонд сигналдары менен электр чалгындоо системасынын математикалык моделин иштеп чыгуу жана ишке киргизүү, электр чалгындоо аппараттарында ЧСС колдонуу өзгөчөлүктөрүн изилдөө, жакынкы зонада талаа түзүү ыкмасы менен жер кыртышынын электрдик параметрлерин өлчөө үчүн ЧСС менен кенири тилкелүү өлчөө комплексинин аппараттык-программалык эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгуу, ЧСС менен кенири тилкелүү өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн колдонуу менен жер кыртышын иликтөө технологиясын иштетүү.

Коргоо үчүн берилген кандидаттык диссертация белгилүү бир деңгээлде изилдөөчүнүн 2014-2021-жылдарда «Сейсмоактивдүү зоналарда геодинамикалык процесстерге электромагниттик мониторинг жүргүзүүнүн жана алардын коркунучтуулугун

баалоонун аппараттык-программалык каражаттарын жана технологиясынын негиздерин иштеп чыгуу» деген темада мамлекеттик тапшырманы аткарууга негизги аткаруучу катары катышуусунун натыйжасы болуп саналат. Диссертациялык иштин жыйынтыктоочу бөлүгү 2022-2023-жылдарга «Сейсмикалык чөйрөлөрдөгү ийкемсиз процесстерге мониторинг жүргүзүүнүн жана моделин түзүүнүн негизинде жер титирөөнү болжолдоонун негизи катары геофизикалык талааларды жана процесстерди изилдөө» деген темадагы мамлекеттик тапшырманын алкагында аткарылган.

Диссертациялык иште берилген изилдөөлөр 100 мден 10 кмге чейинки терең диапазондо талаа түзүү ыкмасы менен жер кыртышынын электрдик параметрлерин өлчөөнүн жогорку сапатын жана эффективдүүлүгүн камсыз кылган жаңы, заманбап элементтик базада аткарылган аппаратураны түзүүгө багытталган.

Автор ызы-чуу сымал иликтөө сигналдары менен электр чалгындоо системасынын математикалык моделин сунуштаган, ал өлчөө аппаратурасынын элементтеринин өтмө мүнөздөмөсүнө жана геочөйрөнүн биринчи тартиптеги интергациялоочу инерциялык звено түрүндө иликтөөчү таасири боюнча жообуна негизделген.

Сунуш кылынган математикалык модель менен теориялык изилдөөлөрдүн негизинде талаанын пайда болушун үндөө үчүн туруктуу узундуктагы биполярдык импульстардын талаасынын түзүлүшүн иликтөө үчүн колдонууга салыштырганда ЧСС колдонуунун артыкчылыгы тастыкталды. Изилдөө процессинде ЧСС түзүмдүк тоскоолдуктар аныкталган, ал талаа түзүүнүн катталган сигналдарын корреляциялык иштетүү процессинде келип чыккан. Автор ызы-чуу сымал сигналдардын жардамы менен электр чалгындоо аппаратураларында ЧСС структуралык тоскоолдук булактарын аныктап, аларды жоюу ыкмасын сунуштаган. Автор тарабынан жүргүзүлгөн теориялык изилдөөлөрдүн натыйжалары ЧСС бар электр чалгындоо өлчөө комплексинин аппараттык-программалык комплексинин эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгууда пайдаланылган. Даярдалган өлчөө комплексин иш жүзүндө сыноодон өткөрүү талаа түзүү ыкмасын колдонуу менен активдүү электр чалгындоодо ЧСС колдонуунун натыйжалуулугу боюнча теориялык изилдөөлөрдүн натыйжаларын ырастады.

Активдүү электромагниттик мониторинг технологиясын түзүү боюнча натыйжаларга автордун негизги салымы биринчи кезекте ЧСС менен электр чалгындоо системаларын математикалык моделдөө инструменттерин иштеп чыгуу жана аларды активдүү электр чалгындоодо колдонуунун өзгөчөлүктөрүн изилдөөгө өбөлгө түзгөн изилдөөлөрдү жүргүзүү жана математикалык моделдөөнүн натыйжалары менен лабораториялык жана талаа эксперименттерине салыштырма баа берүү менен байланышкан. Бул изилдөөлөрдүн натыйжалары ЧСС менен аппараттык-программалык өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгууда жана практикалык ишке ашырууда колдонулган, мында автор өлчөө комплексинин аппараттык жана бүтүндөй программалык камсыздоонун санарип бөлүгүн иштеп чыгууга түздөн-түз катышкан. Ошондой эле автордун жеке катышуусу жана анын жетекчилиги менен ЧСС колдонуу менен жакынкы зонада талаа пайда кылуу ыкмасын аркылуу жер кыртышынын активдүү электромагниттик мониторинги технологиясын иштеп чыгуу боюнча иштер жүргүзүлгөн.

Бул эмгек жакшы техникалык тилде жазылган, мазмуну илимий изилдөөнүн берилген темасын толук ачып берет жана алынган натыйжалар боюнча так логикалык корутундуларды камтыйт.

Эмгектин илимий жаңычылдыгы

ЧСС менен электр чалгындоо системасынын математикалык моделдери боюнча туруктуу узун импульстар менен биполярдык импульстук ырааттуулукту иликтөө колдонулган кадимки системага салыштырганда аларды колдонуунун мүмкүндүгү жана теориялык артыкчылыгы далилденген.

Электр чалгындоо аппаратураларында ызы-чуу сымал сигналдарды колдонуунун өзгөчөлүктөрү изилденген. Ызы-чуу сымал зонд сигналдары менен электр чалгындоо аппараттарында ЧСС структуралык тоскоолдук булактары аныкталган.

Тоскоолдуктар талаасынын пайда болуу ийри сызыгында алынган ЫСС тоскоолдугун туура аныктоонун жогорку ыктымалдуулугун жана төмөн ыктымалдуулуктагы жалган тынчсыздануунун аныктоо жана аны жоюуну камсыз кылуучу алгоритм иштелип чыккан. ЧССнын структуралык тоскоолдугун аныктоо босогосун автоматтык түрдө тандоо критерийи сунушталган, бул, маалыматтарды иштеп чыгуу процессин мүмкүн болушунча автоматташтырууга жана анын ылдамдыгын жогорулатууга мүмкүндүк берет, бул талаа жерлеринде иштерди аткарууда абдан маанилүү.

ЧСС менен аппараттык-программалык өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсү иштелип чыккан жана даярдалган, ал катталган сигналдардын кеңири жыштык диапазонунан жана чоң динамикалык диапазонунан улам талааны түзүү ийри сызыгын контролдоону камсыз кылат.

Талаанын пайда болушунун ар кандай мезгилдеринде алынган иликтөө ийри сызыктарынын сапатынын биринчи баа берүүлөрү алынды. Талаа эксперименттеринин натыйжаларынын негизинде биринчи жакындоодо, талаа түзүү убактысынын бүтүндөй аралыгынын аягында (2 с) ишенимдүү контролдонуучу вариациялардын минималдуу деңгээли 3%, 1,5 секундада - 1,0%, ал эми 0,5 секундада - 0,2% түзөт.

ЧСС менен эксперименталдык электр чалгындоо комплексинде чөйрөнүн геоэлектрдик мүнөздөмөлөрүн алуу үчүн методика иштелип чыккан. Бул методиканын жардамы менен Бишкек геодинамикалык полигонунун аймагындагы бир катар байкоо пункттары үчүн салыштырма каршылыктагы, узунунан өткөргүчтүү жана S тегиздигинен өтүүчү өтүү терендигинин ийри сызыктары алынган.

Теориялык жана практикалык маанилүүлүгү

ЧСС менен электр чалгындоо системаларын математикалык моделдештирүү үчүн иштелип чыккан инструменттер жер кыртышынын активдүү электр чалгындоо системаларында ЧСС колдонуунун өзгөчөлүктөрүн изилдөөгө жана лабораториялык жана талаа эксперименттерине математикалык моделдөөнүн натыйжалары менен салыштырма баа берүүгө мүмкүндүк берди. Иштелип чыккан программалык камсыздоо математикалык моделдерде аппаратура элементтеринин аракетин жана талаа түзүү ыкмасын колдонуу менен активдүү электр чалгындоонун программалык камсыздоосун иштеп чыгууда колдонулган маалыматтарды иштетүү ыкмаларын алдын ала изилдөө мүмкүнчүлүгүн берди.

Электр чалгындоо аппаратураларында ЧСС колдонуунун өзгөчөлүктөрүн изилдөөлөр ЧСС менен аппараттык-программалык өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгууда жана практикада ишке ашырууда пайдаланылды. ЧССта структуралык тоскоолдукту аныктоо жана андан ары жоюу үчүн иштелип чыккан методика ЧСС колдонуу менен аппараттарды долбоорлоодо линиялык эмес касиеттери бар элементтерди колдонуу менен коюлган чектөөлөрдү жеңүүгө мүмкүндүк берет.

ЧСС менен иштелип чыккан аппараттык-программалык өлчөө комплексин сыноонун алдын ала натыйжалары аны Бишкек геодинамикалык полигонунун аймагында иштеген жер кыртышынын активдүү электромагниттик мониторинг системасынын бөлүгү катары колдонуу негизин түзөт.

Диссертациянын үстүндө иштеп жатканда В.В. Бобровский өз алдынча илимий изилдөөгө болгон ынтасын көрсөттү: изилденүүчү проблеманын аспектисинде теорияны өздөштүрүү, максаттарды жана милдеттерди аныктоо жана так формулировкалоо, аларды чечүүнүн мүмкүн болгон жолдорун, ошондой эле пайда болгон кыйынчылыктарды жеңүү жолдорун аныктоо. Ал ишенимдүү түрдө изилдөө методикаларынын жана тиешелүү инструменттердин, маалыматтык технологиялардын зарыл арсеналына ээ, геологиялык - геофизикалык маалымат менен иштей билет.

Мындан тышкары В.В. Бобровский тырышчаактык жана эмгекчил, иштеги кылдаттык, ой жүгүртүүнүн тактыгы касиеттерине ээ. Ал өзүн максаттуу, демилгелүү, жоопкерчиликтүү, өзүнө жүктөлгөн милдеттерди өз алдынча чечүүгө жөндөмдүү изилдөөчү катары көрсөттү. Талапкер ошондой эле изилдөөчү, иликтөө системалаштыруу,

илимий чечмелөө жана алынган натыйжаларды сыпаттоо боюнча жакшы жөндөмгө ээ, муну анын жарыяланган макалалары, даярдалган илимий-техникалык отчеттору жана башка документтери тастыктап турат.

Диссертациянын материалдары эл аралык илимий журналдарда сыяктуу эле, жалпы россиялык жана эл аралык конференцияларда оозеки жана стенддик баяндамаларда апробациядан өткөн. Изилдөөнүн жыйынтыгы боюнча 11 макала, анын ичинде Web of Science, Scopus жана RSCI базаларына киргизилген 10 макала жарыяланган жана Россия Федерациясынын Жогорку аттестациялык комиссиясы жана Кыргыз Республикасынын Улуттук аккредитациялоо комиссиясы тарабынан сунушталган басылмаларга жарыяланган, ЭВМ үчүн программага 5 сертификат катталган.

Жогоруда айтылгандардын бардыгын эске алуу менен, мен Владимир Владимирович Бобровскийдин диссертациясы кандидаттык диссертацияларга коюлган талаптарга жооп берген бүткөрүлгөн илимий изилдөөнү билдирет деп эсептейм. Сунушталган эмгекти 25.00.10 – Геофизика, пайдалуу кендерди издөөнүн геофизикалык ыкмалары адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн коргоого сунуштайм.

РЕЦЕНЗЕНТТЕРДИН СӨЗҮ :

Биринчи рецензент.
Кузиков С.И., ф.-м..и.к.

Бобровскийдин диссертациясы В.В. Тема боюнча: «**ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ**» Тянь-Шандын литосферасында болуп жаткан геодинамикалык процесстерди активдүү стимулдарды колдонуу менен изилдөөнүн актуалдуу проблемасына арналган. Жер кыртышынын түзүлүшүн жана анын касиеттерин аныктоо үчүн геочөйрөнүн электрдик параметрлерин өлчөөнүн жетиштүү тактыгын камсыз кыла ала турган электр чалгындоо методдору каралган.

Иш киришүүдөн, 6 бөлүмдөн, корутундудан, 80 адабияттарды камтаыйт, 199 барак, көп сандагы сүрөттөр жана таблицалардан турат.

Бишкек геодинамикалык участогунун (БГП) аймагындагы жер кыртышына алыскы талаа талааларын түзүү ыкмасын колдонуу менен активдүү электромагниттик мониторинг жүргүзүүдө. ККФнын активдүү электромагниттик мониторинг системасын андан ары өнүктүрүүнүн багыттарынын бири локалдык электр чалгындоо методдорун, атап айтканда, жакынкы зонада (ККФ) талаанын пайда болушун зонддоо ыкмасын колдонуу болуп саналат. Бул ыкма деталдуу геоэлектрдик түзүлүш жөнүндө объективдүү маалымат алууга мүмкүндүк берет.

ККФ ыкмасын колдонуу менен жер кыртышынын электрдик параметрлерин өлчөөнүн тактыгын жогорулатуу үчүн ызы-чуу сыяктуу үн сигналдарын (ЫСС) колдонуу идеясы сунушталды. Бул идеянын алкагында жер кыртышындагы заманбап геодинамикалык процесстерди электромагниттик изилдөө үчүн ККФ менен аппараттык-программалык өлчөө комплекси түзүлгөн. Бул иштер БГПнын аймагында жер кыртышынын активдүү электромагниттик мониторингинин колдонуудагы системасынын мүмкүнчүлүктөрүн кеңейтүүгө багытталган.

Изилдөөлөр, анын натыйжалары диссертациялык ишинде В.В. Бобровский, 2014-2023-жылдары РИАнын адистештирилген темалары боюнча мамлекеттик тапшырманы ишке ашыруунун алкагында ишке ашырылган.

В.В.нын негизги салымы. Бобровскийдин диссертациялык изилдөөдө берилген натыйжалары ККФ менен электр чалгындоо системалары үчүн арналган маалыматтарды эсепке алуу жана иштетүү үчүн математикалык моделдөө каражаттарын жана программалык камсыздоону иштеп чыгууга түздөн-түз катышуу менен байланышкан. Ал

мындай электр чалгындоо системаларын активдуу электр чалгындоодо колдонууну изилдее боюнча илимий иштерди жургузду, лабораториялык жана талаа эксперименттерин математикалык моделдештирүүнүн натыйжалары менен салыштырды. Бул ККФ менен аппараттык-программалык өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгууга жана практикалык ишке ашырууга өбөлгө түздү, аны ишке ашырууда В.В. Бобровский түздөн-түз катышкан. Ошондой эле жеке катышуусу менен В.В. Бобровский, ККФти колдонуу менен жакынкы зонада талааларды пайда кылуу методу менен жер кыртышын активдуу электромагниттик байкоонун технологиясын иштеп чыгуу боюнча иштерди жургузулду.

Диссертацияда берилген корголгон жоболор жана алынган натыйжалар жетиштүү теориялык жана практикалык негиздемелерге ээ, математикалык моделдөөнүн натыйжалары менен далилденген жана лабораториялык жана талаа эксперименттеринин натыйжалары менен ырасталган.

Берилген маселелерди чечүү үчүн В.В. Бобровский санариптик сигналдарды иштетүү ыкмаларынын жалпы түшүнүгү менен бириктирилген эсептөө математикасынын кеңири спектрин колдонгон. Анын билимин жана атайын программалык камсыздоону иштеп чыгууда жана түзүүдө бир нече белгилүү программалоо тилдерин практикалык колдонууну белгилей кетүү керек. Өлчөө катасын баалоо үчүн өлчөө жабдууларын жана коштоочу программалык камсыздоону иштеп чыгууда зарыл болгон стандарттык ыкмалар колдонулган.

Изилдөө материалдары жана иштелип чыккан программалык камсыздоо Россия Илимдер академиясынын Илимий станциясынын Өркүндөтүлгөн аппараттык иштеп чыгуулар лабораториясында жаңы жабдууларды жана программалык камсыздоону иштеп чыгуу процессине киргизилет жана талааны түзүү методу үчүн заманбап аппараттык жана программалык камсыздоону түзүү үчүн зарыл болгон куралдар менен камсыз кылынат. В.В.Бобровскийдин илимий (диссертациялык) иштеринин жыйынтыгын ишке ашыруу актысы алынды.

Диссертациянын негизги илимий натыйжалары 9 илимий басылмада чагылдырылган, алардын исинен төртөө Scopus , Web of Science жана RSCI системаларында индекстелген, РФнын Жогорку аттестациялык комиссиясы жана Улуттук аттестациялык комиссия тарабынан сунушталган журналдарда жарыяланган. Кыргыз Республикасы. В.В. Бобровскийге ЭВМ үчүн программаларды каттоо үчүн Россия Федерациясынын Мамлекеттик патент кызматынан 5 күбөлүк берилген. Диссертациялык иште берилген изилдөөлөрдүн жыйынтыктары 7 россиялык жана эл аралык конференцияларда, симпозиумдарда жана семинарларда баяндалган жана талкууланган.

Иш квалификациялуу техникалык тилде жазылган, диссертациянын мазмуну илимий изилдөөнүн айтылган темасын жетиштүү ачып берет жана алынган натыйжаларга негизделген жүйөлүү логикалык корутундуларды камтыйт.

Диссертациянын техникалык дизайны боюнча комментарийлер бул жерде берилген эмес, анткени алар мазмунуна принципиалдуу таасирин тийгизбейт. Каалоо катары, мен ККФ менен кадимки сигналдын айырмасы, анын негизги артыкчылыгы, аны 100 - 10 000 жолу берүү үчүн колдонуу мүмкүнчүлүгү жөнүндө жөнөкөй тилде (адис үчүн түшүнүксүз) кыскача түшүндүрмө алгым келет – “сигнал-ызы-чуу” катышын жогорулатуу. Балким диссертациянын аталышындагы “...Түндүк Тянь-Шандын литосферасындагы процесстер” деген сөздү “...жер кыртышындагы процесстер” деген сөз менен алмаштыруу керектир, анткени диссертациянын 8-бетинде «Изилдөөнүн максаты» деген бөлүмдө анын тереңдиги 100 мден 10 кмге чейин деп берилген.

Бобровскийдин диссертациясы В.В. «**ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** » деген темада кандидаттык диссертацияларга коюлган талаптарга жооп берген бүтүргөн илимий изилдөө болуп саналат. Көрсөтүлгөн

эмгек 25.00.10 – Геофизика, пайдалуу кендерди чалгындоонун геофизикалык ыкмалары адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн коргоого сунушталышы мүмкүн.

Изденүүчүнүн жообу:

Урматтуу Сергей Иванович, менин диссертациямды карап чыгып, оң баа бергениңиз үчүн рахмат. Мен сиздин комментарийлериңизге жооп берем.

Бул термин кеңири белгилүү болгондуктан жана анын кеңири сүрөттөлүшү менен көптөгөн адабияттар бар болгондуктан, эмгекте М-ырааттуулугу түшүнүгүн кароого өзгөчө көңүл бурулбайт.

Экинчи рецензент.

Рыбин А.К., физика-математика илимдеринин доктору

Бобровскийдин диссертациясы В.В. Тема боюнча: «**ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ**» азыркы учурда Тянь-Шандын литосферасында болуп жаткан геодинамикалык процесстерди изилдөөнүн актуалдуу проблемасына арналган. Геочөйрөнүн башкарылуучу электромагниттик параметрлерин жогорку тактыкта өлчөөнү камсыз кылган активдүү электр чалгындоо ыкмалары колдонулган.

Бишкек геодинамикалык участогунун (БГП) аймагындагы жер кыртышына талаа түзүү ыкмасын колдонуу менен активдүү электромагниттик мониторинг жүргүзүлгөн. Методдун маңызы – 1989-жылга чейин MHD генератору, кийинчерээк ERGU-600 кубаттуу генератору менен колдонулуп келген алыскы (жасалма) ток булагы менен жерде козголгон туруксуз электромагниттик талааны, же убактылуу процесстерди изилдөө. Россия илимдер академиясынын илимий станциясында иштелип чыккан. АККнын активдүү электромагниттик мониторинг системасын андан ары өнүктүрүүнүн багыттарынын бири локалдык электр чалгындоо методдорун, атап айтканда, жакынкы зонада (НФС) талаанын пайда болушун зонддоо ыкмасын колдонуу болуп саналат. Бул ыкма деталдуу геоэлектрдик түзүлүш жана геоэлектрдик параметрлердин убакыттык вариациялары жөнүндө объективдүү маалыматты алууга мүмкүндүк берет.

ЖЗС ыкмасын колдонуу менен жер кыртышынын электрдик параметрлерин өлчөөнүн тактыгын жогорулатуу үчүн чоң "маалыматтын ашыкчалыгы" болгон ызы-чуу сыяктуу үн сигналдарын (ЧСС) колдонуу идеясы сунушталды. Ошондуктан Түндүк Тянь-Шандын литосферасындагы заманбап геодинамикалык процесстерди электромагниттик изилдөө үчүн ызы-чуу сымал сигналдары бар аппараттык-программалык өлчөө комплексин түзүү милдети коюлду. Ал БГПнын аймагында жер кыртышынын стресс-деформациялык абалын камтыйт.

Изилдөөлөр, анын натыйжалары диссертациялык ишинде В.В. Бобровскийдин «2014-2021-жылдарга сейсмикалык активдүү зоналардагы геодинамикалык процесстердин электромагниттик мониторингинин жана алардын коркунучтуулугун баалоонун аппараттык-программалык каражаттарын жана технологияларынын негиздерин иштеп чыгуу» темалары боюнча РИАнын ИС алкагында ишке ашырылган жана 2022-2023-жж. Алар «Сейсмогендик чөйрөлөрдөгү ийкемсиз процесстерге мониторинг жүргүзүүнүн жана моделдөөнүн негизинде жер титирөөнү болжолдоонун негизи катары геофизикалык талааларды жана процесстерди изилдөө» темаларын камтыйт.

Бобровский В.В. негизги салымы: диссертациялык изилдөөдө берилген алынган натыйжаларда биринчи кезекте анын ызы-чуу сымал сигналдары бар электр чалгындоо системалары үчүн арналган маалыматтарды эсепке алуу жана иштетүү үчүн математикалык моделдөө каражаттарын жана программалык камсыздоону иштеп чыгууга түздөн-түз катышуусу менен байланышкан. Активдүү электр чалгындоодо ызы-чуу сымал сигналдарды колдонуунун өзгөчөлүктөрүн изилдөөгө жана математикалык моделдөөнүн натыйжалары менен лабораториялык жана талаа эксперименттерине салыштырма баа

берүүгө мүмкүндүк берген изилдөөлөрдү жүргүзүү. Бул изилдөөлөрдүн натыйжалары ызы-чууга окшош сигналдары бар аппараттык-программалык өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгуу жана практикалык ишке ашыруу үчүн негиз түздү, мында Владимир Владимирович аппараттык жана бардык программалык камсыздоонун санариптик бөлүгүн иштеп чыгууга түздөн-түз катышкан. өлчөө комплексинин. Ошондой эле жеке катышуусу менен В.В. Бобровский ызы-чуу сымал сигналдарды колдонуу менен жакынкы зонада талааны пайда кылуу методун колдонуу менен жер кыртышын активдуу электромагниттик байкоонун технологиясын иштеп чыгуу боюнча эксперименталдык-методикалык иштерди жургузду .

Корголгон жоболор жана алынган натыйжалар, В.В. Бобровский, математикалык моделдештирүүнүн натыйжалары менен далилденген жана лабораториялык жана талаа эксперименттеринин натыйжалары менен ырасталган жетиштүү теориялык жана практикалык негиздемеге ээ.

Берилген маселелерди чечүү үчүн В.В. Бобровский эсептөө математикасынын методдорунун кеңири спектрин – цифралык сигналдарды иштетүү ыкмаларынын жалпы түшүнүгү менен бириктирилген сандык методдорду, математикалык статистиканын ыкмаларын, спектралдык анализди ж.б. колдонгон. Программалык камсыздоону иштеп чыгууда Assembler , Pascal (Delphi), C жана C++ программалоо тилдери колдонулган. Кээ бир алгоритмдерди иштеп чыгуу жана сыноо үчүн MATLAB жана Mathcad чөйрөлөрүндө ишке ашырылган математикалык моделдөө ыкмалары колдонулган. Өлчөө катасын баалоо үчүн өлчөө жабдууларын жана аны коштоочу программалык камсыздоону иштеп чыгууда колдонулган стандарттык ыкмалар колдонулган.

Диссертацияда алынган бардык негизги илимий натыйжалар 9 илимий басылмада чагылдырылган, алардын кээбири Scopus, Web of Science жана RSCI системаларында индекстелген, калганы КР УАК жана РФнын Жогорку аттестациялык комиссиясы тарабынан сунушталган журналдарда жарыяланган. Ошондой эле Россия Федерациясынын Мамлекеттик патент кызматынан компьютердик программаны каттоо боюнча 5 күбөлүк алган. Диссертациялык иште берилген изилдөөлөрдүн натыйжалары 7 россиялык жана эл аралык конференцияларда жана семинарларда баяндалган жана талкууланган.

Иштеп чыккан В.В. Бобровскийдин ызы-чуу сымал сигналдары бар электр чалгындоо системаларын математикалык моделдештирүү үчүн куралдары аларды активдүү электр чалгындоодо колдонуунун өзгөчөлүктөрүн изилдөөгө жана математикалык моделдөөнүн натыйжалары менен лабораториялык жана талаа эксперименттерине салыштырма баа берүүнү жүргүзүүгө мүмкүндүк берди. Бул изилдөөлөрдүн натыйжалары ызы-чуу сымал сигналдары бар аппараттык-программалык өлчөө комплексинин эксперименталдык үлгүсүн иштеп чыгууда жана практикалык ишке ашырууда колдонулган. Изилдөө материалдары жана иштелип чыккан программалык камсыздоо жаңы аппараттык жана программалык камсыздоону иштеп чыгуу процессине РИАнын Өркүндөтүлгөн аппараттык жабдыктарын иштеп чыгуу лабораториясында киргизилет жана талааны түзүү методу үчүн заманбап аппараттык жана программалык камсыздоону түзүү үчүн зарыл инструменттер менен камсыз кылынат. Бобровский В.В. тарабынан РИАда илимий (диссертациялык) ишинин натыйжаларын ишке ашыруу актысы алынды.

Иш жакшы техникалык тилде жазылган, мазмуну илимий изилдөөнүн айтылган темасын толук ачып берет жана алынган натыйжаларга негизделген так логикалык корутундуларды камтыйт.

Жогоруда айтылгандардын бардыгын эске алып, Владимир Владимирович Бобровскийдин **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** диссертациясы кандидатка коюлган бардык талаптарга жооп берген толук илимий изилдөө деп эсептейм.. Сунушталган диссертациялык ишти 25.00.10 – Геофизика,

пайдалуу кендерди чалгындоонун геофизикалык ыкмалары адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн коргоого сунуштайм.
Изденүүчүнүн жообу:

Урматтуу Анатолий Кузьмич, менин диссертациямды карап чыгып, оң баа бергениңиз үчүн рахмат.

ЖАРЫШ СӨЗ СҮЙЛӨГӨНДӨР:

Александров П.Н., физика-математика илимдеринин доктору
В.В.Бобровскийдин диссертациялык изилдөөсүндө аткарылган иштер геофизиканын андан аркы өнүгүшүнө алып баруучу жаңы натыйжа болуп саналат (ККФ ыкмасы).
Ильичев П.В.
В.В.Бобровскийдин жогорку натыйжалуулугун белгилегим келет жана РИАнын илимий станциясынын алдыңкы аппараттык иштеп чыгуулар лабораториясында жүргүзүлгөн изилдөөлөрдөгү башкы ролу ээлейт.

ДОБУШ БЕРҮҮ:
Бобровскийдин диссертациялык иши В.В. **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** актуалдуу темада жазылган, илимий жаңылык жана практикалык мааниге ээ. Берилген эмгек кандидаттык диссертацияларга коюлган талаптарга жооп берген, аяктаган өз алдынча илимий изилдөө болуп саналат.

ДОБУШ БЕРҮҮНҮН ЖЫЙЫНТЫГЫ:
“макул” – 9 адам; "каршы" - жок; "калыс" - жок

2) Россия Илимдер академиясынын Бишкектеги Илимий станциясынын окумуштуу катчысы Забинякова О.Б. күн тартибинин экинчи маселесин талкууга чыгарды.

В.В.Бобровскийдин диссертациялык иши боюнча кандидаттык экзаменди тапшыруу үчүн атайын дисциплина боюнча кошумча программа Россиянын Илимдер академиясынын Илимий станциясынын алдыңкы аппараттык иштеп чыгуулар лабораториясынын кызматкерлери тарабынан иштелип чыккан. Сөз лабораториянын улук илимий кызматкери П.В Ильичевге берилди.

УГУЛДУ: Бобровский В.В.нын диссертациялык ишинин кошумча программасын баяндаган Ильичев П. **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** деген темада .

СУРООЛОР:

Рыбин А.К., физика-математика илимдеринин доктору
Суроо: Программага геочөйрөнүн негизги башкарылуучу параметрлерин өлчөөнүн тактыгын баалоого байланышкан суроолор камтылганбы?
Жооп: ооба, камтылган.
Кузиков С.И., п.и.д.
Суроо: Программа сиз колдонгон М-ырааттуулугуна байланыштуу суроолорду жана ырааттуулуктун ушул түрүн колдонууда ызы-чууну басуунун көлөмүнүн теориялык баалоолорун камтыйбы?

Жооп: ооба, камтылган.

ЖАРЫШ СӨЗ СҮЙЛӨГӨНДӨР:

Рыбин А.К., физика-математика илимдеринин доктору
Сунушталган кошумча программа В.В.Бобровскийдин диссертациялык ишинде талкууланган маселелерди жетиштүү түрдө толук камтыйт. **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** деген темада . Мен кошумча программаны бекитүүнү сунуш кылам.

ДОБУШ БЕРҮҮ:
В.В.Бобровскийдин диссертациялык ишине кандидаттык минимум тапшырууга кошумча кандидаттык экзамендин программасы – геофизика, пайдалуу кендерди издөөнүн геофизикалык ыкмалары адистигине жана Россия Илимдер Академиясынын Илимий станциясынын Илимий Кеңешинин кароосуна коюлган **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** деген темада толугу менен шайкеш келет.

ДОБУШ БЕРҮҮНҮН ЖЫЙЫНТЫГЫ:
“макул” – 9 адам; "каршы" - жок; "калыс" - жок

ТОКТОМ:
1) В.В.Бобровскийдин **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** диссертациялык иши 25.00.10 - «Геофизика, пайдалуу казындыларды издөөнүн геофизикалык ыкмалары» адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн боюнча оң корутунду кабыл алынсын. Ал диссертациялык кеңеште андан ары кароого сунуш кылынсын.
2) В.В.Бобровскийдин 25.00.10 - «Геофизика, пайдалуу кендерди өздөштүрүүнүн геофизикалык методдору» адистиги боюнча **ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН ЛИТОСФЕРАСЫНДАГЫ ЗАМАНБАП ГЕОДИНАМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ИЗИЛДӨӨ ҮЧҮН ЧУУ СЫМАЛ СИГНАЛДАР МЕНЕН КЕҢ ТИЛКЕЛҮҮ ӨЛЧӨӨ КОМПЛЕКСИ** темадагы физика-математика илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн кандидаттык экзаменин кошумча программасы бекитилсин.

Окумуштуулар кеңешинин торагасы,
физика-математика илимдеринин доктору А.К. Рыбин

Окумуштуулар кеңешинин катчысы О.Б. Забинякова

16.01.24 г.

Выписка из протокола № 11

заседания Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научной станции Российской академии наук в г. Бишкеке (НС РАН)

г. Бишкек от «24» ноября 2023 г.

Состав совета, утвержденный Ученым советом Научной станции РАН – 11 чел.
Присутствует на заседании Ученого совета – 10 чел.

1. Председатель: Рыбин А.К. - д.ф.-м.н., главный научный сотрудник, директор НС РАН, 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
2. Секретарь: Забинякова О.Б. –младший научный сотрудник, ученый секретарь НС РАН

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

3. Александров П.Н. - д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Центра геоэлектромагнитных исследований ИФЗ РАН, 04.00.12 - геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых
4. Баталева Е.А. - к.г.-м.н., ведущий научный сотрудник, и.о. зав. Лаборатории глубинных магнитотеллурических исследований НС РАН, 25.00.03 – геотектоника и геодинамика, 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
5. Кузиков С.И. - к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник, и.о. зав. Лаборатории изучения современных движений земной коры методами космической геодезии НС РАН, 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
6. Имашев С.А. - к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник, и.о. зав. Лаборатории комплексных исследований НС РАН, 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы
7. Матюков В.Е. - к.ф.-м.н., старший научный сотрудник НС РАН, 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
8. Свердлик Л.Г. - к.ф.-м.н., старший научный сотрудник НС РАН, 01.04.05 - оптика
9. Бобровский В.В. - научный сотрудник, и.о. зав. Лаборатории перспективных аппаратурных разработок НС РАН
10. Ильичев П.В. – старший научный сотрудник НС РАН

Приглашенные:
Непеина К.С. - к.г.-м.н., научный сотрудник НС РАН, 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
Мухамадеева В.А. - научный сотрудник НС РАН
Младшие научные сотрудники НС РАН: Валуйский А.Ю., Воронцова Е.В., Кирилов А.А., Кульков Д.С., Лазарева Е.А., Лашин О.А., Лисимов М.О., Паров С.В., Юнусов А.И.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1) Предварительная экспертиза диссертационного исследования по месту выполнения работы

Соискатель: Бобровский Владимир Владимирович, научный сотрудник, и о. заведующего лабораторией перспективных аппаратурных разработок Научной станции РАН.

Тема диссертационного исследования: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня».

Специальность: 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Степень: кандидат физико-математических наук.

2) Рассмотрение и обсуждение дополнительной программы специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе Бобровского Владимира Владимировича на тему: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

1) Ученый секретарь НС РАН в г. Бишкеке Забинякова О.Б. представила к обсуждению первый вопрос повестки дня.

Тема кандидатской диссертации и научный руководитель утверждены на основании решения ученого совета НС РАН в г. Бишкеке от 12 мая 2021 года, протокол №8.
Научный руководитель: Александров Павел Николаевич, главный научный сотрудник Центра геоэлектромагнитных исследований ИФЗ РАН, д.ф.-м.н. (специальность 04.00.12 «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»).

Назначенные рецензенты:

1) Кузиков Сергей Иванович, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией изучения современных движений земной коры методами космической геодезии Научной станции РАН, к.ф.-м.н.
2) Рыбин Анатолий Кузьмич, директор, главный научный сотрудник Научной станции РАН, д.ф.-м.н.

СЛУШАЛИ:
Доклад Бобровского В.В. на тему «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня».

Уважаемые коллеги!

Основной целью исследования, отраженного в моей диссертационной работе, является создание новой, выполненной на современной элементной базе аппаратуры, обеспечивающей повышенное качество и эффективность измерения электрических параметров земной коры методом становления поля в диапазоне глубин от 100 м до 10 км.

Объектом исследования является экспериментальный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере северного Тянь-Шаня. На исследуемой территории осуществляется регистрация сигналов отклика земной коры на электромагнитное воздействие. Зарегистрированные данные обрабатывается с помощью специального программного обеспечения. В результате такой обработки строятся временные ряды изменения контролируемого параметра исследуемой среды (удельного электрического сопротивления горных пород на разных глубинах), отражающие развитие напряженно-деформационных процессов, происходящих в земной коре.

В основу построения измерительной аппаратуры положен известный метод зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ). Этот метод позволяет получить объективную информацию о детальном геоэлектрическом строении. Для повышения точности измерения электрических параметров земной коры используются шумоподобные зондирующие сигналы, обладающие большой «информационной избыточностью». Корреляционная обработка таких сигналов, регистрируемых на приемной стороне электроразведочной измерительной системы на фоне значительных

шумов и помех различного происхождения при зондировании шумоподобными токовыми импульсами, может обеспечить многократное (100 - 10000 раз) повышение соотношение сигнал-шум. Это позволит обеспечить расширение диапазона исследуемых глубин земной коры при значительном снижении энергопотребления зондирующих генераторных установок.

Предпосылки применения шумоподобных сигналов (ШПС) в геоэлектрике основаны на том, что каждый импульс генерируемой дискретной ШПС-последовательности проходя через линейную систему (Землю) физически сворачивается с импульсной переходной характеристикой земной коры. В результате в пункте наблюдения образуется последовательность измеренных импульсов. Наша задача – найти импульсную переходную характеристику системы, распределенную в импульсах измеренной последовательности.

При правильном выборе ШПС можно добиться того, что ее автокорреляционная функция (АКФ) будет приближаться к дельта функции Дирака. В этом случае взаимно корреляционная функция (ВКФ) на выходе корреляционного приемника будет приближаться к искомой импульсной переходной характеристики (ИПХ) геосреды. При этом вычисляемая дискретно ВКФ близка к ИПХ начиная со времен больших длительности минимального импульса М-последовательности (МП).

АКФ одиночной МП помимо основного (главного) лепестка имеет побочные боковые выбросы. Эти выбросы ограничивают применение корреляционной обработки одиночных МП в импульсной электроразведке. Однако периодически повторяющиеся МП не имеют боковых выбросов на АКФ и ВКФ. Их АКФ по форме приближается к дельта функции Дирака. При этом после корреляционной обработки возможно дальнейшее накопление периодических сигналов ВКФ.

Первое защищаемое положение звучит следующим образом: «*Математическая модель электроразведочной системы с шумоподобными зондирующими сигналами, основанная на задаваемых передаточных характеристиках элементов измерительной аппаратуры и представлении отклика геосреды на зондирующее воздействие в виде интегрирующего инерционного звена первого порядка. Теоретически доказано преимущество применения шумоподобных сигналов заключающееся в более эффективном подавлении шума при равенстве энергий зондирующих сигналов по сравнению с использованием для зондирования становлением поля биполярных импульсов с постоянной длительностью.*». Для его раскрытия необходимо: Разработать математическую модель электроразведочной системы с шумоподобными зондирующими сигналами. При помощи разработанной модели теоретически обосновать возможность применения и преимущество использования шумоподобных зондирующих сигналов в сравнении с традиционной системой, использующей для зондирования биполярные импульсные последовательности с постоянной длительностью импульсов (ПП).

Модель среды, представлена в виде интегрирующего инерционного звена первого порядка с фиксированными (задаваемыми) параметрами такими как коэффициент передачи и постоянная времени. Для снижения свойственной численным методам погрешности вычислений, определяемой нелинейным преобразованием сигнала, необходимо получить аналитическое выражение модели отклика среды. Так как импульсы М-последовательности имеют различную длительность то сигнал отклика среды можно представить в виде последовательности откликов интегрирующего инерционного звена на подачу каждого последующего импульса М–последовательности при начальных условиях, определяемых значениями сигнала, вычисленного к концу предыдущего импульса.

Основной задачей моделирования является сравнение характеристик обычных электроразведочных систем с характеристиками системы с применением ШПС. Для этого в структуру математической модели помимо моделей электроразведочных систем (стандартной и с использованием ШПС) были включены модели различного рода помех и шумов характерных для исследований, проводимых на территории Северного Тянь-Шаня.

Оценка близости ВКФ к ИПХ среды была выполнена для моделей среды, приближенно имитирующих однородное полупространство (одно интегрирующее инерционное звено) и горизонтально слоистую среду (четыре параллельно включенных интегрирующих инерционных звена первого порядка, сигналы от которых поступают на общий сумматор). Результат реконструкции ИПХ среды по ВКФ для вышеуказанных моделей показал, что вычисляемая дискретно ВКФ близка к ИПХ начиная со времен больших длительности минимального импульса МП.

Для оценки эффективности подавления шума при использовании ШПС в сравнении со стандартными методами накопления сигналов в качестве модели шума рассматривался шум с нормальным законом распределения, частотный спектр которого ограничивался полосой пропускания измерительного канала. Для обеспечения фиксированной энергии зондирующих сигналов в каналах модели независимо от длины МП обеспечивалось примерное постоянство длительности МП и импульсов ПП. В Подавление шумов при корреляционной обработке ШПС по сравнению с традиционными методами зондирования (синхронное накопление) увеличивается пропорционально корню квадратному из увеличения длины, используемой М-последовательности. Оценка эффективности подавления шума при использовании ШПС в сравнении со стандартными методами накопления сигналов показала, что при прочих равных условиях (равенство энергий зондирующих сигналов) возможно достижение значительного выигрыша (десятки и более раз) в подавлении шума, получаемого на выходе системы с ШПС по сравнению с типовыми системами даже при незначительных длинах М-последовательностей. Таким образом применение ШПС в методах активной электроразведки создает основу для значительного улучшения помехоустойчивость системы (повышение глубинности и детальности проводимых исследований), или значительного снижения энергозатрат (мощность зондирующей электроимпульсной системы) при сохранении точности, помехоустойчивости и других важных параметров системы.

Второе защищаемое положение звучит следующим образом: «*Установлены источники структурных помех ШПС в электроразведочной аппаратуре с применением шумоподобных сигналов. Предложен способ их автоматического обнаружения и устранения, основанный на критерии поиска оптимального порога обнаружения по максимальному приближению распределения плотности вероятности остаточных помех и шумов к нормальному закону.*». Для его раскрытия необходимо: Исследовать особенности применения шумоподобных сигналов в электроразведочной аппаратуре. Выявить предполагаемые источники структурных помех ШПС в электроразведочной аппаратуре с шумоподобными зондирующими сигналами с целью оценки их влияния на качество получаемой кривой становления поля и разработать способ их устранения.

В процессе проведения экспериментальных работ со специально разработанным макетным образцом экспериментального электроразведочного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами (ЭРК ШПС) при получении кривых становления поля в области больших времен проявляются структурные помехи ШПС в виде коротких импульсов. Их форма и временное положение на кривой становления связаны с параметрами и структурой зондирующих и принимаемых шумоподобных сигналов поэтому они получили такое название. Структурные помехи ШПС существенно ограничивают возможности эффективного использования ШПС в электроразведочной аппаратуре из-за снижения соотношения сигнал/помеха на больших временах кривой становления поля, соответствующих большим глубинам зондирования.

На специально разработанных математических моделях были исследованы следующие предполагаемые физические источники структурных помех ШПС:

Процесс дискретизации сигналов аналого-цифрового преобразователя (АЦП), как источник появления структурных помех ШПС: Уровень возникающих структурных помех ШПС стабилен и зависит лишь от разрядности применяемого АЦП. Численно уровень структурных помех ШПС, вызванных дискретизацией сигнала примерно на

порядок меньше веса младшего разряда (дискреты) АЦП. Следовательно, снижение уровня этих помех достигается увеличением разрядности АЦП, используемого в измерительном канале ЭРК ШПС.

Проникающие цифровые сигналы, как источник появления структурных помех ШПС: Результаты моделирования показали, что проникающие в измерительный тракт цифровые сигналы являются одной из причин появления структурных помех. При этом уровень структурных помех тем больше, чем больше разница между длительностями фронта и спада цифровых сигналов и увеличивается с ростом постоянной времени паразитной RC-цепи.

Нелинейности характеристик передачи и преобразования сигналов в измерительной системе в качестве источника структурных помех ШПС: Проведенные исследования показали, что любые статические нелинейности в измерительном тракте являются причиной появления структурных помех ШПС. Выявлена функциональная (близкая к линейной) связь между амплитудой структурных помех и амплитудой измеряемого сигнала. Из этого следует что, вариации любой точки графика импульсной переходной характеристики земли, при стабильных параметрах измерительной аппаратуры, зависят только от изменения параметров исследуемого источника (земли).

Для уменьшения уровня структурных помех ШПС был разработан способ их обнаружения и дальнейшего устранения на кривой становления поля.

Способ обнаружения структурных помех заключается в поиске превышения энергии сигнала, вычисляемой в скользящем окне фиксированной длительности, заданного порога. При этом обеспечивается высокая вероятность (более 0,9) правильного обнаружения импульсных сигналов на фоне широкополосных шумов даже при малом соотношении сигнал-шум близком к единице. Обнаружение структурных помех ШПС выполняется в разностной кривой, получаемой вычитанием из кривой становления поля ее медленно меняющейся (низкочастотной) составляющей. Структурные помехи ШПС остаются на прежних местах и обнаружение их можно выполнить при постоянном (фиксированном) пороге для всей кривой становления поля. В качестве численного критерия при определении порога вычислялся коэффициент корреляции Пирсона между вычисленным распределением плотности вероятности и функцией нормального закона распределения для сигнала становления поля с удаленными структурными помехами. Поиск порога обнаружения сводится к поиску максимального значения коэффициента корреляции, вычисляемого при переборе значений порога обнаружения от завышенного до заниженного с заданным шагом, определяющим точность поиска.

Процедура устранения обнаруженных импульсов структурных помех с кривой становления поля сводится к аппроксимации участка сигнала со структурной помехой прямой линией, проходящей через найденные точки, начала и окончания импульса структурной помехи. Так как длительность удаляемых участков сигнала с импульсами значительно меньше длительности временных интервалов между ними то замена их на прямую линию практически не влияет на форму кривой становления поля. В результате удаления структурных помех на ВКФ, уровень помех на кривой становления поля, вычисляемый как размах оставшихся помех от пика до пика, снизился примерно в 930 раз (на 59 дБ) по сравнению с уровнем структурных помех (от пика до пика) на кривой становления до их удаления.

Третье защищаемое положение звучит следующим образом: «*Экспериментальный образец аппаратурно-программного электроразведочного измерительного комплекса с шумоподобными зондирующими сигналами, подтвердивший результаты теоретических исследований об эффективности применения шумоподобных сигналов в активной электроразведке методом становления поля.*». Для его раскрытия необходимо: Разработать, изготовить и протестировать в полевых условиях экспериментальный образец аппаратно-программного широкополосного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами для измерения электрических параметров земной коры

методом становления поля в ближней зоне. Выполнить отработку технологии зондирования земной коры с использованием экспериментального образца широкополосного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами, включающую в себя:

- Разработку методики проведения измерений в реальных полевых условиях;
- Предварительную оценку погрешности измерения кривой становления поля;
- Разработку методики получения геоэлектрических характеристик среды.

Опираясь на результаты проведенных теоретических исследований, был разработан экспериментальный образец широкополосного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами – ЭРК ШПС. Отличительной особенностью реализованного в аппаратурно-программном комплексе ЭРК ШПС метода зондирования от типового является то, что при применении шумоподобных зондирующих сигналов с широким спектром и измерении электро-движущей силы (ЭДС) в приемной рамке, как в традиционном методе, после корреляционной обработки зарегистрированных сигналов мы будем получать сигнал пропорциональный скорости изменения ЭДС или второй производной от магнитного потока, так как корреляционная обработка шумоподобных сигналов с широким спектром приводит к дифференцированию сигнала. Поэтому желательно, чтобы датчик регистрируемых сигналов был интегрирующего типа и обеспечивал на своем выходе сигнал пропорциональный магнитному потоку. Дальнейшая корреляционная обработка регистрируемого на приемной стороне сигнала позволяет получить кривую, которая, начиная со времени, равного длительности минимального импульса зондирующей М последовательности, будет приближаться к ЭДС. Для этого был специально разработан и изготовлен индукционный датчик интегрирующего типа.

Программное обеспечение ЭРК ШПС включает в себя три программы: *BBS_Registrator_ADD* - предназначена для управления режимами работы БУРС, обеспечивает регистрацию и сохранение данных, поступающих с выхода АЦП измерительного канала ЭРК ШПС. *BBS_Terminal_ADD* - предназначена для автоматизации процесса управления режимами и параметрами регистрации сигналов. *BBS_ViewerM_NR* - предназначена для обработки данных модельных, лабораторных и полевых экспериментов на внешнем ПК. В качестве обрабатываемых данных могут выступать как данные полученные в процессе регистрации с выхода измерительного канала ЭРК ШПС, так и данные, генерируемые программным способом.

Для подтверждения теоретического выигрыша в подавлении шумов и структурных помех была проведена серия лабораторных и полевых экспериментов. После корреляционной обработки и последующего синхронного накопления уровень остаточных шумов и помех (за исключением структурных помех) снизился примерно в 10524 раз (80 дБ). В результате удаления структурных помех при обработке полевых данных, уровень помех на кривой становления поля, вычисляемый как размах оставшихся помех от пика до пика, снизился примерно в 450 раз (на 53 дБ) по сравнению с уровнем структурных помех (от пика до пика) на кривой становления до их удаления. Таким образом результаты, полученные на математических моделях в целом, подтвердились.

Основным контролируемым параметром при исследованиях современных геодинамических процессов в сейсмоактивных регионах является изменение кажущегося удельного электрического сопротивления среды. Для оценки относительной погрешности вычисления кривых зондирования был проведен специальный комплексный полевой эксперимент. Его результаты показали, что в первом приближении можно считать, что с помощью ЭРК ШПС с доверительной вероятностью 0,9 будут обеспечены контроль и измерение вариаций сигналов становления поля величиной, определяемой погрешностью измерения. С учетом удельного электрического сопротивления для однородного слоя 204 Ом·м, эквивалентного среднестатистическому электрическому разрезу земной коры территории Бишкекского геодинамического полигона (БГП), проведенные исследования

создают технологическую основу для проведения мониторинга вариаций электросопротивления на территории БГП до глубин порядка 9000 м.

Методика получения геоэлектрических характеристик среды для ЭРК ШПС разрабатывалась с учетом особенностей его аппаратурно-программной реализации. Обработка сигнала становления поля осуществляется в рамках модели проводящей горизонтальной плоскости (тонкой пленки) в непроводящей среде по методике В.А. Сидорова. Методика нахождения зависимости кажущейся продольной проводимости и глубины проникновения пленки Прайса-Шейнмана от времени реализована в программном обеспечении ЭРК ШПС. Найденные значения S и H являются кажущимися. Первичное решение обратной задачи по методике В.А. Сидорова позволяет оценить интервалы значений параметров геоэлектрического разреза (мощностей слоев и их удельных проводимостей) для дальнейшего более точного решения обратной задачи методом подбора в установленных интервалах значений параметров геологического разреза. Также такое решение можно использовать для приближенной интерпретации данных в условиях полевого эксперимента (построение разреза по кривым $S\tau(h\tau)$).

Основным контролируемым параметром при изучении современных геодинамических процессов в литосфере получаемым в результате обработки является график изменения кажущегося удельного электрического сопротивления во времени. В результате обработки 11 сеансов зондирования, выполнявшихся с дискретностью в 1 час, были получены кривые становления поля, по которым были вычислены кривые кажущегося удельного электросопротивления. В результате были построены временные ряды вариаций кажущегося электросопротивления для двух характерных точек с временами 0.03 и 0.11 секунды. Каждое из выбранных времен характеризует точку излома кривой зондирования. Малые вариации электросопротивления связаны с небольшой продолжительностью эксперимента. Для снижения флуктуаций, вызванных остаточными шумами на кривой становления поля выборки ρ_τ были получены путем динамической фильтрации.

ВОПРОСЫ ПО ДОКЛАДУ:

Рыбин А.К., д.ф.-.м.н.

1. *Вопрос:* Почему в названии Вашего диссертационного исследования конкретизируется район исследований как Северный Тянь-Шань?
   Ответ: Исследования преимущественно проводились на территории Бишкекского геодинамического полигона, располагающегося в Северном Тянь-Шане
2. *Вопрос:* Уточните, что Вы подразумеваете под термином «контролируемые параметры исследуемой среды»? Корректно ли использовать термин «псевдоглубина»?
   Ответ: В качестве контролируемого параметра исследуемой среды используется кажущееся удельное электрическое сопротивление. Согласен, что вместо термина «псевдоглубина» более корректно использовать термин «кажущаяся глубина».
3. *Вопрос:* Поясните, что Вы подразумеваете под «большими временами» для случая устранения структурных помех ШПС? И как количественно определить области, соответствующие этим временам?
   Ответ: Понятия «большие времена», «поздние времена», «дальние времена» являются синонимами. В контексте устранения структурных помех под большими временами понимаются времена начиная с которых структурные помехи начинают превышать уровень полезного сигнала что делает возможным их обнаружение на фоне изменения полезного сигнала и других шумов. Наверное, в данном случае не совсем корректно использовать термин «большие времена», связанный с понятием «большие глубины». Данный недостаток будет исправлен.

Непеина К.С., к.г.-м.н.

Вопрос: Рекомендую добавить номера слайдов в презентации и вычитать содержимое презентации на предмет опечаток.

Ответ: Согласен.

Вопрос: Уточните пожалуйста про длительность М-последовательности. Это какая-то заданная граничная величина или это бесконечная последовательность?

Ответ: Двоичная М-последовательность это последовательность биполярных импульсов переменной длинны длительность которой вычисляется как произведение длительности минимального импульса М-последовательности на 2^n-1, где n – разрядность М-последовательности. Длительность М-последовательности определяет исследуемые (контролируемые) времена становления поля.

Имашев С.А., к.ф.-м.н.

Вопрос: В защищаемом положении 2 рассматривается вопрос фильтрации помех. Фильтрация основана на критерии поиска оптимального порога обнаружения по максимальному приближению распределения плотности вероятности остаточных помех и шумов к нормальному закону. Почему нельзя использовать другие способы фильтрации, например, с применением медианного осреднения?

*Ответ:*Структурные помехи являются импульсными помехами с длительностью приблизительно равной длительности минимального импульса М-последовательности. Их амплитуда бывает значительно выше уровня изменения полезного сигнала (как правило низкочастотного). Любой осредняющий фильтр приведет к тому, что импульсная помеха уменьшится по амплитуде и растянется во времени что даст ложную информацию в низкочастотной области, которая при дальнейшей интерпретации и построении геоэлектрического разреза может привести к появлению ложных слоев. Для устранения данного эффекта был разработан специальный алгоритм обнаружения начала и окончания каждого импульса помехи на кривой становления поля и их дальнейшего устранения методом аппроксимации участка помехи прямой линией. Так как длительность импульса помехи значительно меньше длительности сигнала становления поля такой метод практически не повлияет на низкочастотную составляющую кривой становления поля.

Кузиков С.И., к.ф.-м.н.

Вопрос: В Вашей работе активно используется понятие М-последовательности. Именно использование данного типа последовательностей позволяет получить выигрыш по подавлению шума по сравнению с традиционными методами?

Ответ: Да.

Вопрос: Чем обусловлены такие большие величины подавления шума при использовании данного типа последовательностей.

Ответ: Для стандартного метода синхронного накопления сигналов коэффициент подавления определяется формулой $К_П = \sqrt{N},$ где N число накоплений периодически повторяемых импульсов фиксированной длительности. При этом коэффициент подавления никак не зависит от длительности импульса и определяется лишь числом накоплений. В случае использования М-последовательностей коэффициент подавления определяется формулой $К_П = \sqrt{L_m \cdot (N-2)}$, где N число повторений (накоплений) М-последовательностей, L_m – длительность одной М- последовательности в дискретах времени. Как видно из формулы он зависит не только от числа накоплений, но и от длительности М-последовательности. В ЭРК ШПС в настоящее время в экспериментах используются 15 разрядные М-последовательности длинной L_m=884709 с числом

накоплений *N*=202. Теоретический коэффициент подавления шума в этом случае будет примерно равен 13300.

ВЫСТУПЛЕНИЕ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ:

Александров П.Н., д.ф.-м.н.

Бобровский Владимир Владимирович окончил Кыргызский технический университет имени И. Раззакова с присвоением квалификации Инженер по специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» в 2002 г. С октября 2002 года и по настоящее время работает в лаборатории перспективных аппаратурных разработок НС РАН (с января 2009 года в должности ведущего инженера-конструктора, а с февраля 2018 года в должности научного сотрудника). В 2022 году сдал кандидатские экзамены по Кыргызскому языку, иностранному языку (английский) и истории и философии науки при аспирантуре Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова.

В период с 2014 по 2023 гг. Бобровский В.В. принимал участие в качестве основного исполнителя в разработке новой технологии активной электроразведки земной коры с применением шумоподобных зондирующих сигналов, призванной обеспечить повышение эффективности и качества научных исследований по изучению протекающих в земной коре динамических процессов. В рамках выполнения данной работы Бобровский В.В. осуществлял работу по сбору материала для подготовки кандидатской диссертации «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня». При этом основными задачами были: разработка и реализация математической модели электроразведочной системы с шумоподобными зондирующими сигналами, исследование особенностей применения шумоподобных сигналов в электроразведочной аппаратуре, разработка экспериментального образца аппаратно-программного широкополосного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами для измерения электрических параметров земной коры методом становления поля в ближней зоне, отработка технологии зондирования земной коры с использованием экспериментального образца широкополосного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами.

Представленная к защите кандидатская диссертация, в определенной мере, является результатом участия соискателя в качестве основного исполнителя в выполнении Государственного задания по теме: «Разработка аппаратно-программных средств и основ технологий электромагнитного мониторинга геодинамических процессов в сейсмоактивных зонах и оценки их опасностей» в 2014 – 2021 гг. Заключительная часть диссертационной работы выполнена в рамках выполнения Государственного задания по теме: «Изучение геофизических полей и процессов как основы прогноза землетрясений на базе мониторинга и моделирования неупругих процессов в сейсмогенерирующих средах» в 2022 – 2023 гг.

Исследования, представленные в диссертационной работе, направлены на создание новой, выполненной на современной элементной базе аппаратуры, обеспечивающей повышенное качество и эффективность измерения электрических параметров земной коры методом становления поля в диапазоне глубин от 100 м до 10 км.

Автором предложена математическая модель электроразведочной системы с шумоподобными зондирующими сигналами, основанная на задаваемых передаточных характеристиках элементов измерительной аппаратуры и представлении отклика геосреды на зондирующее воздействие в виде интегрирующего инерционного звена первого порядка. На основе теоретических исследований с предложенной математической моделью подтверждено преимущество применения шумоподобных сигналов по сравнению с использованием для зондирования становлением поля биполярных импульсов с постоянной длительностью. В процессе исследования были обнаружены

структурные помехи ШПС, возникающие в процессе корреляционной обработки регистрируемых сигналов становления поля. Автором были установлены источники структурных помех ШПС в электроразведочной аппаратуре с применением шумоподобных сигналов и предложен способ их устранения. Результаты теоретических исследований, выполненных автором, были использованы при разработке экспериментального образца аппаратурно-программного электроразведочного измерительного комплекса с шумоподобными зондирующими сигналами. Практическая апробация изготовленного измерительного комплекса подтвердила результаты теоретических исследований об эффективности применения ШПС в активной электроразведке методом становления поля.

Основной вклад автора в полученные результаты по созданию технологии активного электромагнитного мониторинга связан в первую очередь с разработкой инструментов математического моделирования электроразведочных систем с шумоподобными сигналами и проведении исследований позволивших изучить особенности их применения в активной электроразведке и выполнить сравнительную оценку лабораторных и полевых экспериментов с результатами математического моделирования. Результаты этих исследований использованы при разработке и практической реализации экспериментального образца аппаратурно-программного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами, где автор принимал непосредственное участие в разработке цифровой части аппаратного и всего программного обеспечения измерительного комплекса. Также при личном участии и под руководством автора были проведены работы по отработке технологии активного электромагнитного мониторинга земной коры методом становления поля в ближней зоне с использованием шумоподобных зондирующих сигналов.

Работа написана хорошим техническим языком, содержание полностью раскрывает заявленную тему научных исследований, содержит четкие логические выводы по полученным результатам.

Научная новизна работы

На математических моделях электроразведочной системы с шумоподобными зондирующими сигналами доказана возможность и подтверждено теоретическое преимущество их применения в сравнении с обычной системой, использующей для зондирования биполярные импульсные последовательности с постоянной длительностью импульсов.

Исследованы особенности применения шумоподобных сигналов в электроразведочной аппаратуре. Выделены предполагаемые источники структурных помех ШПС в электроразведочной аппаратуре с шумоподобными зондирующими сигналами.

Разработан алгоритм, обеспечивающий с высокой вероятностью правильного обнаружения и малой вероятностью ложной тревоги, обнаружение и дальнейшее устранение на получаемой кривой становления поля структурных помех ШПС. Предложен критерий автоматического выбора порога обнаружения структурных помех ШПС что позволяет максимально автоматизировать процесс обработки данных и повысить ее скорость, что очень важно при выполнении работ в полевых условиях.

Разработан и изготовлен экспериментальный образец аппаратурно-программного измерительного комплекса с шумоподобными зондирующими сигналами обеспечивающий контроль кривой становления поля благодаря широкому частотному диапазону и большому динамическому диапазону регистрируемых сигналов.

Получены первые оценки качества получаемых кривых зондирования на разных временах становления поля. На основании результатов полевых экспериментов в первом приближении получилось, что в конце всего интервала времен становления поля (2 с) минимальный уровень уверенно контролируемых вариаций составит 3%, на 1,5 секунде – 1,0 %, а уже на 0,5 секундах – 0,2 %.

Разработана методика получения геоэлектрических характеристик среды в экспериментальном электроразведочном комплексе с шумоподобными сигналами. При помощи данной методики для ряда пунктов наблюдения на территории Бишкекского геодинамического полигона, получены кривые кажущегося удельного сопротивления, кажущейся продольной проводимости и глубины проникновения, проводящей S плоскости.

Теоретическая и практическая значимость

Разработанные инструменты математического моделирования электроразведочных систем с шумоподобными сигналами позволили изучить особенности применения шумоподобных зондирующих сигналов в системах активной электроразведки земной коры и выполнить сравнительную оценку лабораторных и полевых экспериментов с результатами математического моделирования. Разработанное программное обеспечение позволило предварительно на математических моделях изучить поведение элементов аппаратуры и методы обработки данных, применяемое при разработке аппаратуры и программного обеспечения активной электроразведки методом становления поля.

Исследования по изучению особенностей применения шумоподобных сигналов в электроразведочной аппаратуре использованы при разработке и практической реализации экспериментального образца аппаратурно-программного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами. Разработанная методика обнаружения и дальнейшего устранения структурных помех ШПС позволяет преодолеть ограничения накладываемое использованием элементов с нелинейными свойствами при конструировании аппаратуры с применением шумоподобных сигналов.

Предварительные результаты испытаний разработанного аппаратурно-программного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами создают основу для его использования в составе действующей на территории Бишкекского геодинамического полигона системы активного электромагнитного мониторинга земной коры.

В ходе работы над диссертацией Бобровский В.В. продемонстрировал склонность к самостоятельному научному поиску: владение теорией в аспекте исследуемой проблемы, умение определить и четко сформулировать цели и задачи, определить возможные способы их решения, а также пути преодоления возникающих трудностей. Он уверенно владеет необходимым арсеналом исследовательских методик и соответствующего инструментария, информационными технологиями, умеет работать с геолого-геофизической информацией.

Кроме того, Бобровский В.В. обладает настойчивостью и трудолюбием, скрупулезностью в работе, аккуратностью суждений. Он проявил себя как целеустремленный, инициативный, ответственный исследователь, способный самостоятельно решать поставленной перед ней задачи. Также соискатель обладает хорошими навыками анализа, систематизации, научной интерпретации и описания полученных результатов, о чем свидетельствуют опубликованные им статьи, подготовленные научные и технические отчеты, другие документы.

Материалы диссертации прошли апробацию как в международных научных журналах, так и на устных и стендовых докладах всероссийских и международных конференций. По результатам исследования опубликовано 11 статей среди которых 10 статей, входящих в базы Web of Science, Scopus и RSCI и изданиях, рекомендованных ВАК РФ и НАК КР, зарегистрировано 5 свидетельств на программу для ЭВМ.

Учитывая все вышеизложенное, считаю, что диссертация Бобровского Владимира Владимировича представляет собой законченное научное исследование, отвечающее требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую представленную работу к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

ВЫСТУПЛЕНИЕ РЕЦЕНЗЕНТОВ:

Первый рецензент.
Кузиков С.И., к.ф.-м.н.

Диссертация Бобровского В.В. на тему: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» посвящена актуальной проблеме изучения геодинамических процессов, происходящих в настоящее время в литосфере Тянь-Шаня с помощью активных электроразведочных методов, способных обеспечить достаточную точность измерения электрических параметров геосреды для определения строения земной коры и ее свойств.

Работа состоит из Введения, 6 глав, Заключения, Списка литературы из 80 источников, 199 страниц, большое количество рисунков и таблиц.

В НС РАН на протяжении более 30 лет осуществляется активный электромагнитный мониторинг земной коры территории Бишкекского геодинамического полигона (БГП) методом становления поля в дальней зоне. Одним из направлений дальнейшего развития системы активного электромагнитного мониторинга в НС РАН является использование локальных методов электроразведки, в частности, метода зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ). Этот метод позволяет получить объективную информацию о детальном геоэлектрическом строении.

Для повышения точности измерения электрических параметров земной коры методом ЗСБ предложена идея применения шумоподобных зондирующих сигналов (ШПС). В рамках этой идеи создан аппаратурно-программный измерительный комплекса с ШПС для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в земной коре. Эти работы направлены на расширение возможностей существующей системы активного электромагнитного мониторинга земной коры на территории БГП.

Исследования, результаты которых изложены в диссертационной работе В.В. Бобровского, проводились в рамках выполнения Государственного задания по профильными темам НС РАН в течение 2014 – 2023 гг.

Основной вклад В.В. Бобровского в полученные результаты изложенные в диссертационном исследовании связан с непосредственном участии в разработке инструментов математического моделирования и программного обеспечения регистрации и обработки данных предназначенного для электроразведочных систем с ШПС. Им проведены исследования по изучению применения таких электроразведочных систем в активной электроразведке, выполнено сравнение лабораторных и полевых экспериментов с результатами математического моделирования. Что способствовало разработке и практической реализации экспериментального образца аппаратурно-программного измерительного комплекса с ШПС, в реализации которого В.В. Бобровский принимал непосредственное участие. Также при личном участии В.В. Бобровского были проведены работы по отработке технологии активного электромагнитного мониторинга земной коры методом становления поля в ближней зоне с использованием ШПС.

Защищаемые положения и полученные результаты, представленные в работе имеют достаточное теоретическое и практическое обоснование, доказанное результатами математического моделирования и подтвержденное результатами лабораторных и полевых экспериментов.

Для решения поставленных задач В.В. Бобровским применялся широкий круг методов вычислительной математики, объединяемых общим понятием методов цифровой обработки сигналов. Следует отметить знание и практическое использование им нескольких известных языков программирования при проектировании и создании специального программного обеспечения. Для оценки погрешности измерений применялись необходимые стандартные методики при разработке измерительной аппаратуры и сопутствующего программного обеспечения.

Материалы исследования и разработанное программное обеспечение внедрены в процесс разработки новой аппаратуры и программного обеспечения лаборатории перспективных аппаратурных разработок НС РАН и обеспечивают необходимый инструментарий для создания современных аппаратурно-программных средств метода становления поля. Получен акт внедрения результатов научно-исследовательской (диссертационной) работы Бобровского В.В. в НС РАН.

Основные научные результаты диссертации отражены в 9-и научных публикациях, 4 из которых индексируются в системах Scopus, Web of Science и RSCI, 4 опубликованы в журналах, рекомендуемых ВАК РФ и НАК КР. В.В. Бобровским получены 5 свидетельств государственной патентной службы Российской Федерации о регистрации программ для ЭВМ. Результаты исследований, приведенные в диссертационной работе представлены и обсуждены на 7 Российских и международных конференциях симпозиумах и семинарах.

Работа написана квалифицированным техническим языком, содержание диссертации в достаточном объеме раскрывает заявленную тему научных исследований, содержит обоснованные логические выводы по полученным результатам.

Замечания по техническому оформлению работы здесь не приводятся, поскольку они не имеют принципиального влияние на содержание. В качестве пожелания, хотелось бы простым языком (понятным не для узкого специалиста) получить короткие разъяснения об отличии ШПС от обычного сигнала, о его основном преимуществе, о возможности с его помощью обеспечить в 100 - 10000 раз повышение соотношение сигнал-шум. Возможно, в названии диссертации следует заменить выражение "… процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня" на "… процессов в Земной коре", т.к. на стр.8 Диссертации в разделе "Цель исследования." фигурирует глубина от 100 м до 10 км.

Диссертация Бобровского В.В. на тему «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» представляет собой законченное научное исследование, отвечающее требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Представленная работу можно рекомендовать к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Ответ соискателя первому рецензенту:

Уважаемый Сергей Иванович, благодарю за рецензирование моего диссертационного исследования и положительную оценку. Отвечу на Ваши замечания.

В работе не уделяется особое внимание рассмотрению понятия М-последовательности ввиду того, что этот термин широко известен и существует большое количество литературы с его подробным описанием.

Второй рецензент.

Рыбин А.К., д.ф.-м.н.

Диссертация Бобровского В.В. на тему: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» посвящена актуальной проблеме изучения геодинамических процессов, происходящих в настоящее время в литосфере Тянь-Шаня с помощью активных электроразведочных методов, обеспечивающих высокую точность измерения контролируемых электромагнитных параметров геосреды.

В НС РАН на протяжении уже более 40 лет осуществляется активный электромагнитный мониторинг земной коры территории Бишкекского геодинамического полигона (БГП) методом становления поля. Суть метода заключается в изучении неустановившегося электромагнитного поля, или переходных процессов, возбуждаемых в земле удаленным (искусственным) источником тока, в качестве которого до 1989 г.

использовался МГД-генератор, а позднее мощная генераторная установка ЭРГУ-600, разработанная в НС РАН. Одним из направлений дальнейшего развития системы активного электромагнитного мониторинга в НС РАН является использование локальных методов электроразведки, в частности, метода зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ). Этот метод позволяет получить объективную информацию о детальном геоэлектрическом строении и временных вариациях геоэлектрических параметров.

Для повышения точности измерения электрических параметров земной коры методом ЗСБ предложена идея применения шумоподобных зондирующих сигналов (ШПС), обладающих большой «информационной избыточностью». Поэтому поставлена задача создания аппаратурно-программного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня с возможностью использования комплекса в существующей системе активного электромагнитного мониторинга напряженно-деформированного состояния земной коры на территории БГП.

Исследования, результаты которых изложены в диссертационной работе В.В. Бобровского, проводились в рамках выполнения Государственного задания ГС РАН по темам: «Разработка аппаратно-программных средств и основ технологий электромагнитного мониторинга геодинамических процессов в сейсмоактивных зонах и оценки их опасностей» в 2014 – 2021 гг. и «Изучение геофизических полей и процессов как основы прогноза землетрясений на базе мониторинга и моделирования неупругих процессов в сейсмогенерирующих средах» в 2022 – 2023 гг.

Основной вклад В.В. Бобровского в полученные результаты, изложенные в диссертационном исследовании, связан, в первую очередь, с его непосредственным участием в разработке инструментов математического моделирования и программного обеспечения регистрации и обработки данных, предназначенного для электроразведочных систем с шумоподобными сигналами, а также с проведением исследований, позволивших изучить особенности применения шумоподобных сигналов в активной электроразведке, и выполнить сравнительную оценку лабораторных и полевых экспериментов с результатами математического моделирования. Результаты этих исследований легли в основу разработки и практической реализации экспериментального образца аппаратурно-программного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами, где Владимир Владимирович принимал непосредственное участие в разработке цифровой части аппаратного обеспечения и всего программного обеспечения измерительного комплекса. Также при личном участии В.В. Бобровского были проведены опытно-методические работы по отработке технологии активного электромагнитного мониторинга земной коры методом становления поля в ближней зоне с использованием шумоподобных зондирующих сигналов.

Защищаемые положения и полученные результаты, представленные В.В. Бобровским, имеют достаточное теоретическое и практическое обоснование, доказанное результатами математического моделирования и подтвержденное результатами лабораторных и полевых экспериментов.

Для решения поставленных задач В.В. Бобровским применялся широкий круг методов вычислительной математики – численные методы, методы математической статистики, спектральный анализ и т.д., объединяемый общим понятием методов цифровой обработки сигналов. При проектировании программного обеспечения использовались языки программирования Assembler, Pascal (Delphi), C и C++. Для отработки и тестирования некоторых алгоритмов применялись методы математического моделирования, реализованные в средах MATLAB и Mathcad. Для оценки погрешности измерений применялись стандартные методики, использующиеся при разработке измерительной аппаратуры и сопутствующего программного обеспечения.

Все основные научные результаты, полученные в диссертации, отражены в 9-и научных публикациях, 4 из которых индексируются в системах Scopus, Web of Science и RSCI, а 4 опубликованы в журналах, рекомендуемых НАК КР и ВАК РФ. Также получены 5 свидетельств государственной патентной службы Российской Федерации о регистрации программы для ЭВМ. Результаты исследований, приведенные в диссертационной работе представлены и обсуждены на 7 российских и международных конференциях и семинарах.

Разработанные В.В. Бобровским инструменты математического моделирования электроразведочных систем с шумоподобными сигналами позволили изучить особенности их применения в активной электроразведке и выполнить сравнительную оценку лабораторных и полевых экспериментов с результатами математического моделирования. Результаты этих исследований использованы при разработке и практической реализации экспериментального образца аппаратурно-программного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами. Материалы исследования и разработанное программное обеспечение внедрены в процесс разработки новой аппаратуры и программного обеспечения лаборатории перспективных аппаратурных разработок НС РАН и обеспечивают необходимый инструментарий для создания современных аппаратурно-программных средств метода становления поля. Получен акт внедрения результатов научно-исследовательской (диссертационной) работы В.В. Бобровского в НС РАН.

Работа написана хорошим техническим языком, содержание полностью раскрывает заявленную тему научных исследований, содержит четкие логические выводы по полученным результатам.

Учитывая все вышеизложенное, считаю, что диссертация Бобровского Владимира Владимировича «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» представляет собой законченное научное исследование, отвечающее всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую представленную работу к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Ответ соискателя второму рецензенту:

Уважаемый Анатолий Кузьмич, благодарю за рецензирование моего диссертационного исследования и положительную оценку.

ВЫСТУПЛЕНИЕ ПРИСУТСТВУЮЩИХ:

Александров П.Н., д.ф.-м.н.

Работа, выполненная в диссертационном исследовании Бобровского В.В., представляет собой прорывной результат, ведущий к дальнейшему развитию геофизики (метод ЗСБ).

Ильичев П.В.

Хочу отметить высокую работоспособность Бобровского В.В. и его ведущую роль в исследованиях, проводимых в лаборатории перспективных аппаратурных разработок Научной станции РАН.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГОЛОСОВАНИЯ:

Диссертационная работа Бобровского В.В. «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» выполнена на актуальную тему, имеет научную новизну и практическую ценность. Представленная работа является законченным самостоятельным научным исследованием, отвечающим требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ:
«за» – 9 чел.; «против» – нет; «воздержавшихся» – нет

2) Ученый секретарь НС РАН в г. Бишкеке Забинякова О.Б. представила к обсуждению второй вопрос повестки дня.

Дополнительная программа по специальной дисциплине для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе Бобровского В.В., разработана сотрудниками Лаборатории перспективных аппаратурных разработок НС РАН. Слово предоставлено старшему научному сотруднику лаборатории Ильичеву П.В.

СЛУШАЛИ: Ильичева П.В., который изложил дополнительную программу по диссертационной работе Бобровского В.В. на тему: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня».

ВОПРОСЫ ПО ДОКЛАДУ:

Рыбин А.К., д.ф.-м.н.
Вопрос: Включены ли в программу вопросы касающееся оценки точности измерения основных контролируемых параметров геосреды?
Ответ: да, включены.

Кузиков С.И., к.ф.-м.н.
Вопрос: Включены ли в программу вопросы касающееся применяемых вами М-последовательностей и особенно теоретических оценок величины подавления шума при использовании данного типа последовательностей?
Ответ: да, включены.

ВЫСТУПЛЕНИЕ ПРИСУТСТВУЮЩИХ:

Рыбин А.К., д.ф.-м.н.
Представленная дополнительная программа достаточно полно освещает вопросы, рассмотренные в диссертационной работе Бобровского В.В. на тему: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня». Рекомендую утвердить дополнительную программу.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ГОЛОСОВАНИЯ:
Дополнительная программа специальной дисциплины – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых для сдачи кандидатского минимума по диссертационной работе Бобровского В.В. на тему: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» представленная на рассмотрение Ученым советом НС РАН, полностью соответствует критериям, требуемым для утверждения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ:
«за» – 9 чел.; «против» – нет; «воздержавшихся» – нет

ПОСТАНОВИЛИ:

1) Принять положительное заключение по диссертационной работе Бобровского В.В. «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня» и рекомендовать к дальнейшему рассмотрению в диссертационном совете на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

2) Утвердить дополнительную программу специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена Бобровского В.В. на тему: «Широкополосный измерительный комплекс с шумоподобными сигналами для электромагнитных исследований современных геодинамических процессов в литосфере Северного Тянь-Шаня», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Председатель Ученого совета НС РАН,
д.ф.-м.н. А.К. Рыбин

Секретарь Ученого совета НС РАН О.Б. Забинякова

16.01.24г.