КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ

М.М. АДЫШЕВ АТЫНДАГЫ
ЭМГЕК КЫЗЫЛ ТУУ ОРДЕНИНИН ГЕОЛОГИЯ ИНСТИТУТУ

СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТУ

Д 25.20.612 диссертациялык кеңеши

Кол жазма укуктарында
УДК 551.501.777.(575.2)(043.3)

РЫСКАЛЬ МАРИНА ОЛЕГОВНА

СПУТНИК БАЙКООЛОРДУН МААЛЫМАТТЫ БОЮНЧА КЫРГЫЗСТАНДЫН АЙМАГЫНДАГЫ ЖААН ЧАЧЫНДАРДЫН СУММАСЫН БААЛОО

25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология

география илимдеринин кандидаты окумуштуу даражасын изденип алуу үчүн жазылган

Автореферат

Бишкек – 2020

Диссертациялык иш Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин метеорология, экология жана курчап айлана чөйрөнү коргоо кафедрасында жазылган

Илимий жетекчи: **Подрезов Олег Андреевич** география илимдеринин доктору, Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз - Россия Славян университетинин метеорология, экология жана айлана чөйрөнү коргоо кафедрасынын профессору.

Расмий оппоненттер: **Чичасов Григорий Николаевич,** география илимдеринин доктору профессор, Росгидромет жетекчилерин жана адистерин квалификациясын жогорулатуу институтунун илимий директору, Москва, Россия;

Есеркепова Ирина Байтурсуновна география илимдеринин кандидаты, Казакстан Республикасынын экология, геология жана табигый ресурстар министрлигинин «Жасыл Даму» ачык акционердик коомунун Парник газдарын инвентаризациялоо департаментинин директору.

Жетектөөчү мекеме: Россиядагы Саратов Мамлекеттик университетинин "Метеорология жана климатология" кафедрасы, дареги: 410012, Россия, Саратов ш., Астрахан көч. 83.

Диссертациялык иш « 24 » декабрында 2020 жылдын саат 14^{00} Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын М.М. Адышев атындагы Геология жана Сейсмология институттарындагы Д 25.20.612 диссертациялык кеңешинин жыйынында корголот, дареги: 720040, Бишкек ш., Эркиндик бул.30, жыйындар залы, 2 кабат. Zoomwebinar боюнча кирүү: 580 649 0995, кирүү коду: 0000

Диссертациялык иш менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын М.М. Адышев атындагы Геология институтунун (дареги: 720040, Бишкек ш., Эркиндик бул.30) жана сейсмология институтунун (дареги 720060, г. Бишкек, Асанбай кичирорайону 52/1) китепканаларында жана КР ЖАК сайтынын: http://vak.kg дареги боюнча таанышууга болот.

Автореферат 2020 жылдын « 23 » ноябрында таратылды.

Диссертациялык кеңешинин
окумуштуу катчысы
география илимдеринин кандидаты, доцент Э.Т. Токторалиев

ИШТИН ЖАЛПЫ СЫПАТТАМАСЫ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Атмосфералык жаан чачындар климаттын негизги мүнөздөмөсү болуп саналат, ал эми бир жылдык жана сезондук жаан чачындардын суммасын билүү бардык өлкөнүн экономикасын натыйжалуу өнүктүрүү учурунда колдонуу үчүн зарыл болгон маанилүү климаттык мүнөздөмөсүн берет. Азыркы учурга карата алынган анын чечиминдеги маанилүү жыйынтыктарга карабай, Кыргызстандын татаал географиялык тоолуу аймактары боюнча жаан чачындарды бөлүштүрүүнүн мейкиндик мыйзамдуулуктарын аныктоо бул аймактагы прикладдык климатологияны дагы эле маанилүү проблемалуу милдети болуп кала берет. Негизги себеби болуп жаан чачындарга байкоо жүргүзүүчү жер үстүндөгү сейрек тармагы болуп саналат, ал 1990 - жылдардан кийин кескин кыскарып кетти. Мисалга, 1970-80 - жылдардагы 80-85 жаан чачындын саны азыркы учурда 33 ге чейин кыскарды, жана анын олуттуу кеңейиши жакынкы күндөрдө байкабайт. Бул абалдан чыгуунун абдан перспективалуу жана техникалык заманбап жолу болуп бул проблеманы чечүү үчүн жаан чачындар боюна спутниктик маалыматтарды кеңири тартуу болуп саналат. Спутниктен байкоо жүргүзүүлөрдү колдонуу жаан чачындар туурасында дагы кеңири маалыматты алууга гана мүмкүнчүлүк бербестен, бир эле убакта жаңы көз каранды маалыматтарды берет, ал жаан чачындарды ченөө боюнча жер үстүндөгү тармак боюнча мурда табылган чечимдердин баарын тактоого, ырастоого (же жокко чыгарууга) жана кеңейтүүгө мүмкүнчүлүк берет. Азыркы спутниктик байкоо жүргүзүүлөр дүйнө жүзүнүн көптөгөн региондорунда кеңири колдонулат, анда оң жыйынтыктарды берген. Бирок аларды тоолуу райондордо колдонуу конкреттүү региондордун сугаруу шарттарына маалыматтарды ыңгайлаштыруу боюнча бир катар кошумча маалыматтарды талап кылат. Кыргызстандын тоолуу аймактары үчүн, диссертациянын автору тарабынан сунушталган жылдык жана сезондук маалыматындагы жаан чачындардын суммасын ар кандай сугаруу жана бийик аймактарда эсептөө үчүн Tropical Rainfall Measuring Mission Multi - satellite Precipitation Analysis 3B43 (TMPA-3B43) мульти спутниктик модели колдонуу биринчи жолу жүргүзүлүп жатат. Бул моделдин чыгыш маалыматтары болуп 0,25°x0,25° регулярдык сетканын түйүндөрүндө жаан чачындын бир айлык суммасы болуп саналат, ошондуктан Кыргызстандын аймагын регулярдык торчолорун 351 түйүнү каптап турат, бул азыркы иштеп жаткан 32 метеостанцияга салыштырмалуу бир топ арбын. TMPA нын бул моделдери NASA сайтында эркин жеткиликтүүлүктө турат. Кыргызстандын татаал тоолуу аймактарында метеостанциялар менен жетишсиз чагылдырылгандар үчүн убакытка карабай талап кылынган мезгили үчүн 351 торчо түйүнүндө жаан чачындардын бир айлык спутниктик суммасын алуу аларды

натыйжалуу колдонууга кеңири жол ачат, алар илимий изилдөөлөрдө да, күнүмдүк прикладдык маселелерди чечүүдө да пайдаланылат. Баарынан мурда, бул спутниктик системанын иштөө мезгили үчүн көз каранды жаңы маалыматтарды алуу мүмкүндүгүн берет. Ошондуктан, Кыргызстандын татаал тоолуу аймактарында метеостанциялар менен жетишсиз чагылдырылгандар үчүн мындай чечимди биринчи жолу сунуштап жаткан бул диссертациялык иш да маанилүү пилоттук мүнөзгө ээ.

Диссертациянын темасынын илимий программалар менен байланышы Диссертациялык иш 2011-2019 - жылдардын аралыгында, Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин метрология, экология жана айлана чөйрөнү корогоо (КРСУ, МЭАЧК) кафедрасынын илимий-изилдөө иштеринин алкагында «Кыргызстандын прикладдык климаттык изилдөөлөрү» илимий багыты боюнча аткарылды. Диссертациянын автору алдын ала Азия жана Тынч Океан аймагында космостук илимдер жана технологиялар боюнча (CSSTEAP) – Коосмостун прикладдык изилдөөлөр борборунда (SAC) 9 айлык тажрыйбадан өткөн, анда ал тараптан диссертациянын тематикасы боюнча пилоттук долбоор аткарылган.

Изилдөөнүн максаттары жана милдеттери. Диссертациялык иштин максаты болуп - TMPA мульти спутниктик модель боюнча алынган Кыргызстандын ар кандай климаттык провинциялары жана бийик аймактары үчүн жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммасын баалоо болуп саналат, анда аныкталган статистикалык көз карандылык боюнча метеостанциялардын байкоолорунун жыйынтыктарына анын мааламаттарын ыңгайлаштыруу, валидациялоо жана келтирүүнү эске алуу керек.

Изилдөөнүн милдетине төмөнкү маселелерди чечүү кирет:

1. Кыргызстандагы тоолуу аймактардагы өзгөчөлүктү эске алуу менен, жылдык жана мезгилдик маалыматындагы жаан чачындардын суммасын эсептөө үчүн TMPA моделин **кошумча ыңгайлаштыруу.**
2. Кыргызстандын тоолуу райондорунда TMPA моделдери боюнча алынган маалыматтардын жаңылыштыктарын баалоо үчүн жаан чачындардын ыңгайлаштырылган жылдык жана сезондук суммасына **валидация жүргүзүү.**
3. Метеостанциялардын байкоолору менен TMPA модели боюнча алынган жаан чачындардын ыңгайлаштырылган жылдык жана сезондук суммасына жараша **статистикалык байланыштарды баалоо жана аларды андан кийин станциялардын маалыматтарына келтирүү мүмкүнчүлүгү.**
4. **Спутник маалыматтарын практикалык жүргүзүү технологиясын иштеп чыгуу жана табылган статистикалык көз карандылыгы** боюнча Кыргызстандын тоолуу аймактары үчүн TMPA модели боюнча алынган, **жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммасын картасы жана баалоодо метеостанциялардын байкоолоруна жакын маалыматтарды алуу.**

Алынган жыйынтыктардын илимий жаңылыгы.

- Анын аймагынын түзүлүшүн эске алуу менен, жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммаларын эсептөөнүн тактыгынан ашып кеткен, Кыргызстандын тоолуу аймактары үчүн TMPA моделин кошумча ыңгайлаштыруунун атайын методикасы иштелип чыкты.
- TMPA модели боюнча алынган жаан чачындардын ыңгайлаштырылган жылдык жана сезондук суммаларына валидация жүргүзүлдү, анда Кыргызстандын тоолуу райондордунда анын колдонуу мүмкүнчүлүгүн көргөзгөн ОКӨнүн айырмачылыктарынын чаралары катары колдонулду.
- Кыргызстандын метеостанцияларынын байкоолору менен TMPA модели боюнча алынган жаан чачындардын ыңгайлаштырылган жылдык жана сезондук суммасына жараша статистикалык байланыштарды табылды жана бул аларды андан кийин бул маалыматтарына келтирүү мүмкүнчүлүгүн берет.
- Спутник маалыматтарын практикалык жүргүзүү технологиясы иштелип чыкты жана табылган статистикалык көз карандылыгы боюнча Кыргызстандын тоолуу аймактары үчүн TMPA модели боюнча алынган, жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммасын баалоодо метеостанциялардын байкоолоруна келтирилген маалыматтар, ошондой эле жаан чачындардын картасы алынды.

Алынган натыйжалардын практикалык мааниси. Практикалык жана илимий пайдалануу үчүн Кыргызстандын тоолуу райондорунун ар кайсы аймактыр үчүн табылган статистикалык көз карандылык системасы сунушталат, ал Кыргызстандын аймагын каптап турган регулярдык торчонун 351 түйүнү үчүн, метеостанциянын көрсөткүчтөрүндө келтирилген спутниктик жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммасын алууга мүмкүнчүлүк берет. Мындай келтирүүнү төмөнкү маалыматтарга колдонууга болот: 1) бардык өзүнчө сезондорго жана жылдарга; 2) жылдардын кайсы болбосуун мезгили боюнча орточо эсеби алынган; 3) ерилген регулярдык торчонун өзүнчө түйүндөрү же алардын топтору боюнча; 4) аймактын ар кандай сугаруучу жанабийик аймактары боюнча (аймактар: 1 км ге чейин, 1-1,5 км, 1,5-2,5 км >2,5 км); 5) Кыргызстандын төрт климаттык провинциялары боюнча – Кыргызстандын Түндүк, Түндүк-Батыш, Түштүк-Батыш, Ыссыкол ойдуңу, Ички Тянь-Шань; 6) жалпы эле Кыргызстан боюнча. Булардын баары NASA сайтында эркин жеткиликтүүлүктө турган TMPA нын бул моделдери боюнча алынган заманбап спутниктик маалыматтарда, Кыргызстандын татаал тоолуу аймактарында менен жетишсиз чагылдырылган метеостанциялардын байкоолорун прикладдык климаттык колдонуу үчүн кеңири колдонууга мүмкүнчүлүк берет. Спутниктик материалдарга жеткинин эркиндиги маалыматтардын бул массивин колдонуудан чоң практикалык пайда алууну шарттайт, анткени метеостанциялардын тармагын

кеңейтүү жана аларды жердин үстүндө байкоо жүргүзүү олуттуу чыгымдарды талап кылат жана жакынкы келечекте ишке ашырылбайт.

Диссертациянын коргоого чыгарылган негизги жоболору:

1. Кыргызстандагы тоолуу аймактардагы спецификаны эске алуу менен, жылдык жана сезондук маалыматындагы жаан чачындардын суммасын эсептөө үчүн TMPA моделин кошумча ыңгайлаштыруунун методикасы.
2. Кыргызстандын тоолуу райондорунда TMPA моделдери боюнча алынган маалыматтардын сапатын баалоо үчүн жаан чачындардын ыңгайлаштырылган жылдык жана сезондук суммасына валидация жүргүзүүнүн оң натыйжалары.
3. Табылган метеостанциялардын байкоолору менен TMPA модели боюнча алынган жаан чачындардын ыңгайлаштырылган жылдык жана сезондук суммасына жараша статистикалык байланыштарды баалоо жана аларды станциялардын маалыматтарына келтирүү үчүн пайдалануу.
4. Спутниктик маалыматтарды практикалык келтирүүнүн иштелип чыккан технологиясы жана мындай карталарды түзүнүү конкреттүү мисалын 1998-2014-жылдарда келтирүү менен, алынган метеостанциянын байкоолоруна келтирилген жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммасын баалоо.

Изденүүчүнүн жеке салымы. Диссертант тарабынан диссертациялык изилдөөлөрдү жүргүзүү боюнча бардык зарыл болгон иштер жеке аткарылды: 1) баштапкы маалыматты топтоо жана системалаштыруу, 2) анын статистикалык иштетүүсү, 3) алынган климаттык материалдарга илимий техникалык анализ жүргүзүү жана зарыл болгон ыкмаларды иштеп чыгуу, 4) алардын интерпретациясы, 5) жыйынтыктарды жана корутундуларды келтирүү.

Диссертациянын жыйынтыктарын апробациялоо. Диссертациянын негизги жыйынтыктары 2011-2019 - жылдарда конференцияларда жана ар кандай даражадагы чогулуштарда доклад кылынган: Космосту прикладдык изилдөө борборунда (CSSTEAP, Индия, 2011 г, пилотный проекту), КРСУнун жыл сайын өтүүчү, Бүткүл дүйнөлүк метеорологиялык күн - 23 мартка арналган илимий конференцияларында, "Борбордук Азияда Жерди дистанциялык жана жер үстүндөгү ыкмалар боюнча изилдөөлөр" эл аралык конференциясында (БАЖИИ, Бишкек 8-9-сентябрь, 2014-ж.), Беларусия Республикасында өткөн "2019 - жылдагы Сахаров окуулары: XXI кылымдын экологиялык проблемалары" эл аралык конференцияда жана "БАЖИИту 15 - жашта" эл аралык конференциясында (БАЖИИ, Бишкек 17-18 -сентябрь, 2019 - ж.). Изидөө жыйынтыктары Борбордук Азиядагы жерди изилдөө институнда (БОЖИИ) Кыргыз Республикасынын таяныч мөңгүлөрүн изилдөө боюнча тематикалык долбоорго колдонулган.

Диссертация натыйжаларынын басылмаларда толук чагылдырылышы. Диссертациянын темасы боюнча 14 иш жаряланды, анын

ичинде чет өлкөлөрдө (Кыргыз Республикасынын чегинен тышкары) 4 макала жарыяланган: Scopus тизмесине кирген Теориялык жана Колдонмо Климатология журналындагы бир иш; бир иш РФ ЖАК тизмесине кирген Пермь ш. Географиялык Кабарлар журналына жарыяланды жана эки макаласы "Сахаров окуулары 2019" (Минск шаарында) РФ ЖАК тизмесине кирген конференциясынын жыйнагына жарыяланды.

Диссертациянын структурасы жана көлөмү Диссертация Киришүүдөн, 4 баптан, Корутунулардан, Колдонулган адабияттардын тизмесинен (129 аталыш) жана 15 тиркемеден турат. Диссертациянын толук көлөмү – 173 барак, анын ичинде иллюстрациялар – 29, таблицалар – 30, 24 барактарта тиркеме.

Иш Б.Н. Ельцин анындагы Кыргыз-Орус Славян университетинин Метеорология, экология жана айлана чөйрөнү коргоо (МЭАЧК) кафедрасында аткарылды. Иш география илимдеринин доктору, профессор Подрезов Олег Андреевичтин жетекчилиги алдында аткарылды, ага автор көргөзүлгөн профессионалдык жардамы үчүн жана диссертацияны даярдоодо көргөзгөн көмөгү үчүн чын жүрөктөн ыраазычылыгын билдирет. Диссертациянын үстүнөн иштөө процессинде автор И.А. Павлованын, S. Prakash, жана R.M. Gairola баалуу кеңештерин алды жана аларга ыраазычылыгын билдирет.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

КИРИШҮҮДӨ тематиканын актуалдуулугу, МЭАЧК кафедрасынын илимий изилдөөлөрүнүн тематикасы менен анын байланышы, изилдөөнүн максаттары жана милдеттери берилет, анын илимий жаңылыгы көргөзүлөт, негизги корголгон жоболор формулировкаланат жана алынган натыйжалардын практикалык мааниси берилет, изилдөөчүнүн жеке салымы келтирилет, изилдөөнүн жыйынтыктарын апробацияланат, алардын публикацияларда чагылдырылышынын толуктугу жана диссертациянын көлөмү келтирилет.

Киришүү мүнөзүнө ээ болгон **"Изилдөө аймактын мүнөздөмөсү" аттуу биринчи бөлүмдө**, колдо бар публикацияларга сереп жүргүзүүнүн негизинде Кыргызстандын кыскача физикалык-географиялык жана климаттык мүнөздөмөсү берилет, бул учурда негизги көңүл бул региондогу жаан чачындагы бөлүштүрүүнүн аймактык-бийиктик мыйзамдуулугуна бурулат. Биринчи кезекте, бул маселелер боюнча фундаменталдык мүнөздөгү кийинки негизги иштерди белгилей кетүү керектиги көргөзүлөт: «Климат КиргизСКӨй ССР» (Кыргыз ССРинин климаты) монографиясы (Кыргыз ССРинин УИАнын география бөлүмү, Авторлор жамааты, 1965 – ж.), Пономаренко П. Н. «Осадки Киргизии» (Кыргызстандын жаан чачындары) монографиясы (1976 – ж.), Кыргыз ССРинин жаратылыш шарттарынын жана ресурстарынын атласы (География бөлүмү, 1987 - ж.), «Оледенение Тянь-Шаня» (Тянь-Шандын муз баскан чокулары) (Россия, КЭР, Казакстандын География институттары жана КР УИА геология институтунун Тянь-Шань физико-географиялык (ТШФГ) станциясы, 1995 - ж.), В.А. Кузьмиченканын «Цифровые модели характеристик увлажнения

Кыргызстана» (2008-ж.) (Кыргызстандын нымдалуу мүнөздөмөсүнүн сандык моделдери) монографиясы, ошондой эле 1969 жана 1989 - жылдардагы климаттык маалымдама басылмалар.

Буга жана башка иштерге ылайык, Кыргызстанда жаан чачындар режиминде маанилүү жалпылыкка ээ болгон 4 климаттык провинцияларды бөлүп алууга болот - Түндүк, Түндүк-Батыш Кыргызстан (ТТБК), Түштүк-Батыш Кыргызстан (ТБК), Ысык-Көл ойдуңу (ЫКО) жана Ички Тян-Шань (ИТШ) – алардын ар биринде бир эле эмес, конкреттүү сугат шарттарына жараша жаан чачындардын көбөйүү бийик мыйзамдуулугунун дээрлик системасы байкалат. Ар кандай климаттык провинцияларда бийик көз карандылыктын публикацияларында аныкталган жаан чачындардын жылдык суммасы келтирилет жана анализденет. Аталган иштерде табылган аймактык-бийик мыйзамдуулуктар жана башка жаан чачындардын режиминин мүнөздөмөлөрү TMPA моделдери боюнча алынган, андан аркы жаан чачындардын спутниктик суммасы менен критикалык салыштыруу үчүн колдонулат (моделдин валидациясы ж.б.). Кысылган формада Кыргызстандын климаттык шарттарда байкалган өзгөрүүлөр туурасыда колдо бар маалыматтар келтирилет жана бул маселелер боюнча колдо бар жыйынтыктардын дискуссиялуулугу байкалат.

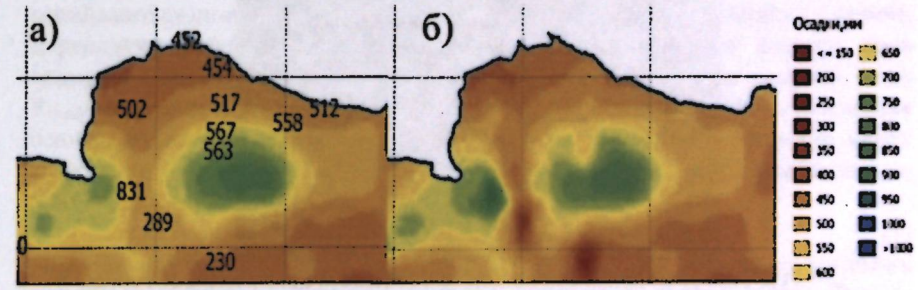
Экинчи "Кыргызстандын тоолу аймактары үчүн TMPa мульти спутник модели боюнча жылдык жана мегдилдик жаан-чачынды баалоо үчүн баштапкы материал жана ыкма" бөлүмдө анын биринчи үч бөлүмүндө 4 спуктниктин маалыматтары боюнча **(изилдөө объектиси)** TMPA мульти спутниктик модели боюнча жаанч ачындардын суммасын аныктоо (эсептөө) методикасынын маселелери, атайын программа боюнча спутниктик жана жер үстүндөгү маалыматтарды обьективдүү анализдөөнүн негизинде жаан чачындардын картасын түзүү методикасы каралат, ошондой эле мындай жол менен алынган Кыргызстан үчүн спутниктик жаан чачындардын картасы **(изилдөө предмети)** анализденет, П.Н. Пономаренко жана В.А. Кузьмиченканын карталары менен салыштырылат, алар метеостанциялардын маалыматтары боюнча алынган. Баптын 4 - бөлүмүндө диссертант тарабынан иштелип чыккан (А. Павлова менен тең авторлукта) Кыргызстандын тоолуу аймагынын түзүлүшүнүн спецификасын эске алуу менен жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммаларын эсептөө үчүн TMPA моделине кошумча ыңгайлаштыруу атайын методикасы келтирилет **(биринчи корголуучу жобо).**

Изилдөө объектиси: TMPA-3B43 модели өзүнө TRMM негизги спутнигинен алынган маалыматтарды камтыйт (тропиктеги жаан чачындарды ченөө боюнча миссия, орбитанын жантайышы 35°, кайрылуу мезгили 92 мин, апогей 381 км) жана дагы кошумча үч спутникти – DMSP, ADEOS-II жана NOAA ATOVS камтыйт. Моделдин чыгыш маалыматтары (өнүм) 25x25° чечилиши менен регулярдык сетканын түйүндөрүндө жаан чачындандыр бир айлык суммасын берет, ошондуктан Кыргызстандын аймагын 351 торчо түйүнү каптап турат. Жаан чачындарды ченөө алгоритми Хофманндын технологиясына негизделген,

ал бир эле убакта кыска толкундуу сенсорлордук жогорку тактыгын жана инфра кызыл сенсорлордун жакшы мейкиндик-убактылуу жабуусун колдонгон. Бул моделдер оң жыйынтыктарды берген дүйнөнүн көптөгөн аймактарында колдонулуп келет. Ошого карабай, моделдин жетишсиздигине, баарынан мурда чагылдырылган сигналга терс таасирин тийгизүүсүн киргизүү керек, бул мисалга, океан - кургактык менен чектешкен беттердин структурасы боюнча ар кандай болгондо, жаан чачындарды аныктоонун сапатын начарлатат. Тоолордо мындай жагдайлар ар түрдүү жана жетишсиз изилденген эмес. Мисалга, бул чоң көлдүн суу бети (Ысык-Көл) жана анын жээгиндеги түздүктөр, кар жатпаган тоонун боорлору жана кар катмарынын ылдый жагындагы беттер болушу мүмкүн.

Изилдөө ыкмасы. TMPA модели боюнча жаан чачындардын картасын түзүү методикасынын негизине спутниктик дана жер үстүндөгү маалыматтарды (обьективдүү интерполяция ыкмасы) айкалыштыруудан (ассимиляциялоо) жаан чачындардын алынган маанилерин визуалдаштыруунга чейин бир катар ирээттүү кадамдар коюлган. Анын үстүнө, моделде дароо эки варинт ишке ашырылган - карталарды спутниктик маалыматтар боюнча гана түзүү (аларды жер үсүтүндөгү менен ассимиляциялоосуз) жана ассимиляцияны эске алуу менен. Жер үстүндөнү метеостанциялардын саны жетиштүү болгон учурда, обьективдүү интерполяциянын ыкмасы жаан чачындардын алынган карталарынын сапатын бир топ жогорулатат. Бирок, алардын саны аз болгон учурда, мисалы бул көрүнүш Кыргызстанда орун алган, дер үстүндөгү маалыматтар боюнча алынган "картаны тактоо" жер үстүндөгү станциялардын тегерек четиндеги аймактарга гана шайкеш келип калат.

Изилдөө предмети. Бул технологияларды колдонуу менен, биз тараптан Кыргызстандын аймагы үчүн жаан чачындардын картасын колдонуунун эки варианты алынган. 1 - сүрөттө ТТБК бөлүгү үчүн жылдык жаан чачындардын картасынын варинаттарынын фрагменттери келтирилген, алардан обьективдүү интерполяция ыкмасын колдонуу учурунда жаан чачындардын алынган талаасын мүмкүн болушунча тактоо даражасы даана көрүнүп турат.



1 - сүрөт. ТТБК аймагы үчүн TPMA моделдери боюнча жаан чачындардын жылдык суммасынын картасынын фрагменти обьективдүү интерполяция ыкмасын колдонуусуз (а) жана аны колдонуу менен (б). а) дагы сандар бул жерде жайгашкан метеостанциялардын маалыматтары боюнча жаан чачындардын маанисине (мм) шайкеш келет

Кыргызстандын жаан чачындарынын жер үстүндөгү спутниктик картасына жана П.Н. Пономаренко жана В.А. Кузьмиченканын жер үстүндөгү карталарына салыштырмалуу анализ жүргүзүлдү. Ал, жаан чачындардын спутниктик картасы жер үстүндөгүлөр менен өз ара жакшы ылайыкташкандыгын көргөзду - жогорку мелүүн жана азыраак жаан чачындардын аймактары спутниктик жана жер үстүндөгү карталарда дээрлик шайкеш келет. Бирок, спутниктик карталар жер үстүндөгүлөргө караганда жаан чачынардын тегиз картинасын берет: азыраак жаан чачын болгон аймактарда спутник аларды бир аз көбөйтөт, ал эми көбүрөөк жаан чачын болгон жерде аларды бир топ төмөндөтөт, анткени мыкты макулдашкандык мелүүн жаан чачындардын аймактары үчүн алынган. Ошондуктан, Кыргызстандын тоолуу аймактарынын спецификасын эске алган TMPA моделинин кошумча ыңгайлаштыруунун атайын методикасын иштеп чыгуу зарылдыгы келип чыкты, аны колдонуу TMPA модели жана метеостанциялар боюнча алынган жаан чачындардын суммасынын макулдашкандык даражасын жогорулатмак.

Биз тараптан иштелип чыккан (И.А. Павлова менен биргеликте) Кыргызстандын тоолуу аймактары үчүн TMPA моделинин кошумча ыңгайлаштыруу методикасынын маңызы (**биринчи корголуучу жобо**) төмөнкүдө турат (2 - сүрөттү кара). Спутниктин сеткасынын түйүнү станциядан 28 км аралыкта болушу мүмкүн, бул тоолордо бийиктикте болобу, орографияда болобу, келип чыккан айырмачылыктардан улам, жаан чачындардын маанисинин олуттуу айырмаланышына алып келиши мүмкүн. Ошондуктан ар бир станция үчүн башынан эле спутник боюнча аны курчап турган 4 түйүн -чекиттеги жаан чачыны каралган.

2 - сүрөт. Жакын жайгашкан торчо түйүндөрүндөгү курчап турган станциялардын 4 ичинен Нарын метеостанциясы үчүн көрсөтмөлүү чекитти 4 тандоо мисалы (1 - таблицаны кара), алар TMPA-3B43 спутниктик маалыматтарды комплекстүү анализдөө учурунда колдонулган

Бул 4 түйүндөгү жаан чачындарынын мүнөздөмөлөрүнүн комплексин эске алуу менен (жаан чачындардын ар кандай суммаларынын мааниси,

жаан чачындардын коррелациясынын коэффициенти, орографиянын мүнөзүнүн жана бийиктигинин жакындыгы, 1 - таблица, жана станцияда алардын ичинен баарынан көрүнүүктүүсү тандалып алынган, алар репрезентативдүү спутниктик чекит катары андан аркы эсептөөлөр үчүн кабыл алынган.

1 - таблица - Нарын метеостанциясы (МС) үчүн жана 4 курчап турган спутниктик чекиттер үчүн мүнөздөмөлөрдүн мааниси, алар 4 көрсөтмөлүү чекитти комплекстүү анализдөө учурунда колдонулган.

Чекиттин мүнөздөмөсү	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	МС
Жалпы байкоо мезгили үчүн жаан чачындардын суммасы, мм	3481	4243	3171	3188	3093
Бир ай үчүн жаан чачындардын максималдык саны, мм	83	128	73	81	90
Бир ай үчүн жаан чачындардын минималдык саны, мм	2,8	4,5	2,7	2,8	0
Бир ай үчүн жаан чачындардын орточо саны, мм	29,8	36,3	27,1	27,2	26,4
Чекитти метеостанциядан алыстатуу, км	23	25	13	11	
Чекиттин деңиз деңгээлинен бийиктиги, км	2,32	3,57	3,40	2,30	2,04
Жаан чачындардын корреляциясынын коэффициенти	0,86	0,69	0,86	0,88	

Бул учурда, комплекстүү анализдин жыйынтыктары боюнча, баарынан көрсөтмөлүү болуп 4 чекити саналат: бийиктиги, станцияга жакындыгы, корреляция коэффициенттин мааниси жана жаан чачындардын мүнөздөмөсү боюнча. Бул чекит андан кийин бардык кийинки эсептөөлөргө колдонулат. Бул методиканы колдонуу TMPA моделдери боюнча алынган спутниктик маалыматтарды Кыргызстандын конкреттүү тоо шарттарына ыңгайлаштыруу даражасын олуттуу жогорулатууга мүмкүнчүлүк берди.

Кыргызстан аймагындагы СКӨ боюнча алынган спутникниктик жаан-чачын маалыматын валидациялоо" аттуу үчүнчү бөлүмдө оң натыйжаларды берген Кыргызстандын аймагы үчүн жаан чачындар туурасында ыңгайлаштырылган спутниктик маалыматтарга валидация келтирилет (**экинчи корголуучу жобо**). Бул үчүн $R_{i(сп)}$ (мм) жаан чачындардын жылдык жана чезондук суммалары колдонулду, алар TMPA модели боюнча алынган, жана $R_{i(кеп)}$ (мм) маалыматтары, алар эталон катары кабыл алынган 35 метеостанция боюнча колдонулган. Айылмалардын чарасы катары төмөнкү формула менен аныкталган спутниктик маалыматтардын орточо квадраттык жаңылыштыгы (СКӨ = $S_{\Delta R}$) каралат:

$$СКӨ = S_{\Delta R} = ((\sum \Delta R_i^2) / (n-1))^{0.5}, \qquad (1)$$

мында ΔR_i(мм) = $R_{i(сп)}$(мм) - $R_{i(кеп)}$(мм), ал эми суммасын чыгаруу n жылга колдонулган мөөнөткө барабар болгон i станциядагы байкоолордун бардык жолдору боюнча аткарылат.

Бирок, бир гана СКӨнүн абсолюттук мааниси (мм) толук кандуу анализ үчүн жетишсиз. Ошондой эле жаңылыштыктардын кошумча салыштырмалуу маанисин эсептеп чыгаруу талап кылынат ($СКӨ_{сал}$ % менен), анда мм менен алынган жылдык (сезондук, бир айлык) жаан чачындардын нормасына карата

СКӨ (мм) барабар, алар тийиштүү станциялардагы жаан чачындардын маанисин бул жылдар үчүн (1998-2007 - жж.) байкоолордун орточо маанисин берет:

$$СКӨ_{сал.}(\%) = S_{\Delta R(\%)} = (СКӨ / норма) * 100\ \%. \quad (2)$$

$СКӨ_{сал.}$ орточо квадраттык жаңылыштыктарынын салыштырмалуу мааниси статистикаык анализ учурунда жогорку көрсөтмөлүүлүккө ээ жана практикада кеңири колдонулат, анткени ченелип жаткан чоңдуктун өзүнүн мааниси менен салыштырылат, бул учурда ар бир станциядагы жаан чачындардын жылдык, сезондук суммасы менен. Кийинки анализдер үчүн шарттуу түрдө $СКӨ_{сал.}$берилген градациялардын маанилери спутниктик жана жер үстүндөгү маалыматтардын макулдашылган сапатынын кийинки критерийлерин шарттуу түрдө кабыл алабыз: 1) $СКӨ_{сал.}$ жогорку сапаты = 0-15 %, 2) $СКӨ_{сал.}$ жакшы сапаты = 16-25 %, 3) $СКӨ_{сал.}$ канааттандыраарлык сапаты = 26-50 %, 4) $СКӨ_{сал.}$ канааттандыраарлык эмес сапаты ≥ 51 %. Бул градациялар биз тараптан прикладдык климаттык эсептөөлөрдүн жетишилген тактыгы менен шайкештикте кабыл алынды.

Жаан чачындардын жылдык суммасынын дал келүүсү 2-таблицада Кыргызстан үчүн жана жалпы эле 4 климаттык провинциялар боюнча орточо эсеп алынган, жаан чачындардын жылдык суммасы үчүн СКӨнун алынган маанилери келтирилген. Кыргызстан үчүн жалпысынан абсолюттук мааниси $S_{\Delta R}$ = 103 мм экени көрүнүп турат, бул анын $S_{\Delta R(\%)}$ = 24 % болгон салыштырмалуу маанисин берет. Бул биздин критерийлер боюнча спуниктик жана жер үстүндөгү маалыматтардын макулдашуусунун жакшы сапатына шайкеш келет. Өзүнчө климаттык провинциялар боюнча СКӨсал. орто маанилери ар кандай. Мисалга, алар ТТБК үчүн минималдуу, анда $S_{\Delta R(\%)}$ = 17 % (макулдашуунун жакшы сапаты) жана ЧТШ үчүн да минималдуу, мында $S_{\Delta R(\%)}$ = 18 % (ошондой эле макулдашуунун жакшы сапаты). ТүшБК жана ЫКӨ үчүн дагы жогору болгон $S_{\Delta R(\%)}$ мааниси (30 жана 33 % барабар), макулдашуулардын канааттандыраарлык сапатына шайкеш келет жана, жакшы сапаттын дээрлик чек арасында жайгашат.

2 - таблица - Кыргызстан жана анын провинциялары үчүн жаан чачындардын жыолын суммасы үчүн жаңылыштыктардын абсолюттук $S_{\Delta R}$ жана салыштырмалуу $S_{\Delta R(\%)}$ маанилери

Жаңылыштыктын түрү	климаттык провинция				Кыргызстан
	ТТБК	ЫКӨ	ТүшБК	ИТШ	
$S_{\Delta R}$, мм	87	119	108	93	103
$S_{\Delta R(\%)}$, %	17	33	30	18	24

Бул учурда бардык 35 станция боюнча табылган жаан чачындардын жылдык нормалар үчүн градациялардын ар кандай маанилеринин кайталанышы $(S_{\Delta R} / R_{норма})_{сал.}$ төмөнкүдөй болду:

	0-15	15-25	25-50	50-100
градациялар $(S_{\Delta R} / R_{норма})_{сал.}$ % менен				
градациялардын кайталанышы % менен	26	37	34	3

Көрүнүп тургандай, жаан чачындардын жылдык нормалары үчүн макулдашуунун жогорку сапаты станциялардын 26 % үчүн, жакшы сапаты – 37 % үчүн жана канааттандыраарлык сапаты - 34 % үчүн шайкеш келет. Суммасында бул 97 % станцияны түзөт. Болгону 3 % гана, же Балыкчыдагы бир станция канааттандыраарлк эмес жыйынтыкты берет (СКӨ - 79 %). Бул, баарынан мурда, станция жайгашкан СКӨнын абдан батыш бөлүгүндөгү жаан чачындардын аномалдуу аз жылдык саны менен түшүндүрүлөт (127 мм).

Ошентип, Кыргызстандын жардып аямагы боюнча дагы, анын 4 климаттык провинциялары жана өзүнчө станциялар боюнча дагы орточо спутниктик жана жер үстүндөгү маалыматтар боюнча табылган жаан чачындардын жылдык суммасынын макулдашуусунун сапаты боюнча, жакшысы дагы, канааттандыраарлыктары да орун алган деп санаса болот.

Жаан чачындардын сезондук суммасынын дал келүүсү 3 - таблицасында Кыргызстан үчүн жана жалпы эле 4 климаттык провинциялар боюнча орточо эсеп алынган, жаан чачындардын сезондук суммасы үчүн СКӨнун алынган маанилери келтирилген. Белгилей кетүү керек, жаан чачындардын кышкы жана күздүк суммалары абсолюттук мааниси боюнча жазгы жана жайкыларга салыштырмалуу бир топ азыраак. Ушунун эсебинен кышкы жана күзгү сезондо абсолюттук маанилер СКӨ - $S_{\Delta R}$ (мм) азыраак, бирок алардын салыштырмалуу мааниси $S\Delta R_{(\%)}$ бир топ чоңоет. Кыргызстан үчүн жалпысынан сезондор боюнча жаңылыштык $S_{\Delta R}$ түзөт: кышында - 26 мм (баарынан аз маани), жайында 50 мм (баарынан көп маани), жазында жана күзүндө $S_{\Delta R}$ бирдей дал келет жана 37 мм га барабар. $S_{\Delta R(\%)}$ салыштырмалуу чоңдуктарда бул маанилер төмөнкүдөй: кыш - 53 %, жаз - 36 %, жай - 35 % жана күз - 49 %. Бул биздин критерийлер боюнча спутниктик жана жер үстүндөгү маалыматтардын макулдашуусунун канааттандыраарлык сапатына ылайык келет (кыш үчүн чек арасынын тышына чыгуу 50 % болгону 3 % түзөт, аны этибарга албай койсо да болот).

3-таблица - Кыргызстан жана анын провинциялары үчүн жаан чачындардын сезондук суммасы үчүн жаңылыштыктардын эсептелген абсолюттук $S_{\Delta R}$ жана салыштырмалуу $S_{\Delta R(\%)}$ маанилери

Мезгил	Жаңылыштыктын түрү	Климаттык провинция				Кыргыз-стан
		ТТБК	ЫКӨ	ТүшБК	ИТШ	
кыш	$S_{\Delta R}$, мм	27	26	35	17	26
	$S_{\Delta R(\%)}$, %	30	98	37	47	53
жаз	$S_{\Delta R}$, мм	44	44	59	51	50
	$S_{\Delta R(\%)}$, %	23	46	31	46	36
жай	$S_{\Delta R}$, мм	33	44	35	37	37
	$S_{\Delta R(\%)}$, %	31	32	46	32	35
күз	$S_{\Delta R}$, мм	32	45	38	31	37
	$S_{\Delta R(\%)}$, %	27	70	47	56	49

Өзүнчө провинциялар үчүн жалпы көрүнүш бир аз татаалыраак. Мисалга, ТТБК да маалыматтардын макулдашуусу бардык сезондор үчүн бирдей: жазында

ал $S_{\Delta R(\%)}$ градациясына ылайык келет, "жакшы" (23 %), ал эми калган сезондордо бир аз начарыраак (27-31 %), б.а. чек арага жакын жакшы жана канааттандыраарлык. ТүшБКда бардык сезондор макулдашуу сапаты боюнча канааттандыраарлык, 37-47 % түзөт. ИТШ да жайында, кышында жана жазында жаңылыштыктар макулдашуунун канааттандыраарлык сапатына шайкеш келет (31-47 %), бирок күзүндө $S_{\Delta R(\%)}$ 56 % га чейин көбөйөт, бул жерде дагы аны бир аз тактоо менен канааттандыраарлык жыйынтык деп эсептеп койсок болот. ЫКӨ да жайында, чагылгандуу жаан чачындар максималдуу болгон кезде, мааниси $S_{\Delta R(\%)}$ = 32 %, жазында чагылгандуу жаан чачындар олуттуу кезде, $S_{\Delta R(\%)}$ = 46 %. Бирок, кышында жаан чачындар минимум болуп турганда, жаңылыштык 98 % га чейин көбөйөт (бул учурда абсолюттук мааниси $S_{\Delta R}$ аз жана 26 мм га гана барабар). Мына ушундай эле көрүнүш күзүндө да байкалат: салыштырмалуу мааниси $S_{\Delta R(\%)}$ = 70 %, ал эми абсолюттук $S_{\Delta R}$ = 45 мм. Ошентип, климаттык провинциялар боюнча жаан чачындардын сезондук суммасы да спутниктик жана жер үстүндөгү маалыматтар боюнча канааттандыраарлык макулдашууну берет деп эсептөөгө болот, бул учурда ЫКӨ үчүн кыш жана күздү кошууга болбойт, анда СКӨнун салыштырмалуу мааниси бул сезондогу жаан чачындардын азыраак суммасынын натыйжасында, жогору.

Корутундуда, 4 - таблицаны келтиребиз, анда ар кайсы сезондор үчүн бардык колдонулуп жаткн 35 метеостанция үчүн салыштырмалуу жаңылыштыктардын кайталангычтыгы (%) берилген, анда спутниктик жана жер үстүндөгү маалыматтардын айырмасы катары градация кабыл алынган. Көрүнүп тургандай, жылдын сезондору боюнча суммардык бийик, жакшы жана канааттандыраарлык сапатты Кыргызстандын метеостанцияларынын кийинки пайызы берет: кыш – 69 %, жаз – 89 %, жай – 80 % жана күз – 66 %. Бул учурда, белгиленип кеткендей, кышында жана күзүндө салыштырмалуу жаңылыштыктар жаан чачындардын суммасынын аз болушунун эсебинен көбөйөт. Мунун баарын, биздин көз караштан алып караганда, Кыргызстанда, анын татаал тоо орографиясында жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммасын баалоо үчүн TMPA мульти спутниктик моделди колдонууга мүмкүнчүлүк берет.

4 - Таблица - Салыштырмалуу жаңылыштык катары градацияда кабыл алынган, колдонулган 35 метеостанцияга дал келүү пайызы

Сезон	Салыштырмалуу жаңылыштыктардын сапатынын градациясы				
	жогорку	жакшы	канааттандыраарлык	канааттандыраарлык эмес	бардыгы
кыш	6	26	37	31	100
жаз	3	37	49	11	100
жай	6	29	46	20	100
куз	3	20	43	34	100

"Кыргызстан аймагындагы жаан-чачындын спутниктик жана жердеги маалыматына баа берүү максатында статистикалык көзкарандуу бирдиктердин практикалык колдонуусу" аттуу төртүнчү

болумдө Кыргызстан үчүн жаан чачындардын спутниктик жана жер үстүндөгү суммаларынын статистикалык көз карандылыктарын баалоого арналган, анда практикада колдонулушу үчүн спутниктик суммалардын келтирүү максат болгон (**үчүнчү жана төртүнчү корголуучу жобо**). Чындап келгенде, эгер Кыргызстандын тоолуу райондору үчүн TMPA моделдери боюнча алынган жаан чачындар боюнча спутниктин маалыматтар жана метеостанциялардын жердеги маалыматтарынын ортосунда статистикалык байланыш жана көз карандылыктар бар болсо, анда бул жердеги жаан чачындарды ченегичтердин көрсөтмөлөрүнө жаан чачындын спутниктин маалыматын келтирүүгө мүмкүнчүлүк берет. Келтирилген жаан чачындардын спутниктик суммасы репрезентативдүү (көрсөтмөлүү) чоңдуктар болуп саналат, бул Кыргызстандын климатологиясынын прикладдык тапшырмаларын чечүү үчүн спутниктик байкоолорду практикалык колдонуу үчүн кеңири мүмкүнчүлүктөрдү ачат.

Жаан чачындардын жылдык суммасы үчүн регрессиялык көз карандылыктары Статистикалык көз карандылыктар бардык учурларда эле көрүнүштүк линейлүү регрессиясы түрүндө изделген:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x \pm s. \qquad (3)$$

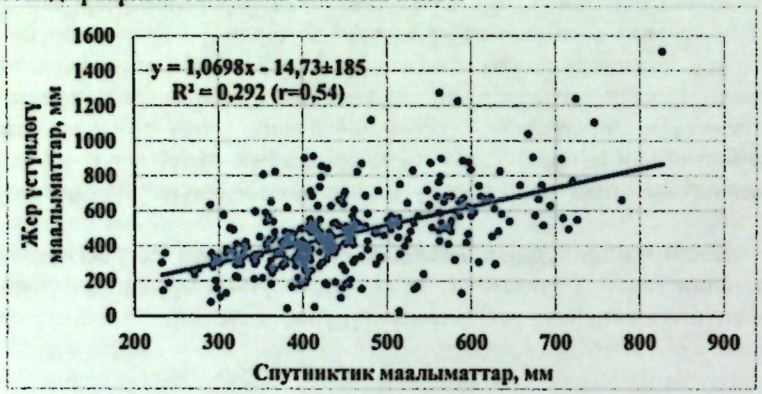
мында y, мм жана x, мм – метеостанциялардын жана спутниктин маалыматтары боюнча ылайыктуу жаан чачындардын суммасы, b_0 (мм) жана b_1 (мм жер үстүндөгү/мм спут.) калдык мүчөсү жана регрессиянын бурч коэффициенти, s(мм) – анын стандарттык жаңылыштыгы.

Буга ылайык, баштапкы спутниктик суммалар x боюнча регрессия боюнча (3) табылган y мааниси метеостанциялардын маалыматтарына келтирилген баштапкы жаан чачындардын спутниктин суммасы болуп саналат, алар биз тараптан практикалык колдонулушуна сунушталат.

3 - сүрөттө, мисал катары бардык 35 станциялар боюнча 1998 - 2006 -жылдардагы жаан чачындардын жылдык суммасынын корреляциялык байланышынын графиги келтирилген (көрүнүштүн регрессиясын теңдөө менен (3)), башкача айтканда, жалпы эле Кыргызстандын аймагы үчүн.

Көрүнүп тургандай, бул учурда корреляциянын коэффициенти алынды r = 0,54, бул спутниктик жана жердеги маалыматтардын корреляциялык байланышынын күчү боюнча орто байланыш бар экендиги туурасында айтып турат, ал эми регрессияларды теңдөө статистикалык жактан ишенимдүү жоромол деңгээлинде маниге ээ: p = 95 %. Бул учурда, регрессиянын параметрлери (бурч коэффициент 1,07 жана калдык мүчө - 14,7) төмөнкүдөй: колдонулган баштапкы спутниктик суммалардын чегинде 200-900 мм 5 % көп эмес жаңылыштык менен, аны жөнөкөй теңдеме менен алмаштырууга болот: $R_{привед.} = R_{спут}$, башкача айтканда, келтирилген жылдык жаан чачындар баштапкы спутниктик жылдык жаанч ачындарга барабар.

Белгилей кетели, бул факт өзүнөн өзү кызыктуу, бирок келтирүү сапаты үчүн кандайдын бир маниге ээ эмес, анткени ал байланыш күчү r, регрессиянын мааничи жана анын жаңылыштык чоңдугу s менен гана аныкталат. бул учурда регрессиянын абсолюттук жаңылыштыгы s = 185 мм. Мында салыштырмалуу жаңылыштык $s_{сал}$, Кыргызстан боюнча жаан чачындардын жылдык суммасынын орточо маанисине s барабар, ал 39 % түзөт. Биз тараптан кабыл алынган критерийлер боюнча бул келтирүүнүн канааттандыраарлык сапатына шайкеш келет.



3 - сүрөт. 1998-2006 – жылдардагы мезгил үчүн Кыргызстандын 35 метеостанциялары үчүн спутниктик жана жер үстүндөгү байкоолору боюнча жаан чачындардын жылдык суммасына корреляциялык көз карандылыктын графиги

Кыргызстандын 4 климаттык провинциялары боюнча жылдык жаан чачындар үчүн корреляциянын жана регрессиянын параметрлерин буга окшотуп эсептөөлөрүнүн жыйынтыткары 5 - таблицада келтирилген. Андан көрүнүп тургандай, үч провинция үчүн - ТТБК, ТүшБК жана ИТШ - корреляция коэффициенттери r = 0,44-0,71 барабар, бул байланыш күчү боюнча орточого шайкеш келет, ал эми регрессияларды тейлөө статистикалык жактар ишенимдүү жоромол деңгээлинде p = 0,95 маанилүү, жана 16 тен 37 % дын чегинде жаңылыштык болушу мүмкүн, б.а. келтирилген маалыматтарды колдонуу натыйжалуу болуп саналат.

5 - таблица - ТТБК, ТүшБК, ЫКӨ жана ИТШ үчүн спутниктик жана жер сүтүндөгү маалыматтар боюнча жаан чачындардын жылдык суммасы үчүн регрессиянын теңдемеси жана корреляциянын статистикасы

Провинция	Статистикасы						Регрессиянын мааниси
	b_1	b_0	s	$s_{отн}$	r	n	
ТТБК	0,9168	61,1	129	25	0,59	98	маанилүү
ТүшБК	1,5995	-159,6	191	37	0,71	94	маанилүү
ЫКӨ	0,1355	346,2	210	59	0,04	47	маанилүү эмес
ИТШ	0,6516	77,8	58	16	0,44	60	маанилүү

ЫКӨ үчүн гана спутниктик жана жер үчүтүндөгү жылдык жаан чачындардын корреляциялык байланышы жок, бул спутниктин чагылдырылган сигналына тешөлүп жаткан беттердин - "көл күзгүчү – аскалардын курчап турган боорлору" мүнөзүндөгү кескин чек аранын таасири менен түшүндүрүлөт, ошондой эле чуңкурдун батыш бөлүгүндө жаан чачындардын өтө аз саны менен, анда ТМРА спутник модели канааттандыраарлык эмес иштеп калат. Ошондуктан, ЫКӨ дө жаан чачындарды келтирүү үчүн же тууралоочу коэффициент $k_{күрр}$= спутник боюнча жаан чачындар/станциялардын маалыматтары боюнча жаан чачындарды колдонуу керек, же жалпы эле Кыргызстан үчүн регрессия теңдемесин колдонуу керек.

Жаан чачындардын сезондук суммасы үчүн регрессиялык көз карандылыктары Буга окшогон ыкма менен табылган Кыргызстан үчүн жалпы же анын 4 провинциясы үчүн корреляция жана регрессия параметрлери 6 - таблицада келтирилген. Мындан алып караганда, бардык учурларда (ЫКОдон башка - кыш жана жаз) табылган регрессиялар практикада ийгиликтүү колдонула алат, ал эми бул эки учур үчүн Кыргызстан үчүн жалпы эле кышкы жана жазгы теңдемелер же коэффициенттердин маанисин ($k_{күрр}$) колдонуу керек.

6 - таблица - ТТБК, ТүшБК, ЫКӨ жана ИТШ үчүн спутниктик жана жер сүтүндөгү маалыматтар боюнча жаан чачындардын сезондук суммасы үчүн регрессиянын теңдемеси жана корреляциянын статистикасы

Провинция	Мезгил	Статистика						Регрессиянын мааниси
		b_1	b_0	s	$s_{отн,\%}$	r	n	
Кыргызстан	кыш	0,8252	-0,40	49	57	0,56	301	маанилүү
	жай	0,8850	22,11	79	47	0,61	336	маанилүү
	жаз	1,0433	24,05	58	51	0,62	335	маанилүү
	күз	0,9861	5,94	51	52	0,60	300	маанилүү
ТТБК	кыш	0,2303	66,5	31	33	0,20	99	маанилүү
	жай	0,7801	49,6	48	25	0,74	109	маанилүү
	жаз	1,3004	-11,2	64	56	0,61	109	маанилүү
	күз	0,9958	9,9	40	35	0,70	98	маанилүү
ЫКӨ	кыш	-0,0032	42,2	28	66	0,00	48	маанилүү эмес
	жай	-0,2451	138,5	60	56	0,14	54	маанилүү эмес
	жаз	0,9316	39,2	67	43	0,47	54	маанилүү
	күз	0,7536	138,5	66	65	0,29	48	маанилүү
ТүшБК	кыш	0,7611	29,5	68	53	0,43	94	маанилүү
	жай	0,4302	73,0	50	58	0,74	105	маанилүү
	жаз	1,3323	21,0	51	59	0,62	105	маанилүү
	күз	1,1048	5,9	52	53	0,67	105	маанилүү
ИТШ	кыш	0,5976	0,6	29	59	0,63	60	маанилүү
	жай	0,4474	44,7	59	50	0,47	68	маанилүү
	жаз	1,0020	26,7	50	38	0,59	67	маанилүү
	күз	0,7145	0,5	39	63	0,54	60	маанилүү

Ар кандай бийиктик аймактары үчүн жаан чачындардын жылдык жана сезондук регрессиялык көз карандылыктары: 1 ге чейин, 1-1,5, 1,5-2,5 жана > 2,5 км. Бул 4 бийиктик аймагы үчүн 85

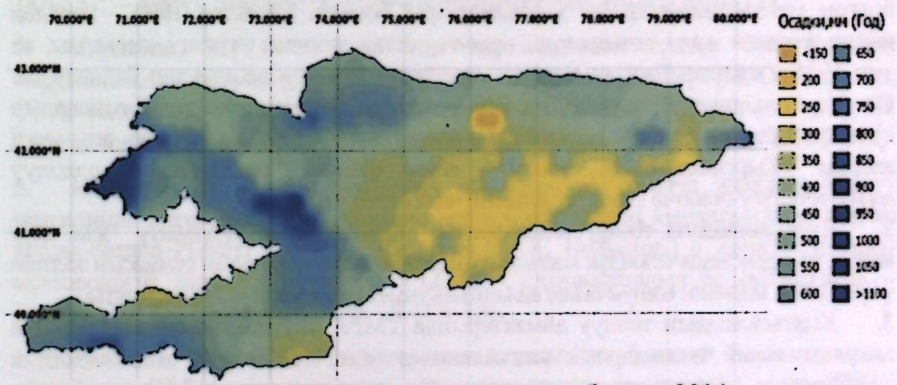
регрессия эсептелген: а) Кыргызстан үчүн жалпы 20, б) 4 провинция үчүн - жыл үчүн 13, сезон үчүн 52. Жалпы эле Кыргызстан үчүн бардык 20 жылдык жана сезондук регрессия статистикалык маанилүү жана практикалык колдонууга сунушталышы мүмкүн. Бирок, климаттык провинциялар үчүн 13 түн ичинен 6 регрессия маанилүү болбой калды: Бийик аймактар үчүн 4 регрессия > 2,5 км 4 провинциянын ар биринен, ошондой эле ТТБК жана ЫКӨ дө 1,5-2,5 км аймактар үчүн 2 регрессия. Баарынан көп сандаган сезондук регрессиялардын классында (52 регрессия) 4 провинция үчүн маанилүү болуп 39 (75 %), ал эми маанилүү эмес болуп 13 (25 %) калды, алардын ичинен 5 регрессия ЫКӨдөн. Бул учурда кандайдыр бир регрессиянын бийик аймактан жана жылдын сезонуна карата маанилүү эместигинин так мыйзамдуулугу табылган жок. Белгилей кетүү керек, ЫКӨдө 8 регрессиянын ичинен маанилүүсү катары 3 алынды: жай - 1,5-2,5 км аймактар жана > 2 км, күз - 1,5-2,5 км аймагы, башкача айтканда, активдүү чагылгандуу учур, ошол кезде жаан чачындар максималдуу болот.

Ошентип, жылдык жана сезондук жаан чачындардын суммасы үчүн 110 регрессия эсептелди, алардын ичинен 88 (80 %) ишеним көргөзүүчү жоромолдун деңгээлинде статистикалык маанилүү болуп калды, жана 0,95 ке абрабар, ошондуктан спутниктик жаан чачындардын ар кандай суммаларын метеостанциялардын жердеги маалыматтарына натыйжалуу келтирүү үчүн жарактуу. Регрессиялар маанилүү эмес учурлар үчүн келтирүүнүн эки вариантын колдонуу керек: 1) Кыргызстандын бүт аймагы үчүн маанилүү регрессия боюнча, б) тууралоочу коэффициенттин $k_{корр}$ мааниси боюнча.

Төртүнчү бапта жаан чачындардын келтирилген суммаларын эсептөө процедурасын практикалык колдонуу технологиясы иштелип чыккан, ошондой эле бардык жылдар үчүн жылдык жана сезондук жаан чачындардын карталарын куруу процедурасы иштелип чыкты, алар үчүн спутниктик маалыматтар бар **(төртүнчү корголуучу жобо).** Мындай процедуралар заманбап ГИС технологияларды колдонуу менен иштелип чыккан, ал эми аларды практикалык колдонуу 1998 - 2014 - жылдардын мезгилине карата жаан-чачындардын картасында QGIS программасынын жардамы менен көрсөтүлгөн (4 - сүрөт).

Белгилей кетели, бул жылдардын мезгилине 1998 - жылдан 2014 - жылга чейин TMPA-3B43 V6 моделинин иштеши Кыргызстандын жаан-чачындар боюнча кандайдыр бир жалпылоочу жарыялоолор жок, ошондуктан төмөндө келтирилген маалыматтар эки жактан тең жаңы болуп саналат: алар азыркы убакыт мезгилине жана бир эле учурда дистанциондук спутниктик өлчөөлөрдүн заманбап жаңы ыкмаларына ылайык келет.

Кыргызстан боюнча жаан-чачындардын интегралдык суммаларынын эсептөөлөрүнүн жана түзүлгөн карталардын жыйынтыктары боюнча бир жыл жана сезон ичинде аларды келтирүүгө чейин жана кийин төмөнкүлөр алынган: Кыргызстандын аймагы үчүн орто эсеп менен келтирилген орточо жылдык суммалар 495ммни түзөт, ал эми баштапкы маалыматтар боюнча 467 мм, башкача айтканда келтирилгенден кийин 43 %га көбөйдү. Жаан-чачындардын минималдык суммасы, тескерисинче, келтирилгенден кийин 281 мм ден 136 мм га /жыл чейин азайган, башкача айтканда 52 % төмөндөгөн. Максималдуу жана минималдуу суммалардын өзгөрүүсү биз тараптан сунушталган технологиялар боюнча жаан-чачындардын суммаларынын өндоолорунан алынган иш жүзүндөгү "масштабдуулукту" ачык көрсөтөт, ал тегеректегенде ± 50 % ды түзөт. Кыргызстандын бардык аймактары үчүн айрым сезондор боюнча жазында, жайында жана күзүндө келтирилген суммалар баштапкыдан 4,33 жана 5 % га көп болду. Кышында гана, жаан-чачындар аз түшкөн маалда келтирилген суммалар баштапкыдан 17 %га төмөн болду.



Сүр. 4. 1998 - жылдын январь айынан баштап 2014 - жылдын февраль айына чейинки (февралды кошо алганда) мезгилге карата жаан-чачындардын жылдык суммасынын картасы иштелип чыккан технология боюнча спутниктик маалыматтардан алынган метеостанциялардын көрсөтмөлөрүнө баштапкы спутниктик маалыматтар келтирилгенден кийин

4 - сүрөттөн көрүнүп тургандай, 01.1998-02.2014 - жылдардагы мезгил үчүн жаан чачындардын жылдык суммасы жалпысынан сан жагынан да, сапат жагынан да П. Н. Пономаренко жана В.А. Кузьмиченканын эмгектеринде жакшы чагылдырылган, ал Кыргызстан боюнча көп жылдык жайгаштырылган. Анда жаан чачындардын бийик маанилеринин тармактары так чагылдырылган, ал Фергана жана Угам чокуларынын жантайыштарына ылайык келет, ошондой эле алардын төмөнкү маанисинин тармагы ЫКӨ батыш бөлүгүнө туура келет. Шамалдаган периферия лык

чокуларга жакын жайгашкан ТТБК жана ТүшБК - провинциялар боюнча жаан чачындардын келтирилген жылдык суммасы үчүн, келтирилген жана акты жүзүндөгү жердеги маалыматтарды бөлүштүрүү макулдашуунун жогорку даражасына ээ жана ЫКӨ жана ИТШ үчүн көбүрөөк начар макулдашууга ээ болуп калат. Жалпысынан, биз тараптан курулган демонстрация катары курулган диссертациялык иштин жыйынтыктарын, Кыргызстандын аймагы боюнча жылдык жана сезондук жаан чачындардын келтирилген спутниктик маанисинин карталарын мүмкүн болгон практикалык колдонуулар жаан чачындардын көп жылдык жалпы картасы менен жакшы макулдашууну берип жатат. Демек, иште сунушталган илимий жана методикалык ыкмалар Кыргызстандын прикладдык климатологиясынын ар кандай милдеттерин чечүү үчүн натыйжалуу колдонула алат дегенди билдирет.

КОРУТУНДУЛАР

1. Азыркы учурда колдонулуп жаткан Кыргызстандын жаан чачындарынын жылдык жана сезондук суммасы алардын аймактык-бийиктик бөлүштүрүүнүн негизги мыйзамдуулуктарын чагылдырат жана 1930 - 1990 жылдарга таандык болгон метеостанциялардын маалыматтары боюнча алынган. 1990 - жылдан кийин жердеги жаан чачындарды ченөөчү сетка дээрлик үч эсеге кыскарды, ал эми 1975 - жылдан баштап климаттык шартта олуттуу өзгөрүүлөр байкалууда. Ошондуктан, азыркы спутниктик байкоолордун негизинде жаан чачындардын суммасын баалоо боюнча маселелерди чечүү актуалдуу болуп жатат, аны үчүн аларды Кыргызстандын тоолуу аймактарында практикада колдонуу мүмкүнчүлүгү боюнча төмөнкү илимий маселелер чечилди.
2. Кыргызстандагы тоолуу аймактардагы орографиялык түзүлүштү эске алуу менен, жылдык жана сезондук маалыматындагы жаан чачындардын суммасын эсептөө үчүн TMPA моделин кошумча ыңгайлаштыруунун методикасы иштелип чыкты.
3. Кыргызстандын тоолуу аймактарында TMPA спутниктик модели боюнча алынган, жаан чачындардын ыңгайлаштырылган сезондук жана жылдык суммасынын валидациясы жүргүзүлдү (бул маалыматтардын сапатын баалоо үчүн), алар оң натыйжаларды берди.
4. Жаан чачындардын ыңгайлаштырылган сезондук жана жылдык суммасынын ортосунда 88 статистикалык маанилүү регрессиялар алынды (ишенимдүүлүк жоромолунун деңгээлинде, 0,95 ке барабар), алар практика жүзүндө метеостанциялардын байкоолоруна спутниктик маалыматтарды келтирүү үчүн колдонула алат.
5. Кыргызстандын аймагы үчүн жаан чачындардын жылдык жана сеондук карталарын түзүү жана жаан чачындардын келтирилген интегралдык суммасые эсептөө үчүн регрессиялардын бул системасын практикалык колдонуунун азыркы технологиясы иштелип чыкты, ал конкреттүү мисалда, 1998 - 2014 - жылдардагы мезгилде көргөзүлдү жана спутниктик маалыматтары бар бардык мезгил үчүн практикада колдонула алат.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ИШТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. **Карасева, М. О.** Экологиялык мониторингдин космостук ыкмаларында ГМСти колдонуу зарылчылыгы [Текст] / [М. О. Карасева, И. А. Павлова, Д. В. Рыскаль ж.б.] // Кыргызстандагы метеорология жана гидрология / О. М. Стрижанцеванын редакциясында. – Бишкек, 2009. – 8 - чыгарылыш. - Б.113-121.

2. **Карасева, М. О.** Жылдын жазгы жана жайкы айларында Кыргызстандын үстүнөн жер үстүндөгү байкоолор жана TRMM спутнигинин маалыматтары боюнча жаан чачындардын бир айлык жана сезондук суммасына салыштырмалуу анализ [Текст] / [М. О. Карасева, И. А. Павлова, Д. В. Рыскаль ж.б.] // Кыргызстандагы метеорология жана гидрология / О. М. Стрижанцеванын редакциясында. – Бишкек , 2009. – 8 - чыгарылыш. - Б. 104-113.

3. **Karaseva, M. O.** Validation of high-resolution TRMM-3B43 precipitation product using rain gauge measurements over Kyrgyzstan [Text] / M. O. Karaseva, S. Prakash, R. M. Gairola // J. Theoretical and Applied Climatology, 2011. –№ 108. – P. 147–157. - Кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26948775 .

4. **Карасева, М. О.** Алай тоо кыркаларынын түндүк боорунда кар кыртышынын максималдуу суу запасы жана бийиктиги [Текст] / [М. О. Карасева, О. А. Подрезов.] // Кыргызстандагы метеорология жана гидрология / О. М. Стрижанцеванын редакциясында. – Бишкек, 2017. – 10 - чыгарылыш. - Б.108 -119.

5. **Карасева, М. О.** Спутниктик маалыматтар боюнча жылдын жылуу мезгилинде Кара-Дарыя бассейнинин жана Фергана тоо кыркасындагы жааган карды баалоо [Текст] / [М. О. Карасева, О. А. Подрезов.] // Кыргызстандагы метеорология жана гидрология / О. М. Стрижанцеванын редакциясында. – Бишкек, 2017. – 10 - чыгарылыш. - Б.119 -126.

6. **Рыскаль, М. О.** TRMM спутнигинин маалыматы боюнча Кыргызстандын аймагында TMPA моделинин жаан-чачындарынын анализи үчүн ГРИД торчосунун чекиттерин тандоо методикасы [Текст] / М. О. Рыскаль, И. А. Павлова // Кырг.-Рос. Славян. ун-тинин кабарчы, 2018. Ичинде 18. – № 18. – Б. 181–186. - Кирүү режими: https:// https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36486846

7. **Рыскаль, М. О.** Кыргызстандын ар түрдүү климаттык провинцилары үчүн метеостанциялардын жердеги маалыматтары жана TMPA мультиспутникалык модели аркылуу алынуучу статистикалык байланыштар жана жаан-чачындардын жылдык жана сезондук көз карандылыктары [Текст] / М. О. Рыскаль, О. А. Подрезов // КР ЖАК Электрондук журнал. Кыргыз Республикасынын илимий изилдөөлөр. – 2018. - 3 квартал. – Б. 10 – 20. - Кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42806061

8. **Рыскаль, М. О.** Кыргызстандын ар түрдүү бийиктиктеги зоналары үчүн статистикалык байланыштары жана мультиспутникалык модели жана

метеостанциялардын жердеги маалыматтары аркылуу алынуучу жаан-чачынддардын суммаларынын / М. О. Рыскаль. // Кыргызстандын Илим, Жаны Технологиялар жана Инновациялар, 2018. – №. 10. – Б. 29 - 38. - Кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38569711

9. **Рыскаль М. О.** Кыргызстандагы тоолуу аймактардагы TMPA моделиндеги спутниктин жылдык жана сезондук маалыматындагы жаан чачындардын суммасын баалоо. [Текст] / М.О. Рыскаль // Кырг.-Рос. Славян. ун-тинин кабарчы кабарчы, 2018. Ичинде 18. – № 12. – Б. 141–145. - Кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37217714

10. **Рыскаль М. О.** Кыргызстандын тоолуу аймактары үчүн TMPA мульти спутниктик моделинин маалыматтары боюнча алынган жаан чачындар боюнча маалыматтардын валидациясы [Текст] / М. О. Рыскаль, О. А. Подрезов // Географиялык кабарчы =Geographical bulletin, 2019. –№1(48)). - Б. 63 -74. - Кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37217714

11. **Рыскаль, М. О.** Спутник жана жер маалыматтардын жаан-чачынды суммасы салыштврмалуу талдоо 1998-2017 ж. Манас аэропорту боюнча [Текст] / М.О. Рыскаль, И.А. Павлова // Кырг.-Рос. Славян. ун-тинин кабарчы, 2019. Том 19. – № 4. Б. 131–138. - Кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38171902

12. **Рыскаль, М.О.** Кыргызстандын тоолуу аймактары TRMM (TMPA 3B43) спутнигинин жана метеостанциялардын жердеги жылдык жаан чачындардын суммасын маалыматтары боюнча үчүн салыштырмалуу анализ [Текст]: 19-эл аралык илимий жыйындар электрондук материалдарын "Сахаровдан окуу 2019: XXI кылымдын Экологиялык көйгөйлөр"/ М. О. Рыскаль, О. А. Подрезов// МГЭИ ат. А. Д. Сахарова БГУ. - Минск, 2019. – Б. 96–98. - Кирүү режими: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41136704

13. **Рыскаль, М.О.** Кыргызстандын тоолуу аймактары TRMM (TMPA 3B43) спутнигинин жана метеостанциялардын жердеги сезондук жаан чачындардын суммасын маалыматтары боюнча үчүн салыштырмалуу анализ [Текст]: 19-эл аралык илимий жыйындар материалдарын "Сахаровдан окуу 2019: XXI кылымдын Экологиялык көйгөйлөр"/ М. О. Рыскаль // МГЭИ ат. А. Д. Сахарова БГУ. - Минск, 2019. Ч.3– Б. 76 –79. - Кирүү режими: http://www.iseu.bsu.by/19-ja-mezhdunarodnaja-nauchnaja-konferencija-saharovskie-chtenija-2019-goda-jekologicheskie-problemy-xxi-veka/

14. **Рыскаль, М. О.** Кыргызстандын аймактары үчүн спутниктик жылдык жана сезондук жаан-чачынддардын суммаларынын картасы [Текст]: ЦАИИЗ 15-жылдыгына арналган эл аралык илимий жыйындар материалдар "Борбор Азиянын дистанциондук жана жер бетиндеги изилдөө" / М. О. Рыскаль. – Бишкек, 2019. – Б. 206–213.

Рыскаль Марина Олеговнанын 25.00.30 - метеорология, климатология, агреметеорология адистиги боюнча география илимдеринин кандидаты окумуштуу даражасын алуу үчүн, "Спутник байкоолордун маалыматты боюнча Кыргызстандын аймагындагы жаан чачындардын суммасын баалоо" темасына жазылган диссертацияга

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр Жаан чачындар, Кыргызстан, TMPA модели, спутниктик жана жердеги маалыматтар, жылдык жана сезондук суммалар, валидация, статистикалык байланыштар жана көз карандылыктар, келтирилген баалоолор

Изилдөөнүн объектиси болуп жаан чачындар туурасында спутниктик маалыматтар жана аларды колдонмо изилдөө мүмкүнчүлүгү саналат.

Изилдөөнүн максаты: Диссертациялык иштин максаты болуп - TMPA мульти спутниктик модель боюнча алынган Кыргызстандын ар кандай климаттык провинциялары жана бийик аймактары үчүн жаан чачындардын жылдык жана сезондук суммасын баалоо болуп саналат, анда аныкталган статистикалык көз карандылык боюнча метеостанциялардын байкоолорунун жыйынтыктарына анын маалыматтарын ыңгайлаштыруу, валидациялоо жана келтирүүнү эске алуу керек.

Изилдөө ыкмалары жана аппаратура. Иште TMPAнын мульти спутниктик моделдери, алынган климаттык материалдарды статистикалык иштеп чыгуу жана анализдөө, ошондой эле азыркы эсептик программалар жана ГМС системалар колдонулду.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылыгы. Биринчи жолу Кыргызстандын тоолуу аймактары үчүн спутниктин маалыматтардын кошумча ыңгайлаштыруу методикасы иштелип чыкты. TMPA модели боюнча алынган жаан чачындардын ыңгайлаштырылган суммасын валидациялоонун жыйынтыктары, анын Кыргызстандын тоолуу аймактарында колдонуу мүмкүнчүлүгүн көргөздү. Биринчи жолу табылган спутниктик жана жердеги ченөөлөрүн статистикалык көз карандылыктары Кыргызстандын маалыматтарына TMPA модели боюнча алынган маалыматтарды келтирүүгө мүмкүндүк берди.

Колдонуу боюнча сунуштар: 88 статистикалык маанилүү регрессиядан алынган система (0,95 ке барабар болгон ишенимдүү жоромолдун деңгээлинде) Кыргызстандын ар кайсы аймактары үчүн прикладдык колдонууга сунушталат. Спутниктик маалыматтарды кошумча ыңгайлаштыруунун сунушталган методикасы координаттык сетка түрүндө келтириле турган маалыматтардын ар кандай метеорологиялык элементтери үчүн колдонула алат. ГМС технологияларды колдонуу менен жаан чачындардын картасын куруу схемасы колдонууга сунушталат.

Колдонуу тармагы. Ыңгайлаштырылган спутниктик ченөөлөрдүн сунушталган технологиясы жылдык жана сезондук жаан чачындар туурасында маалыматтарды алууга мүмкүнчүлүк берет. Мындай маалымат прикладдык климаттык колдонуу үчүн пайдалуу болот, өзгөчө Кыргызстандын тоолуу аймактарында жетишсиз чагылдырылган метеорологиялык байкоолордо.

РЕЗЮМЕ

Диссертации Рыскаль Марины Олеговны на тему: «Оценка сумм осадков на территории Кыргызстана по данным спутниковых наблюдений» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 - метеорология, климатология, агрометеорология

Ключевые слова: осадки, Кыргызстан, модель TMPA, спутниковые и наземные данные, годовые и сезонные суммы, валидация, статистические связи и зависимости, приведенные оценки.

Объектом исследования являются спутниковые данные об осадках и возможность их прикладного использования.

Цель исследования. Целью диссертационной работы являлась - оценка годовых и сезонных сумм осадков для различных климатических провинций и высотных зон Кыргызстана, получаемых по мульти спутниковой модели TMPA, с учетом адаптации, валидации и приведения ее данных к результатам наблюдений метеостанций по установленным статистическим зависимостям.

Методы исследования и аппаратура. В работе использовались современные данные мульти спутниковой модели TMPA, статистические методы обработки и анализа получаемых климатических материалов, а также современные расчетные программы и ГИС системы.

Полученные результаты и новизна. Впервые разработана специальная методика дополнительной адаптации спутниковых данных для горных районов Кыргызстана. Результаты валидации адаптированных сумм осадков, получаемых по модели TMPA, показали возможность ее применения в горных районах Кыргызстана. Найденные впервые статистические зависимости спутниковых и наземных измерений позволили осуществить приведение получаемых данных по модели TMPA к данным Кыргызстана.

Рекомендации по использованию. Полученная система из 93 статистически значимых регрессии (на уровне доверительной вероятности, равном 0,95) рекомендуется к прикладному использованию для различных зон Кыргызстана. Предложенная методика дополнительной адаптации спутниковых данных может быть использовать для различных метеорологических элементов данные которых представлены в виде координатной сетки. Схема построения карт осадков с использованием ГМС технологий рекомендуется к использованию.

Область применения. Предлагаемая технология приведения адаптированных спутниковых измерений позволит получать современные данные о годовых и сезонных суммах осадков. Такая информация будет полезна для прикладного климатического использования, особенно в недостаточно освещенных метеорологическими наблюдениями горных районах Кыргызстана.

SUMMARY

Theses of Ryskal Marina on the topic: "Estimation of the amount of precipitation on the territory of Kyrgyzstan based on satellite observations" for the degree of candidate of geographical sciences in the specialty 25.00.30 - meteorology, climatology, agrometeorology

Keywords: precipitation, Kyrgyzstan, TMRA algorithm, satellite and terrestrial data, annual and seasonal amounts, validation, statistical relationships and dependencies, adapted estimates.

The object of the study is adaptation of satellite data of precipitation and the possibility of their application.

Purpose of the study. The aim of the thesis is to estimate annual and seasonal precipitation amounts for various climatic provinces and altitudes of Kyrgyzstan, obtained using the TMPA multi-satellite product, taking into account versatile validation and adaptation of data to the results of weather stations based on established statistical dependencies.

Methods of research and equipment. We used modern data from the multi-satellite TMPA, statistical methods for processing and analyzing the obtained climate materials, as well as modern design programs and GIS software.

The results and novelty. For the first time, a special technique has been developed for the additional adaptation of satellite data for mountain regions of Kyrgyzstan. The results of validation of the adapted amounts of precipitation obtained by the TMPA model showed the possibility of its use in the mountainous regions of Kyrgyzstan. By statistical dependences of satellite and ground-based measurements it is possible to adapt the original satellite data of the TMPA product to territory of Kyrgyzstan.

Recommendations for use. The obtained system of 88 statistically significant regressions (at the level of confidence probability equal to 0.95) is recommended for application for different zones of Kyrgyzstan. The proposed method of additional adaptation of satellite data can be used for various meteorological elements whose data are presented in the form of a coordinate grid. The scheme of construction of precipitation maps using GIS technologies is recommended for use.

Application area. The proposed method of adjusting the adapted satellite measurements will provide modern data on annual and seasonal precipitation amounts. Such information will be useful for applied climatic usage, especially in mountainous regions of Kyrgyzstan which is insufficiently illuminated by ground meteorological observations.

Басмага берилген куну 23.11.2020 ж. Формат 60×84 1/16
Офсеттик басылма. Көлөмү 1,5 п.л.
Тираж 100 экз. Тапшырык 157.

КРСУнин типографиясында басып чыгарылган
720048, Бишкек шаары, Анкара көчөсү, 2а