КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ
Суу маселелери жана гидроэнергетика институту

ТАЖИКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ
Суу маселелери, гидроэнергетика жана экология институту

ТАЖИК УЛУТТУК УНИВЕРСИТЕТИ

К. Карасаев атындагы БИШКЕК МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

Диссертациялык кеңеш Д 25.20.613

Кол жазма укугунда
УДК 556.06 (575.2) (043.3)

Калашникова Ольга Юрьевна

«Нарын бассейниндеги дарыялардын агын сууларынын пайда болушуна климаттык факторлордун таасирин изилдөө жана алардын узак мөөнөттүү божомолу»

25.00.27 - жер гидрологиясы, суу ресурстары жана гидрохимия

География илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын
АВТОРЕФЕРАТЫ

Бишкек – 2022

Диссертациялык изилдөө Борбордук Азиялык Жерди прикладдык изилдөө институтунда аткарылды.

Илимий жетекчи: география илимдеринин кандидаты, доцент,
Улуттук илимдер академиясынын Геология
Институтунун география бөлүмүнүн башчысы
Аламанов Саламат Кулембекович (11.00.07)

Расмий оппоненттер: география илимдеринин доктору,
С.Айни атындагы Тажик мамлекеттик
педагогикалык университетинин физикалык
география кафедрасынын профессору
Муртазаев Уктам Исматович (25.00.27)

география илимдеринин кандидаты,
Казакстан Республикасынын География жана
Суу коопсуздугу институту АК
Суу ресурстары лабораториясынын башчысы
Турсунова Айсулу Алашевна (25.00.27)

Жетектөөчү мекеме: Россия Федерациясынын федералдык мамлекеттик
бюджет мекемеси «Гидрометеорология илимий
изилдөө борбору», Россия, Москва, Большой
Предтеченский к., 13, 1 корпус

Диссертациялык иш 2022-жылдын 31-январында саат 10:00дө Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Суу маселелери жана гидроэнергетика институтунда, Тажикистан Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын жана Тажик улуттук университетинин Суу маселелери, гидроэнергетика жана экология кафедрасы, он-лайн режиминде, Бишкек ш., Фрунзе көч., 533; Душанбе ш., Айни к., 14 А, алдындагы Д.25.20.613 диссертациялык кеңешинин жыйынында корголот. Диссертация ишин коргоонун онлайн трансляциясынын идентификациялык кодунун шилтемеси: https://vc.vak.kg/b/d25-m2m-m5s-p4f

Диссертациялык иш жана автореферат менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Суу маселелери жана гидроэнергетика институтунун, 720033, Бишкек ш., Фрунзе көч., 533, кабинет. 3, тел. +996 312 323728, e-mail: zagivit@mail.ru; Душанбе ш., Айни көч., 14А, e-mail: owp@tojikiston.com; Тел. +992 372 2222320 илимий китепканаларынан жана http://www.vak.kg, http://iwp.kg/index:php/dissertatsionnyj-sovet
сайттарында таанышууга болот.

Автореферат 2021-жылдын 6-декабрында жөнөтүлдү.

Диссертациялык кеңештин окумуштуу катчысы Д 25.20.613,
техникалык илимдердин кандидаты Загинаев В.В.

ИЗИЛДӨӨНҮН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Теманын актуалдуулугу. Кыргызстан жана жакынкы кошуна аймактардагы жогорку агымдагы өлкөлөр үчүн Нарын дарыясына суунун келиши жана Токтогул суу сактагычындагы суунун толукталып турушу энергетика максатына маанилүү, ал эми агымдын төмөн жагындагы Өзбекстан, Казакстан жана Тажикстан өлкөлөрү үчүн сугат максаттары үчүн эң маанилүү. Нарын дарыясынын төмөнкү агымындагы калктуу конуштарын суу каптоо кыш мезгилинин көйгөйлөрүнүн бири болуп саналат.

Нарын дарыясынын негизги агымы (жылдык агымынын 70-80%) апрель айынан сентябрь айына чейинки мезгилде түзүлүп, Токтогул суу сактагычын суу менен максималдуу толтурууну камсыз кылат. Жайдын кургакчыл айларында сугат суусуна эң көп талап жаан-чачын аз жааган мезгилде пайда болот, ал эми дарыяда суунун кириши бийик тоо зонасындагы мөңгүлөрдүн эришине жараша болот.

Нарын дарыясынын агымынын компоненттерин изилдөө суу ресурстарын комплекстүү жана туруктуу башкаруунун маанилүү маселеси болуп саналат. Нарын дарыясында жаз-жай мезгилинде күтүлүп жаткан суунун көлөмү жөнүндө сапаттуу жана ишенимдүү маалымат суу ресурстарын пайдаланууну пландаштыруу Борбордук Азиянын трансчегаралык мамлекеттеринин ортосунда суу бөлүштүрүү үчүн абдан маанилүү болуп келет.

Бул маселени чечүү үчүн Борбордук Азия өлкөлөрүнүн гидрометеорологиялык кызматтары 1950-1980-жж. иштелип чыккан ыкмаларды колдонуп, суук мезгилдеги жаан-чачындардын жер үстүндөгү топтолушун байкоолордун негизинде дарыяларга суунун келишине узак мөөнөттүү божомолдоолорду түзүшөт. Бирок 1990-жылдары байкоо тармагынын 50%га кыскарышы жана метеостанциялардын жабылышы тоолордо кардын топтолушуна баа берүүнүн начарлашына жана ошого жараша гидропрогноздордун сапатынын начарлашына алып келди. Гидрометеорологиялык кызматтар тейлеген уюмдардын канааттандыра албайт. Демек, спутниктен алынган сүрөттөрдүн кар катмары жөнүндөгү маалыматтарга негизделген гидрологиялык божомолдоо ыкмаларын колдонуу бул жетишпеген маалыматты толуктоого, ошондой эле прогноздордун сапатын жана ишенимдүүлүгүн жогорулатуу маселелерин чечүүгө альтернатива болуп саналат.

Иштин илимий программалар жана темалар менен байланышы. Диссертациялык изилдөөлөр 2008-2019-жж. аралыгында CAWa (CentralAsianWater) долбооруна ылайык «Кыргызстандагы дарыялардын агымдарынын гидрологиялык божомолдоо жана моделдөө» компонентин ишке ашыруу боюнча жүргүзүлгөн.

Изилдөөлөр спутниктик маалыматты жана статистикалык моделдөөнүн жардамы менен болжолдоо ыкмаларын иштеп чыгып, натыйжаларды Кыргызгидрометтин оперативдүү гидрологиялык болжолдоо системасына киргизүүнү камтыйт.

Изилдөөнүн максаты жана милдеттери. Изилдөөнүн негизги максаты климаттын өзгөрүшү Нарын дарыясынын агымына тийгизген таасирин изилдөө жана узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолдоонун эффективдүү ыкмаларын, спутниктик зонддоо маалыматтарынын кошо колдонуп, иштеп чыгуу.

Бул маселеге байланыштуу изилдөөгө төмөнкү милдеттер койулду:

1. Нарын дарыясынын агымына климаттык факторлордун таасирин талдоо;
2. Глобалдык жылуулануунун жана мөңгүнүн азайышынын шарттарында агын суулардын компоненттеринин өзгөрүшүн изилдөө;
3. Гидрологиялык болжолдоо үчүн кар катмарынын калыңдыгы жана абанын суткалык температурасынын 0°Сдон оң температурага өтүшү жөнүндө жерден байкалган маалыматтарды колдонуу;
4. Нарын дарыясынын жана анын негизги куймаларынын агымын вегетация мезгилине жана анын айларына узак мөөнөттүү болжолдоо үчүн спутниктик маалыматтарды колдонуп, суу ресурстарын комплекстүү башкаруу жана коркунучтуу гидрологиялык кубулуштарды (гидрологиялык кургакчылык жана суу ташкындары) алдын алуу.

Изилдөөнүн илимий жаңылыгы. Диссертациянын автору тарабынан иштелип чыккан узак мөөнөттүү MODIS сүрөттөрүнүн маалыматтарынын негизинде гидрологиялык болжолдоо методдору, кар катмарынын бийиктиги жана узактыгы боюнча жер үстүндөгү байкоолордун маалыматы, ошондой эле R- program моделдөөнүн колдонулушу, гидрологиялык кургакчылыктын моделдери **инновациялык** болуп саналат жана Кыргызстанда мурда колдонулган эмес.

Диссертациялык изилдөөнүн жыйынтыктарынын практикалык маанилүүлүгү:

1. Кыргызгидрометтин оперативдүү гидрологиялык болжолдоо системасына 2015-жылдын март айында киргизилген. 2015-жылдан 2019-жылга чейинки мезгилде методика сыноодон ийгиликтүү өтүп, колдонууга кабыл алынып, Кыргызгидрометке илимий негизде жана заманбап дүйнөлүк деңгээлде гидрологиялык камсыздоону жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.
2. Автор тарабынан түзүлгөн методдор боюнча эсептөөлөрдүн натыйжалары мамлекеттик уюмдарга, Кыргыз Республикасынын Энергетика министрлигине, «Электр станциялары» ААКсына, Суу чарба департаментине жана райондук суу чарбаларына жөнөтүлөт, бул аларга республикалардын ортосунда трансчегаралык, ошондой эле республиканын чегинде, суу чарба объектилеринин ортосунда суу ресурстарын пайдаланууну пландаштыруу маселелерин натыйжалуу колдонуусуна, ошондой эле Нарын дарыясындагы ГЭСтер каскадынын режимин иштеп чыгуу маселелерин чечүүгө жардам берет.
3. Гидрометеорологиялык тейлөөнүн жана камсыздоонун жергиликтүү керектөөчүлөрү үчүн да, чектеш улуттук гидрометеорологиялык кызматтар үчүн да өз убагында жана натыйжалуу гидрологиялык продукциянын маселелерин чечүүгө жардам берет.

Диссертациялык изилдөөнүн жыйынтыктарынын экономикалык маанилүүлүгү:

1. Кыргызгидрометтин жер үстүндөгү байкоо тармагын камсыз кылуу жана тейлөө чоң финансылык чыгымдарды талап кылат, ошондуктан альтернативдүү маалымат булактарын колдонуу зарыл. Автор интернетин ачык жана бекер булактарындагы MODIS спутниктик сүрөттөрүн колдонуп, жаңы методдорду иштеп чыкты.

2. Республиканын тоолорунда жаан-чачындын топтолушу жөнүндө маалыматтарды чогултуп, аны Кыргызгидрометтин байланыш бөлүмүнө жеткирүү бир топ каржы чыгымдарын талап кылат, анткени көптөгөн байкоо пункттары алыскы тоолуу райондордо, интернет жана уюлдук байланыш кызматтарынан бир топ алыс жайгашат. Ал эми спутниктик маалыматтын алардан айырмачылыгы, Кыргызгидрометке интернет аркылуу күн сайын, республиканын бардык аймактарынан келип турат.

3. Коркунучтуу гидрологиялык кубулуштар калктуу конуштарга, айыл чарба жерлерине, жолдорго, каналдарга ж.б. олуттуу зыян келтирүүдө. Изденүүчү тарабынан иштелип чыккан эффективдүү методика тийиштүү уюмдарга (Кыргыз Республикасынын Өзгөчө кырдаалдар министрлиги, суу чарба жана гидротехникалык ишканалар) өз убагында алдын алуу чараларын көрүү үчүн күтүлүп жаткан коркунучтуу гидрологиялык кубулуштар, суунун көп болушу же аз болушу жөнүндө алдын ала эскертүүгө мүмкүндүк берип, терс экологиялык кубулуштардын таасирин жана кесепеттерин азайтуу боюнча чаралар колдонулат.

Диссертациянын коргоого чыгарылган негизги жоболору:

1. Нарын дарыясынын агымынын өзгөрүшүнө негизги климаттык факторлордун таасири (кар катмарынын аянты, узактыгы жана максималдуу калыңдыгы, абанын температурасынын 0°Сдөн өтүү датасы, суук мезгилдеги жаан-чачындар жана күз-жаз мезгилиндеги абанын температурасы).

2. Азыркы мезгилде эриген кар жана мөңгүлөрдүн, ошондой эле жер астындагы суулардын Нарын дарыясынын агымына кошкон сууларынын көлөмү.

3. Суу агымынын пайда болуучу көлөмүн узак мөөнөттүү болжолдоо үчүн кар катмарынын максималдуу калыңдыгына жана каптап жатышынын узактыгына жер үстүндөгү байкоолорду колдонуу.

4. MODIS спутниктик сүрөттөрүнүн кар катмары жөнүндө маалыматтарын колдонуу, R- program статистикалык талдоо жана гидрологиялык кургакчылык моделин узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолдоо жана сууну сарамжалдуу пайдалануу үчүн колдонулуучу инновациялык методдорду иштеп чыгуу.

Изденүүчүнүн жеке салымы.

Изденүүчү төмөнкү милдеттерди өз алдынча чечкен:

- 2018-жылга чейинки климаттык факторлорду талдоо, алардын Нарын дарыясынын вегетация мезгилиндеги орточо агымынын жыл ичиндеги өзгөрүшүнө, жана анын компоненттеринин өзгөрүшүнө, метеостанция жана гидропосттор ачылган күндөн тартып топтолгон байкоолордун негизинде тийгизген таасирлерин талдоо;

- Нарын бассейнинин дарыяларында суунун болушуна ишенимдүү, өз убагында жана натыйжалуу болжолдоолорду түзүү үчүн божомолдоочулардын сапаттык жана сандык курамын аныктоо;
- жер үстүндөгү байкоолордун маалыматтарынын негизинде (кар катмарынын калыңдыгы жана жатуу узактыгы) вегетация мезгилине жана анын айларындагы Нарын бассейниндеги дарыялардын суусунун курамын болжолдоо методологиясын иштеп чыгуу;
- MODIS спутниктик сүрөттөрүнөн алынган кар катмарынын маалыматтарынын негизинде Нарын бассейнинин дарыяларында узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолдоо методологиясын иштеп чыгуу;
- R-программасында иштелип чыккан ГФЗ статистикалык моделин жана Нарын дарыясынын суусунун курамын болжолдоо үчүн гидрологиялык кургакчылык моделин колдонуу;
- 2015-жылдан 2019-жылга чейинки апробация мезгилинде түзүлгөн ыкмаларды Кыргызгидрометтин оперативдүү гидрологиялык болжолдоо системасына киргизип, аларды колдонуу боюнча окууларды өткөрүп, методдорду өздөштүрүү боюнча методикалык жардам көрсөтүлүп келет.

Изилдөөнүн натыйжаларынын апробациясы. Иштин негизги жыйынтыктары төмөнкү илимий конференцияларда жана симпозиумдарда баяндалды: «Тоо коркунучтары – 2013» (Бостери айылы, Кыргызстан 2013); «Борбордук Азиядагы Жерди аралыктан жана жер үстүнөн изилдөө» (Бишкек, Кыргызстан, 2014-ж.); Бийик тоолуу Азиядагы гляциология боюнча симпозиум, (Катманду, Непал, 2015); Кыргызгидрометтин оперативдүү практикасында MODIS сүрөттөрүнүн негизинде Нарын бассейниндеги дарыялардын агымын болжолдоо методологиясын колдонуу боюнча тренинг (2015-ж.); 16-Гляциологиялык симпозиум (Санкт-Петербург, Россия, 2016-ж.); CAWA долбоору тарабынан уюштурулган эл аралык семинар (Ташкент, Өзбекстан, 2016-ж.); CAWA долбоору тарабынан уюштурулган эл аралык семинар жана жумушчу жолугушуу (Алматы, 2016-ж.); 14-Бүткүл россиялык жылдык ачык конференция: «Жерди космостон зонддоонун заманбап көйгөйлөрү (Айлана-чөйрөгө, табигый жана антропогендик объекттерге мониторинг жүргүзүүнүн физикалык негиздери, ыкмалары жана технологиялары)» (РИК, Москва, 2016-ж.); Кар гидрологиясы «SnowHydrology» (Гейдельберг, Германия, 2018-ж.); 17-эл аралык конференция: «Жерди космостон зонддоонун заманбап көйгөйлөрү» (РИК КИИ, Москва, Россия, 2019-ж.); Кар гидрологиясы «SnowHydrology» (Болзано, Италия, 2020-ж.).

Изилдөөнүн жыйынтыктарынын илимий басылмаларда жарыяланышы. Диссертациянын темасы боюнча 21 макала жарыяланган, анын ичинен 3 илимий макала Scopus, 14 илимий макала РИНЦ системасы аркылуу индекстелүүчү басылмаларга кирет.

Диссертациянын структурасы жана көлөмү. Диссертациялык иш 4 бөлүмдөн, киришүүдөн, корутундудан, ошондой эле практикалык сунуштардан

жана колдонмолордон турат. Иштин көлөмү 157 барак, анын ичинде 26 таблица, 43 сүрөт, 1 тиркеме жана 134 аталыштагы колдонулган булактардын тизмеси.

Ыраазычылык билдирүүлөр. Автор CAWA долбоорунун координаторлору А.А. Гафуров жана К.Унгер-Шаестеге, ошондой эле Долбоордук макулдашууну ишке ашырууда көрсөткөн жардамы үчүн Кыргызгидрометтин адистери Е.А. Оморова жана Ж.К. Абдыкеримовага ыраазычылык билдирет. Автор ошондой эле илимий жетекчи, география илимдеринин кандидаты, доцент С. Аламановго жана диссертациялык кеңештин катчысы, физика жана математика илимдеринин кандидаты Т.В. Тузовага диссертациялык материалды даярдоодо жардам көрсөткөнү үчүн ыраазычылык билдирет.

ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө бул диссертациялык изилдөөнүн темасынын актуалдуулугун ачып, коргоого сунушталган негизги жоболорду, ошондой эле алардын илимий жаңылыгын, практикалык маанисин жана автордун жеке салымын көрсөтөт.

Биринчи бөлүмдө адабияттар боюнча кыскача баяндама жана талдоо берилет. Буга чейинки изилдөөчүлөрдүн эмгектерин талдоо көрсөткөндөй, 1960-1980-жылдары Нарын бассейнинин физика-географиялык жана климаттык шарттары, гидрографиясы жана гидрогеологиясы жакшы изилденген.

Кыргызстандын суу ресурстарынын азыркы абалына баалоо Д.М.Маматканова, Л.В. Бажанова жана В.В. Романовскийдин (2006). иштеринин негизинде жүргүзүлгөн

Метеорологиялык параметрлердин агымга тийгизген таасирин баалоо жана агын суулардын негизги компоненттерин эсептөө методдору В.Л. Шульц (1965), О.П. Щеглова (1960), А.О. Кеммерих (1972), С.К. Аламанов (1977), А.А. Эргешев (1992) жана Л.В. Бажанова (2017, 2018) иштеринин негизинде жүргүзүлгөн. Изденүүчү ошондой эле мөңгүнүн агымын баалоо үчүн башка ыкмаларды колдонгон изилдөөчүлөрдүн тажрыйбасы менен таанышты, мисалы, А.Н. Диких (1999) жана В.Г. Коновалов (1985, 1993, 2015).

Борбордук Азиянын, анын ичинде Нарын бассейнинин дарыяларынын узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолдоо ыкмаларын В.М. Мухин (1982), Т.С. Абальян (1956), Л.Н. Боровикова (1972, 1977), Р.М. Денисов (1965, 2000), Н.А.Агальцева (2000), Е.Н. Гирник (1971), Л.В. Бажанова (1979) жана С.К. Аламанов (1977), ошондой эле гидрологиялык болжолдор боюнча окуу китептери жана окуу куралдарынын негизинде изилденген.

Спутниктик маалыматты гидрологиялык болжолдоодо жана моделдөөдө колдонуу А.Ранго (1977), Д.Янг (2003), Н.Делбарт (2015), М.МакГайр (2015), А.Тахир (2011) жанан башкалар тарабынан изилденген жана гидрологиялык болжолдоодо жана моделдештирүүдө спутниктик маалыматты пайдалануунун максатка ылайыктуулугун жана эффективдүүлүгүн көрсөткөн иштерди изденүүчү изилдеп чыкты.

2009-2013-жылдары А.А.Гафуров тарабынан MODIS сүрөттөрүнөн булут каптоосун алып салуу боюнча MODSNOW программасын (2009, 2016-ж.) иштеп чыгуусу оперативдүү гидрологиялык болжолдоодо узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолдоо ыкмаларыни штеп чыгуу үчүн кар катмары жөнүндө спутниктик маалыматты колдонууга мүмкүндүк берди.

Суу ресурстарын комплекстуу пайдалануу жана коргоо (СРКПК/КИВР) жана Суу ресурстарын интеграциялык башкаруу (СРИБ/ИУВР) принциптеринин негизинде Борбордук Азия чөлкөмүнүн суу ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу тажрыйбасы көрсөткөндөй, климаттын өзгөрүшүнүн дарыялардын агымына тийгизген таасирин эсепке албастан адаптивдик жана илимий жактан негизделген ыкмасыз мүмкүн эмес. Суу ресурстарына жана кар катмарына сапаттуу мониторинг жүргүзүү Борбордук Азия өлкөлөрүндө суу ресурстарын эффективдүү пландаштыруу, ачык-айкын суу саясаты жана адилетүү бөлүштүрүү үчүн абдан маанилүү.

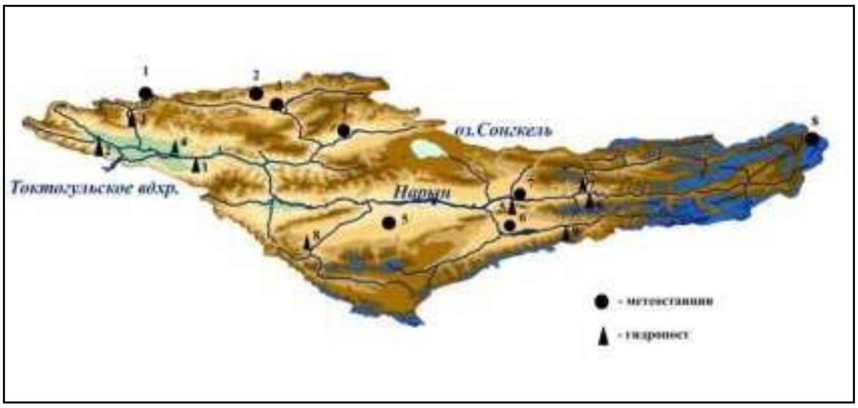
Экинчи бөлүм изилдөөнүн объектисин жана методдорун камтыйт.

Нарын дарыясы Сыр дарыянын ири куймасы болуп, Арал деңизинин бассейнине кирет, ошондой эле Борбордук Азиялык республикалардын негизги гидроэнергетикалык жана суу менен камсыз кылуучу артериясы болуп саналат. 1974-жылы Токтогул суу сактагычы курулуп (долбоордук көлөмү 19,5 млрд. м3), сууну негизги керектөөчүлөрдүн бири болуп келет. Дарыянын төмөн жагында бир нече суу сактагычтардын каскады бар - энергетикалык, ирригациялык жана жөнгө салуу максатындагы суу сактагычтар. Бассейндин кыргыз бөлүгүндөгү сугат айдоо жерлеринин аянты 115-120 миң га түзөт. Диссертацияда изилденген аянт Нарын дарыясынын бассейнинин Токтогул ГЭС каскадына чейинки аймагы, болжол менен 58 000 км2 аянтты түзөт.

Негизги метеорологиялык параметрлердин өзгөрүшү 1945-жылдан 2015-жылга чейинки мезгилде Кыргызгидрометтин Нарын-Тянь-Шандын жогорку агымында жана Нарын дарыясынын оң жээгиндеги куймаларында- Ит-Агар, Төө-Ашуу, Суусамыр жана Чаек, сол жээк куймаларында - Ат-Башы, Баетово жайгашкан метеорологиялык станцияларында негизинде талдоо жүргүзүлгөн. Изилдөөдө Нарын дарыясынын Тянь-Шань, Нарын, Ит-Агар, Чаек, Төө-Ашуу жана Суусамыр метеостанцияларында туруктуу рейкалардын незизинде кар катмарынын бийиктиги жана узактыгы боюнча маалыматтар колдонулган. Кыргызгидрометтин маалыматы боюнча гидропосттор ачылган күндөн тартып 2019-жылга чейинки байкоо мезгилинде Нарын бассейниндеги дарыялардын агымынын өзгөрүү динамикасы изилденген. Нарын бассейнинин аймагындагы метеорологиялык станциялар ж ана гидропосттордун жайгашуусу 1-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Нарын бассейнинин орографиясы жана аймактын бийиктигинин олуттуу айырмачылыктары анын негизги климаттык өзгөчөлүктөрүн жана бассейндин көп түрдүүлүгүн аныктайт. Жалпысынан климаттын катаалдыгы, континенттик жана кургакчылдыгы менен мүнөздөлөт, ошондой эле кышкыга салыштырмалуу жайкы жаан-чачын басымдуу, ал эми жазында циклондук активдүүлүктүн күчөшү байка-

лат. Нарын дарыясынын оң жээктеги куймаларынын суусу мол, сол куймаларынын суусу аз.



1-сүрөт. Нарын бассейниндеги гидромет байкоолордун схемасы. Метеостанциялар жана метеопосттор: 1- Ит-Агар, 2- Төө-Ашуу, 3- Суусамыр, 4-Чаек, 5- Баетово, 6- Ат-Башы, 7- Нарын ш., 8- Тянь-Шань. Гидропосттор: 1- Нарын д.- Үч-Терек айылы, 2- Узун-Акмат д.- Уста-Сай д. куймасы, 3- Чычкан д.- Бала-Чычкан д. куймасы, 4- Торкент д.- Торкент кыштагы, 5- Нарын д.- Нарын ш., 6- Чоң Нарын д. куймасы, 7- Кичи Нарын д.- куймасы, 8 - Алабуга д. - Кош-Дөбө айылы, 9- Ат-Башы д.- Ача-Каманды куймасы.

Нарын дарыясында мөңгүлөрдүн аянты 17%га кыскарды, ал эми 1 км^{2}ден ашпаган мөңгүлөрдүн саны дээрлик үч эсеге көбөйдү. Нарын дарыясынын жогорку агымындагы мөңгүлөрдүн аянты 20%га кыскарды, ал эми 0,1 км^2 ден ашпаган мөңгүлөрдүн саны дээрлик эки эсеге көбөйдү.

Нарын бассейнинин климатынын бардык ар түрдүүлүгүн эске алуу менен, Нарын бассейнинин бардык аймактарында метеорологиялык көрсөткүчтөрдүн өзгөрүшү жөнүндө маалыматты эске алуу зарыл деген тыянак чыгарылды.

Нарын дарыясынын агымына ар кандай климаттык факторлордун таасирин талдоо үчүн корреляциялык матрицаны түзүү ыкмасы тандалган, ал
Нарын дарыясынын агымынын өзгөрүшүнө кошкон салымы боюнча эң эффективдүү метеопараметрлерди аныктоого мүмкүндүк берет.

Жылдык агымына кошкон салымын негизги суу булактарынын (жер астынан келген агым, эриген кар жана мөңгүлөр) жана алардын өзгөрүшүн баалоо үчүн гидрографты бөлүү ыкмасы колдонулган.

Нарын дарыясын суу менен камсыз кылуунун негизги булагы тоолордогу мезгилдик кардын запастары болгондуктан, суук мезгилде кардын топтоо шарттары жөнүндө маалымат узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолдоо методдорун иштеп чыгууда негизги аргумент болуп саналат. Нарын дарыясынын кең аймагы, бийиктиктин кең диапазону жана ар түрдүү климаттык шарттары, кар катмарынын бийиктиги жана суук мезгилдеги жаан-чачындын көлөмү боюнча Кыргызгидро-

меттин сейрек байкоочу тармагынын жер үстүндөгү маалыматтары жетишсиз. Спутниктен алынган сүрөттөрдөн Нарын дарыясынын бассейниндеги жана анын негизги куймаларынын алаптарындагы кар аянты жөнүндө аймактык маалыматты алуу кардын топтолуу шарттарын баалоо үчүн ишенимдүү булак болуп саналат.

Дарыядагы суунун курамын узак мөөнөттүү болжолдоо ыкмаларын түзүү үчүн биз гидрологиялык болжолдоонун физикалык жана статистикалык ыкмаларын жана MODSNOW программасында (булут каптоосун алып салуу программасы) жана ArcGIS® иштетилген MODIS сүрөттөрүнүн маалыматтарын колдондук.

Суу ташкын мезгилинде Нарын бассейнинин дарыясынын агымына жер астындагы суулардын кайра толушунун таасирин, ошондой эле эриген кардын жана мөңгү компоненттеринин таасирин эске алып, вегетация мезгили жана анын айлары үчүн агындыларды эсептөө үчүн биз көп сызыктуу корреляциялык теңдемелерди колдондук. Аргумент катары, 2000-2015-жылдарга MODIS сүрөттөрүнөн болжолдонгон жана кар катмарынын аянты боюнча маалыматтардан мурунку ай үчүн суунун агызылышын методдору колдонгон. Абанын температурасына жана бийик тоолуу зонада анын аномалияларына жараша олуттуу мөңгү компоненти бар суббассейндер үчүн кошумча көрсөткүч – жай мезгилиндеги абанын температурасы колдонулган.

Нарын бассейнинин дарыяларынын сууларынын көлөмүн жана Токтогул суу сактагычына келген суунун агымын болжолдоо теңдемелери төмөнкүдөй жалпы формага ээ:

$$Q_t= aS_{sn}+bQ_{t-1}+c \qquad (1)$$
$$Q_t=aS_{sn}+bQ_{t-1}+dT_{6\text{-}8}+c \qquad (2)$$
$$Q_t=aS_{sn}+bQ_{t-1}+dT_{nd}+c \qquad (3)$$

мында Q_t – болжолдонгон мезгил үчүн сууну сарптоо;
Q_{t-1} – болжолдонгондон айдан мурунку ай (декада) үчүн сууну сарптоо;
S_{sn} – бассейндин жалпы аянтына карата кар катмарынын аянты (%);
$T_{6\text{-}8}$ – жайкы мезгил үчүн абанын температурасы;
Тнд – абанын температурасынын 0°Сдөн оң температурага өткөн күнү (1-январдан баштап күндөрдүн саны).
a, b, c, d - параметрлер, байкалган маанилерден эсептелген регрессия коэффициенттери.

Бассейндеги кар катмарынын мейкиндик жана убакыттык өзгөрүлмөлүүгүн изилдөө үчүн кар каптоо индекси (SCI) киргизилди, бул гидрологиялык жыл үчүн жалпы кардын аянты:

$$SCI_t=\sum_{n=1}^{n=365/366} SCA_i \qquad (4)$$

SCI_t - кар катмарынын жылдык индекси (SnowCoverIndex) t;
$SCAi$ - 1-сентябрдан 31-августка чейин n күн бою кар каптаган аймак.

Нарын бассейниндеги дарыялардын агымын болжолдоо үчүн жогоруда саналып өткөн көп сызыктуу регрессиянын теңдемелерине кошумча катары, биз ачык коду бар R-программасында статистикалык моделдөөнү колдондук, ал ар кандай метеорологиялык жана гидрологиялык көрсөткүчтөрдү талдоо үчүн кеңири колдонулат. Модель автоматтык түрдө сызыктуу болжолдоочулардын корреляциялык анализинин негизинде (кардын каптоо аянты, суук мезгилдеги жалпы жаан-чачындын көлөмү жана абанын температурасы жана суу аз болгон мезгилден мурунку агым) жана болжолдоочунун (вегетация мезгилиндеги суунун орточо сарптоосун) көрсөтүп, дарыянын агымын болжолдоо үчүн эң жакшы сызыктуу теңдемелерди сунуштайт.

Октябрдын башындагы жаан-чачындын экстремалдык көлөмүн баалоодо жана кышкы-жазгы жаан-чачындын аномалияларын аныктоодо кошумча ыкма катары Нарын бассейнинин аймагы үчүн R-программасынын инструментинде иштелип чыккан гидрологиялык кургакчылык методу колдонулган.

Үчүнчү бөлүмдө климаттын өзгөрүшү Нарын дарыясынын жана анын куймаларынын агымына тийгизген таасирин изилдөөнүн жыйынтыктары берилет.

Нарын дарыясынын жылдык агымынын узак мөөнөттүү өзгөрүшүнүн өзгөчөлүктөрүн аныктоо үчүн Кыргызгидрометтин маалыматтарынын негизинде интегралдык ийри сызыгы түзүлдү, анда суунун өзгөрүшүнүн эки цикли байкалат: Нарын дарыясынын жогорку агымында гидропосттун маалыматы боюнча, ал эми төмөнкү агымында Үч-Терек тилкесинин маалыматы боюнча берилет. 1939-жылдан 1992-жылга чейинки мезгилде суунун акырындык менен азайышы мүнөздүү, 1993-жылдан 2015-жылга чейин – суунун көлөмүнүн туруктуу өсүшү байкалды. 1993-жылдан 2015-жылга чейинки мезгилде орточо көп жылдык суунун агымы Нарын д.- Нарын ш.106 м^3/с же 1939-жылдан 1992-жылга (87,1 м^3/с) чейинки мезгилдеги маанилердин 121% түздү. Токтогул суу сактагычына агып кирген суунун агымы боюнча 1993-жылдан 2015-жылга чейинки мезгилде. 431 м^3/с же 1950-жылдан 1992-жылга (382 м3/с) чейинки мезгилдеги маанилери 113% түздү.

Нарын дарыясынын жогорку агымында (Нарын ш.) суусу мөңгү-кар, ал эми төмөнкү агымында кар-мөңгү сууларынан куралат, суу кирген мезгилде суунун азыктануусуна эки ташкын мүнөздүү, биринчиси – сезондук кардын эриши (апрель-июнь) жана экинчиси мөңгүлөрдүн эрүү мезгилине туура келет (июль-сентябрь).

Нарын дарыясынын орточо жылдык жана вегетация мезгилинин орточо агымынын метеорологиялык көрсөткүчтөр менен байланышын аныктоо үчүн Нарын дарыясынын башталышы жана Токтогул суу сактагычына куйган жери үчүн түзүлгөн корреляциялык матрица пайдаланылган. Аргумент катары суук мезгилдеги жаан-чачындын көлөмү (октябрь-апрель), мезгилдер үчүн абанын температурасы (кыш, жаз, жай, күз), абанын температурасынын оң температурага өтүү датасы боюнча маалыматтарды колдондук.

Суук мезгилдеги жаан-чачындарда эң жогорку корреляция коэффициенти - 0,60-0,78 – орточо жылдык (орто вегетациялык) агын суусу менен метео көрсөткүчтөрдүн ортосунда аныкталды, Нарын дарыясынын төмөнкү агымында (Үч-Терек айылы жана Токтогул суу сактагычы суу киришинде) жаан-чачынга байланышы жогорку агымга (Нарын ш.) салыштырмалуу бийигирээк.

Жазгы жана күзгү мезгилдер үчүн абанын температурасы менен корреляциялык коэффициенттер 0,30-0,48ге барабар. Нарын дарыясынын жогорку агымындагы (Нарын ш.) агымы менен жайкы мезгилдеги абанын температурасынын ортосундагы 0,30-0,35 корреляция коэффициенти бир аз төмөн, бийик тоолуу зонада мөңгүлөрдүн эрүү интенсивдүүлүгүнө байланыштуу болушу мүмкүн. Нарын дарыясынын төмөнкү агымындагы суунун агып чыгышы менен кыш мезгилиндеги абанын температурасынын ортосундагы корреляция 0,30-0,32 коэффициенттери менен мүнөздөлөт, бул кышкы температуранын (кыштын катаалдыгы) кардын топтоо шарттарына тийгизген таасири менен байланышкан.

Абанын температурасынын 0°Сдөн оң температурага өтүү даталары менен – суунун агып кетиши 0,60-0,73 байланыштуу болуп чыкты. Бирок мындай байланыш Тянь-Шань метеостанциясына гана тиешелүү болуп, ал эми башка метеостанциялардын маалыматтары репрезентативдик эмес экендиги аныкталган.

Алынган натыйжалар репрезентативдүү станциялар үчүн метеорологиялык параметрлерге анализ жүргүзүүгө мүмкүндүк берди.

Нарын дарыясынын агымынын пайда болушуна суук мезгилде (октябрь - апрель) жаан-чачындар көбүрөөк таасир этет. Нарын дарыясынын жылдын суук мезгилиндеги жаан-чачындын жалпы көлөмү боюнча биздин маалыматтардын анализи 1945-жылдан (1966-ж.) 1993-жылга чейинки мезгилге салыштырмалуу 1994-жылдан 2015-жылга чейинки мезгилиндеги көрсөткүчтөрдүн 5-12%га көбөйгөнүн көрсөтүп турат.

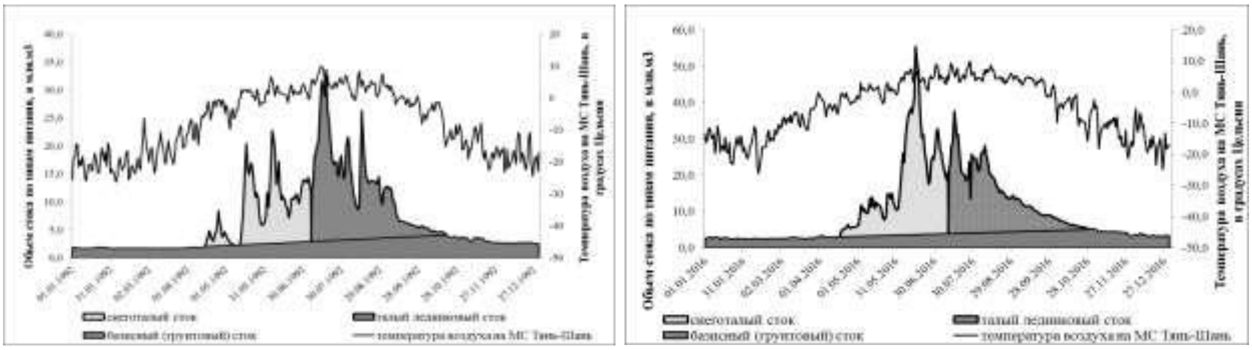
Изденүүчү Ит-Агар жана Нарын эң репрезентативдүү метео станцияларынын маалыматтарынын негизинде талдоо жүргүзгөн. 1945 — 1973-жж. менен салыштырганда (1978, 1988, 1993), абанын температурасынын жогорулашы белгиленген: кыш мезгилинде (1978-2015 -жж.) - 1,3-1,9; жай мезгилинде (1973-2015-жж.) - 0,8-1,1; жаз мезгилинде (1993-2015-жж.) - 1-1,2ге; күз мезгилинде (1988-2015) - 0,8-1,5°Сге.

Жылуу мезгилдин узаруусу агын суулардын өзгөрүшүнө олуттуу таасирин тийгизет, бул тоолордогу мезгилдүү кардын жана мөңгүлөрдүн эришине таасирин тийгизет. Алсак, Нарын метеостанциясынын маалыматы боюнча 1945-жылдан 2015-жылга чейинки ондогон жылдардагы орточо көрсөткүч катары эсептелген абанын оң температурасынын суммасы 2500дөн 3000 °Сге чейин өскөн. Үзгүлтүксүз байкоо жүргүзүүчү Нарын метео станциясынын маалыматы боюнча 1945-2015-жылдар аралыгында абанын суткалык температурасынын 0°Сдон оң температурага өтүшү 10 күн мурун, ал эми терс температурага карай 15 күнгө кечигип башталат.

Мындай тенденция менен Нарын дарыясынын суусунун жылдык режими өзгөрөт жана суу ташкындарынын чокулары алдынкы мөөнөткө жылып, дарыянын жогорку жана төмөнкү агымында азыктандыруунун түрү да өзгөрөт деп күтүү керек. Мында карлардын мезгилдик эриши олуттуу роль ойнойт деп айтууга болот.

1975-жылдардан башталган глобалдык жылуулукту жана Нарын дарыясынын бассейниндеги мөңгүлөрдүн деградациясын эске алуу менен суу ресурстары жай мезгилинде, мөңгүлөрдүн эриген сууларынан агып чыккан кургакчыл мезгилде эң маанилүү болуп саналат. 1992-жылдан 2016-жылга чейинки мезгилинде Нарын дарыясынын жогорку агымында гидрографты бөлүү ыкмасы менен негизги агым компоненттеринин динамикасына изилдөө жүргүздүк.

Нарын дарыясынын – Нарын шаарынын 1993-жылдан 2016-жылга чейин суу менен азыктандыруунун негизги булактарынын өзгөрүшүн баалоо үчүн гидрографты бөлүү ыкмасы (жер астындагы, эриген кар жана мөңгү агымдары) суу менен камсыз кылуунун туруктуу өсүшүнүн акыркы мезгилине карата колдонулган.



1992 жана 2017-жж. агын сууларынын гидрографтарынын бөлүктөрүнүн салыштырма графиктери 2-сүрөттө көрсөтүлгөн. 1-таблицада негизги азыктандыруу булактарынын агындылардын көлөмүн эсептөөнүн натыйжалары (млн. м^3) жана жалпы агын сууга карата пайыз менен санаганда, 1992 жана 2016 жылдардын мезгилдүү кар жана мөңгүлөрдүн эрүү мезгилинин башталышы жана аяктоо даталары келтирилген.

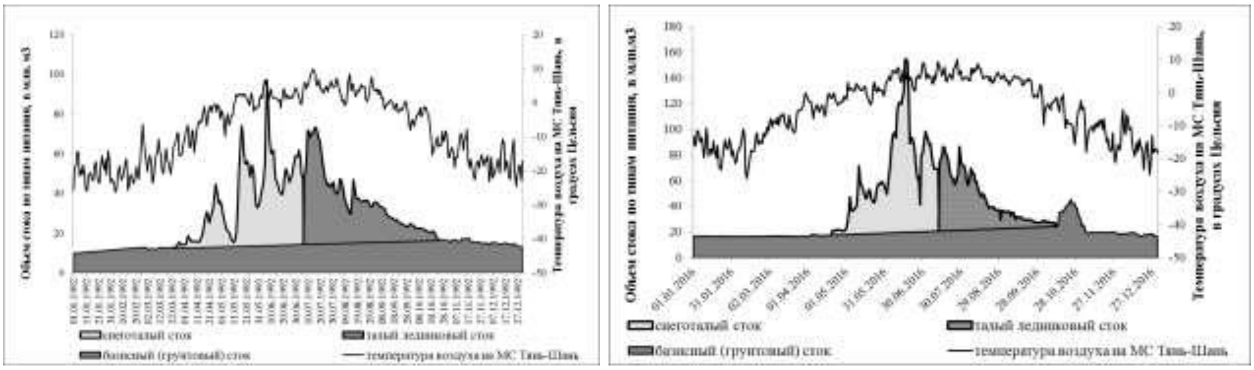
2-сүрөт. 1992-жылга (солдо) жана 2016-жылга (оңдо) Нарын дарыясы-Нарын ш. гидрографтарынын бөлүктөрүнүн дарыянын азыктардыруу салыштырма графиктери

1-таблица. Негизги азыктандыруу булактарынын агын сууларынын көлөмү жана Нарын дарыясындагы мезгилдүү кар жана мөңгүлөрдүн эрүү мезгили – Нарын шаары.

Жылдар	Негизги азыктануу булактарынын агын көлөмү					
	Жер астындагы суу агымы		Эриген кар агымы		Эриген мөңгү агымы	
	млн.м^3	%	млн.м^3	%	млн.м^3	в%
1992	969	39	562(15.04-06.07)	23	940(7.07-19.10)	38
2016	1290	35	1289(17.04-09.07)	35	1120(10.07-26.10)	30

Агымдардын гидрографтарын талдоо көрсөткөндөй, Нарын дарыясынын жогорку агымында 2016-ж. жана 1992-ж. сезондук кар катмарынын эришине байланыштуу селдердин башталышы ушул эле даталарда апрель айынын орто ченинде башталып, октябрдын аягында аяктаган. Мөңгүлөрдүн эрүү даталары 2016-жылдын 10-июлуна туура келет, бул 1992-жылга караганда 3 күнгө кеч. Жылдык агым суулардын көлөмүнүн өзгөрүшүн талдоо көрсөткөндөй, 2016-жылы 1992-жылдагы көрсөткүчтөрдүн 150%ын түздү, азыктандыруу түрлөрү боюнча, мөңгүлөрдүн эришинен улам 119 % агымды түздү, эриген кардын агымы - 230%, жер алдындагы суу агыны - 133% түздү. Мындай өзгөрүүлөр абанын температурасынын жогорулашына жана Нарын дарыясынын бассейнинде кардын запастарынын топтолушу үчүн түзүлгөн шарттарга байланыштуу. Алсак, Нарын метеостанциясынын маалыматы боюнча 2016-жылдын суук мезгилиндеги (октябрь-апрель) жаан-чачындын көлөмү 1992-жылдагы көрсөткүчтөн 1,5 эсеге ашкан.

Нарын дарыясынын төмөнкү агымындагыҮч-Терек айылынын агын суулардын компоненттерин эсептөө үчүн гидрографты бөлүү ыкмасы да колдонулган. 1992-ж. жана 2016-ж. агынды суулардын гидрографтарын азыктандыруу түрлөрү боюнча бөлүштүрүүнүн графиктери 3-сүрөттө көрсөтүлгөн. 2-таблицада азыктандыруунун түрлөрү боюнча (млн м3) жана пайыз менен 1992-ж. жана 2016-ж. агын суулардын үлүшүн эсептөөнүн натыйжалары көрсөтүлгөн.



3-сүрөт. 1992-ж. (солдо) жана 2016-ж. (ондо) Нарын д – Үч-Терек айылы боюнча азыктандыруу түрлөрү боюнча гидрографтын бөлүү графиги.

2-таблица. Негизги азыктандыруу булактарынын агын сууларынын көлөмү жана Нарын дарыясындагы мезгилдүү кар жана мөңгүлөрдүн эрүү мезгили – Үч-Терек айылы

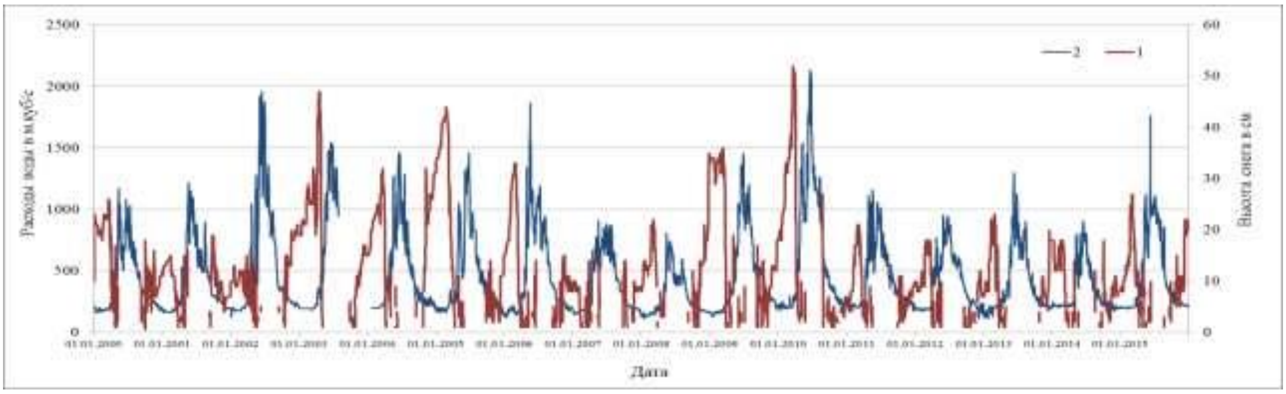
Жылдар	Негизги азыктануу булактарынын агын көлөмү					
	Жер астындагы суу агымы		Эриген кар агымы		Эриген мөңгү агымы	
	млн.м^3	%	млн.м^3	%	млн.м^3	%
1992	5091	51	2536(24.03-06.07)	26	2311(07.07-25.10)	23
2016	7297	54	3954(17.04-11.07)	30	2120(12.07-06.11)	16

Үч-Терек айылында 2016-жылы 1992-жылга салыштырмалуу дээрлик бир ай (25 күн) суу ташкын гидрографтарын талдоо кеч башталганын көрсөттү, сентябрь айынын аягында аяктаган. Белгилей кетсек, 2010-жылдан азыркы учурга чейин Үч-Терек гидропосттордун үстүндө жайгашкан Камбар-Ата-2 ГЭСинин каскаддары ишке киргизилгендигине байланыштуу Нарын дарыясынын гидрографынын сутка-лык өзгөрүүлөр бир аз бар, ошондуктан, суу ташкынынын башталышын жана бүтүшүн талдоо кыйын. Мисалы, дарыянын гидрографында 2016-жылдын октябрь айында суунун курамында кескин өзгөрүш байкалган, табигый агымда октябрдан февралга чейинки мезгилде дарыяда мындай көтөрүлүү байкалган эмес (4-сүрөт (оң тарап). Бирок, жыл ичинде агын суулардын көлөмү теңдештирилип, Камбар-Ата-2 суу сактагычындагы суунун көлөмү аз (70 млн $м^3$) жана дарыянын агымы негизинен транзиттик түрдө өтүп кетет.

Мөңгүлөрдүн эрүү датасы 2016-жылдын 12-июлуна туура келет, б.а. 1992-жылга салыштырмалуу 5 күн кечирээк. Жылдык агындылардын көлөмүнүн өзгөрүүсүн талдоо көрсөткөндөй, 2016-жылы 1992-жылдын көрсөткүчтөрүнөн 135% түздү, мөңгүлөрдүн эрүүсүнөн улам агып чыккан суунун көлөмү 92%, кардын эриши 156% түздү, жер астындагы суулар - 1992-жылдагы көрсөткүчтөрдүн 143% түздү. Нарын ш. аймагындагыдай эле алар 1992-ж. салыштырмалуу 2016-ж. абанын температурасынын жогору болушуна жана кардын топтолушуна байланыштуу.

Нарын дарыясынын агымынын негизги компоненттерин гидрографтын генетикалык вертикалдык бөлүү ыкмасын колдонуу менен эсептөөнүн алынган натыйжаларын моделдөөнүн жардамы менен агымдын көлөмүн эсептеген башка изилдөөчүлөрдүн жыйынтыктары менен салыштырып, абанын температурасы менен байланышты түзүп, анын Нарын дарыясынын жогорку агымында эффективдүү колдонулушун көрсөттү, бассейндин аянты 10,5 миң км2. Нарын дарыясынын Үч-Терек посту чектеген, аянты 58,0 миң $км^2$ барабар болгон бүтүндөй бассейни үчүн бул ыкма эффективдүү эмес, анткени дарыянын жер астындагы суулардын пайда болушунун деңгээлдери ар кандай, негизги куймалардын жогорку агымындагы мөңгүнүн даражалары да окшош эмес, биринчи кезекте, мөңгүлөрдүн, ошондой эле ээриген карлардын жана аларга байланыштуу жер астындагы суу менен азыктануусуна ишенимдүү баалоо жүргүзө албайт.

Кар катмары агын сууга эң маанилүү, түз жана эң чоң таасирлердин бири болуп саналат. Автор акыркы 15 жылдагы (2000 - 2015-жж.) кар катмары боюнча маалыматтарды Нарын бассейнинде метеостанциялардагы туруктуу рейкаларын колдонуу менен талдоого алган, анын негизги өзгөчөлүктөрүн көрсөтөт. Кар катмарынын бийиктигинин жана узактыгынын эң жогорку маанилери болгон жылдарга (калың кар) суу көп жылдарга туура келет, ал эми тескерисинче, кар катмарынын бийиктигинин жана узактыгынын эң төмөнкү маанилери (кар аз) кургакчыл жылдарга туура келет (4-сүрөт).



4-сүрөт. Тянь-Шань метеостанциясында кардын бийиктигинин суткалык өзгөрүшүнүн (1) жана Нарын д. агымынын гидрографы (2) бириккен маалыматтарынын графиги.

Суу ташкындоо маалындагы дарыялардын суунун курамына кар катмарынын мүнөздөмөлөрүнү суу көлөмүнө байланыштуу жогорку тыгыздыктагы репрезентативдүү станцияларды аныктоо үчүн корреляциялык матрица түзүлдү. Үч-Терек, Нарын ш., Чычкан жана Токтогул суу сактагычынын гидропосттору суунун агымдарынын ортосундагы байланыштын эң жакындыгы (же статистикалык жактан маанилүүгү) суунун агып кириши кар катмарынын бийиктиги жана узактыгы Тянь-Шань МСтин маалыматтары менен байкалган, R = 0,66-0,84.

Төртүнчү бөлүмдө Нарын бассейнинин дарыяларынын суунун көлөмүн жана Токтогул суу сактагычына келген суунун көлөмүн узак мөөнөттүү болжолдоонун инновациялык методологиясын иштеп чыгуунун жыйынтыктарын камтыйт. Тянь-Шань репрезентативдүү метеостанциясынын маалыматы боюнча кардын каптоосунун узактыгы жана максималдуу калыңдыгы суу ташкын мезгилинде дарыялардын агымына түздөн-түз таасирин тийгизет. Excel таблицасында статистикалык анализди колдонуу менен суук мезгилдеги (сентябрь-апрель) кар каптаган күндөрдүн санына суу ташкын мезгили үчүн дарыя агымынын сызыктуу байланыш теңдемелери эсептелип, 3-таблицада келтирилген.

3-таблица. Тянь-Шань метеостанциясынын маалыматтары негизинде май-сентябрь айларындагы Нарын бассейнинин дарыяларынын болжолдуу теңдемелери.

№	Объекттин аты	Эсептелген теңдеме	R	S/σ
1	Токтогул суу сактагычынын куймасы	6,02*N_{sn}-417	0,82	0,58
3	Нарын д. – Үч-Терек а.	4,94*N_{sn}-329	0,84	0,54
5	Нарын д. – Нарын ш.	1,6*N_{sn}-101	0,81	0,59
6	Чычкан д. – Бала-Чычкан д. куйган жери	0,25*N_{sn}–14,3	0,66	0,75

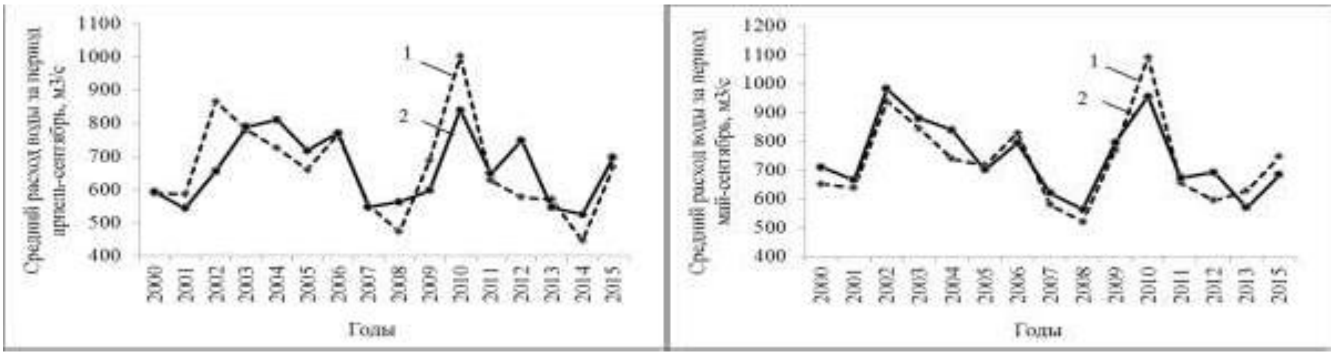
Эскертүү: N_{sn} - Тянь-Шань метеостанциясынын маалыматы боюнча суук мезгилде (сентябрь-апрель) кар каптаган күндөрдүн саны, R - корреляция коэффициенти, S / σ – сапаттуу болжолдоонун колдонуу критерийи.

Ыкчам гидрологиялык болжолдоодо сунушталган теңдемелердин кемчилиги бир гана репрезентативдүү болгон бийик тоолуу Тянь-Шань метеостанциясынын кар катмарынын маалыматтарын аргумент катары пайдалануу болуп саналат. Ошентип, прогноздун ишенимдүүлүгү маалыматтардын сапатына, байкоолордун үзгүлтүксүздүгүнө жана бул метеостанциянын техникалык абалына байланыштуу. Башка метео станциялардан түшкөн кар маалыматтарын ишенимдүү болжолдоолорду алуу үчүн колдонуу мүмкүн эмес, анткени репрезентативдүү болуп саналбайт.

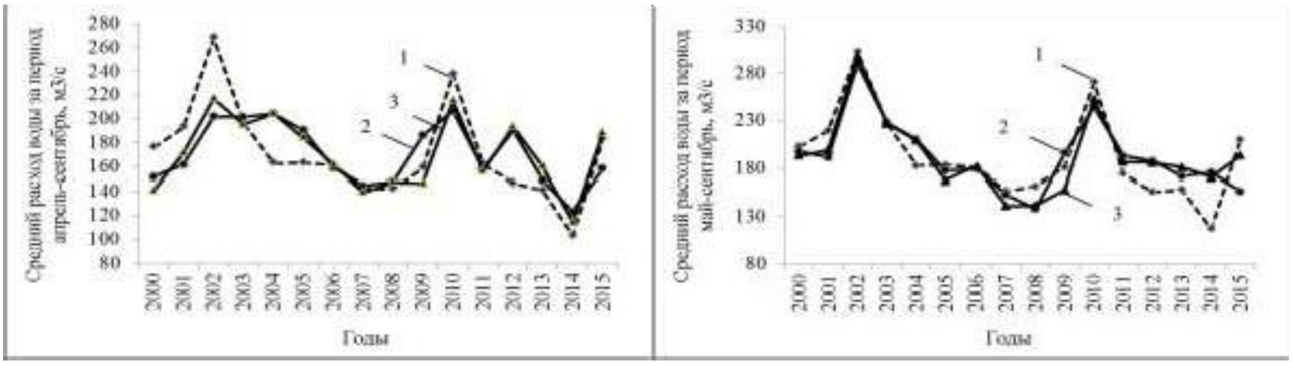
MODSNOW-Tool программалык камсыздоосунда иштетилген MODIS спутниктик сүрөттөрүнүн маалыматтары суу ташкын мезгилинде Нарын бассейнинин дарыяларындагы агындыларды болжолдоо үчүн предиктор катары пайдаланылган.

Көптөгөн сызыктуу регрессиянын теңдемелери 1 формуланын жардамы менен эки предиктор менен эсептелген: кардын аянты жана суунун мурунку агымы менен. Үчүнчү предиктор дагы 2-формула боюнча колдонулган – жай мезгилинде Нарын дарыясынын жогорку агымы жана Нарын шаары боюнча мөңгүлөрдүн азыктануусунун олуттуу үлүшүнө ээ болгондуктан абанын температурасы үчүн эсептелген теңдемелерде колдонулган. 1 жана 2 формулалар боюнча MODIS спутниктик сүрөттөрүнүн жардамы менен вегетация мезгили жана анын айлары үчүн агындыларды эсептеп чыктык. Токтогул суу сактагычына суунун агып киришин болжолдоо үчүн MODSNOW- Tool программасында күн сайын эсептелип алынган кар катмарынын аянты жөнүндө маалыматтарды колдондук. Калган суу ченегичтерде дарыялардын суунун көлөмүн болжолдоо үчүн ArcMap 10.1 программасы жана SpatialAnalyzed Tool программалык пакети колдонулган.

Нарын бассейнинин дарыяларынын болжолдонгон агымын жана Токтогул суу сактагычына суунун вегетация мезгилине жана май айынан сентябрга чейинки мезгилдеги кар каптоо аянты менен көп сызыктуу регрессиянын теңдемелерин колдонуу менен эсептөөнүн натыйжалары MODIS сүрөттөрү жана мурунку агындылар 5 жана 6-сүрөттө көрсөтүлгөн.



5-сүрөт. Токтогул суу сактагычына суунун агымы боюнча 1-тендемеге ылайык иш жүзүндөгү (1) жана болжолдонгон (2) суунун агымынын графиги.



6-сүрөт. Нарын дарыясы – Нарын шаары боюнча иш жүзүндөгү (1) жана болжолдонгон (2) суунун агып чыгуу 1 теңдемеге жана 2-теңдемеге ылайык (3) графиги.

Корреляция коэффициенти 0,73-0,92 (май-сентябрь мезгили үчүн) жана 0,60-0,76 (апрель-сентябрь мезгили үчүн), болжолдоолордун колдонулушунун жана сапатынын критерийи S/σ - 0,39-0,68 (май-сентябрь мезгили үчүн) жана 0,65 - 0,80 (апрель-сентябрь мезгили үчүн) түздү. Иштелип чыккан теңдемелер методологиянын сапат критерийлерине жооп берет, жакшы жана канааттандырарлык. 2000-2015-жж үчүн жол берилген каталарды камсыздоо май-сентябрь айларында 75-88%, Чычкан дарыясын кошпогондо - 64% жана апрель-сентябрь айларында 75-81% түзгөн.

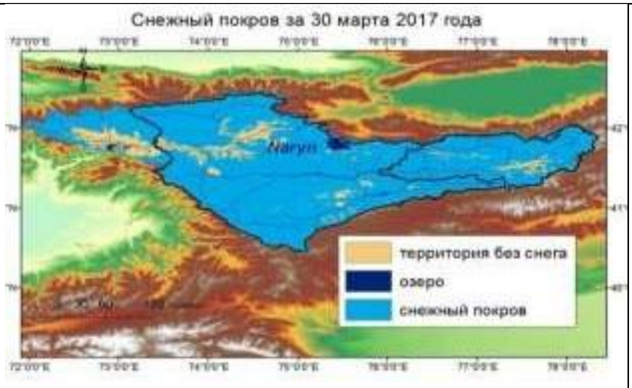
Спутниктик информацияны колдонуунун артыкчылыгы бүт дарыя бассейнинин кар катмарынын мейкиндик боюнча мүнөздөмөсүн алуу болуп саналат, ал эми метеостанциянын маалыматы бир гана чекитте кардын топтоо шарттарын мүнөздөйт. Бассейндерде репрезентативдик метеостанция жок болгон шарттарда дарыялардын агымын болжолдоо методу спутниктен алынган сүрөттөрдүн кар катмарынын маалыматтарынын негизинде гана мүмкүн болот.

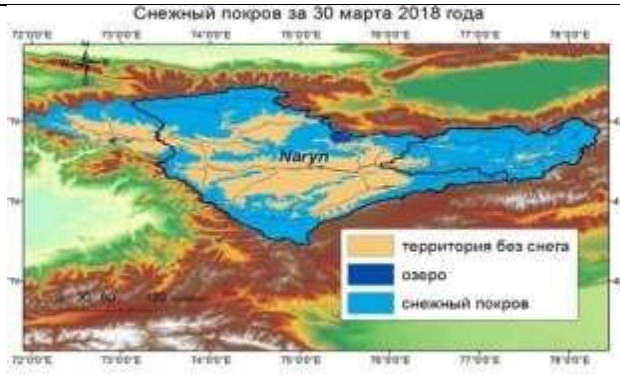
Кийинки текшерүү жылдарындагы (2017, 2018 жана 2019) методду баалоо үчүн ГИС инструменттери 30-мартка карата кар катмарынын аянтын MODSNOW-Tool программасы (7-сүрөт) MODIS сүрөттөрүнүн негизинде эсептеп чыккан. Текшерүү жылдардын акыркысы 4-таблицада болжолдоонун 100% тактыгы эсептөөлөр көрсөтүлгөн.

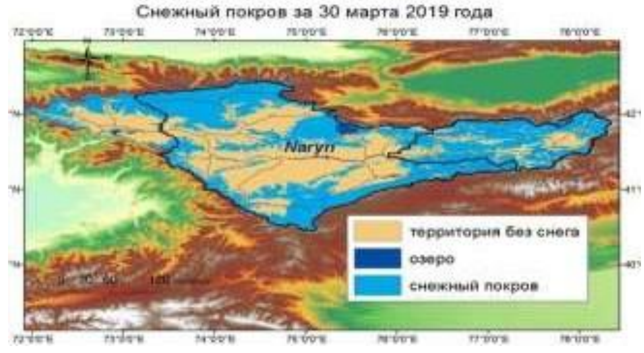
4-таблица. 2017-2019-жж. вегетация мезгилинде суу сарптоо болжолу, 2.11-теңдеме боюнча эсептелген.

Дарыянын – гидропосттун аты	Суунун чыныгы сарптоосу, м^3/с	Суунун болжолдуу сарптоосу, м^3/с	Болжолдоонун жол берилген катасы	Далилдөө
2017-ж.				
Токтогул суу сактагычынын куймасы	831	817	100,0	актады
Нарын д. –Үч-Терек а.	712	688	92,6	актады

Нарын д. – Нарын ш.	190	208	26,0	актады
2018-ж.				
Токтогул суу сактагычынын куймасы	642	724	100,0	актады
Нарын д. –Үч-Терек а.	581	562	92,6	актады
Нарын д. – Нарын ш.	161	186	26,0	актады
2019-ж.				
Токтогул суу сактагычынын куймасы	590	663	100,0	актады
Нарын д. –Үч-Терек а.	485	533	92,6	актады
Нарын д. – Нарын ш.	175	166	26,0	актады







Бассейндин аты	Кар катмарынын аянты/ жыл %		
	2017	2018	2019
Токтогул суу сактагычынын куймасы	90	71	62
Нарын д. –Үч-Терек а.	92	61	55
Нарын д. – Нарын ш.	93	88	70

7- сүрөт. 2017-2019-жж. 30-мартына MODIS маалыматтары боюнча кар катмары.

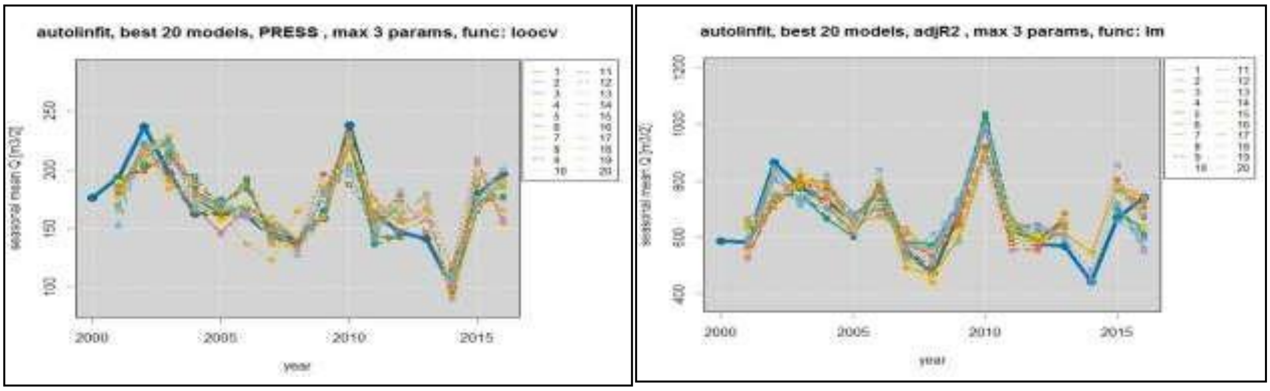
1990-жж. бери мониторинг жүргүзүлбөгөн Нарын дарыясынын куймаларына суунун келишин болжолдоо үчүн MODIS кар катмарынын маалыматтарын колдонуу ыкмасы жакшы натыйжаларды (R2 = 0,62–0,77) көрсөттү. Биздин изилдөөлөр көрсөткөндөй, бул жерде сунушталган ыкма кар жана мөңгү менен камсыз болгон дарыялар үчүн да, дарыянын агымы негизинен сезондуу кардын эриген сууларынын эсебинен түзүлөт, ошондой эле мөңгү жана кар менен камсыз болгон дарыялар үчүн да колдонулушу мүмкүн, эриген мөңгүлөрдүн агындылары олуттуу үлүшүн камтыйт. Ошентип, изилденген бассейндеги маанилүү объектилердин бири болуп Нарын дарыясынын негизги куймалары – Ат-Башы, Алабуга жана Торкент саналат,

алар 1995-1997-жж. байкоолор токтотулган. Бирок, суу ташкын мезгилинде күтүлүп жаткан агындылар жөнүндө маалымат өтө маанилүү болуп саналат, анткени, суу ташкындар, суу каптоолор жана экстремалдуу суу жылдарда гидрологиялык кургакчылык айыл чарбасына, калктуу конуштарга, автомобиль жолдоруна ж.б. зыян келтирет.

Методдун негизги артыкчылыктарынын бири – бийик тоолуу бассейндерде (бул изилдөөдө 2,4-3,7 км бийиктикте) жайгашкан дарыялардын агымын болжолдоо мүмкүнчүлүгү, мында спутник маалыматтарын колдонбой кышында кардын топтолушу же жаан-чачындар боюнча маалымат алуу көйгөйлүү болуп саналат. ГИС алыстан зондоонун жардамы менен алынган маалыматты интерпретациялоого мүмкүндүк берип, ар кандай суббассейндерде андан ары колдонууга болот.

R-program операциялык системасын колдонуу вегетация мезгилине сапаттуу жана ишенимдүү гидрологиялык болжолдоону түзүү үчүн ар кандай методологияларды колдонуу мүмкүнчүлүктөрүн кеңейтет. R- program программалык камсыздоосу Кыргызгидромет системасына 2017-жылдын март айында киргизилген жана 2017-2019-жж. сыноодон өткөн, бирок R- program өркүндөтүү боюнча иштер учурда улантылууда.

Программада Нарын дарыясынын – Нарын ш. агымын жана Токтогул суу сактагычынын куймасынын болжолдоонун эң эффективдүү 20 модели эсептелген. (8-сүрөт).



8-сүрөт. Нарын тилкеси боюнча суунун агымынын (көк түс) жана болжолдонгон 20 моделинин графиктери (солдо) жана Токтогул суу сактагычына суунун агып киришинин (оңдо) чынынгы графиги.

Болжолдоолорду эсептөө үчүн киргизилүүчү маалыматтар төмөнкүдөй өзгөрмөлөр болуп саналат: абанын орточо айлык температурасы жана таяныч (репрезентативдүү) метеостанциялар үчүн, Токтогул суу сактагычы, Үч-Терек а. жана Нарын ш. жаан-чачындын бир айлык жалпы көлөмү, MODSNOW-Tool программасынан алынган Нарын бассейнинин кар катмарынын күнүмдүк маалыматтары агып кирүүчү суунун орточо айлык агымы.

Суунун деңгээли төмөн жана жогору болгон, суунун жетишсиздиги боюнча экстремалдык жылдар боюнча болжолдоолор акталды, бирок суунун көлөмү орто-

чо болгон айрым жылдарда (2004, 2012, 2013-жж.) эсептөөнүн натыйжалары начарыраак болгон. 201-2019-жж. тестирлөөнүн болжолдору 100% акталды. Корреляция коэффициенти (R^2) 0,70-0,84, болжолдоолордун колдонулушунун жана сапатынын критерийи S/σ - 0,30-0,47. Программанын бир кемчилиги бар – программадагы эсептөөлөрдү ишке ашыруу үчүн 2000-ж. азыркы күнгө чейин кар каптаган аймак боюнча күн сайын маалымат даярдоо талап кылынат.

Ноябрда түзүлгөн кыш-жаз мезгилинин гидрологиялык кургакчылыктын болжолу суунун мүмкүн болуучу экстремалдык болушун алдын ала баа берүү үчүн өбөлгөлөрдү түзөт, бул гидрологиялык болжолдоолордун натыйжалуулугун жогорулатат.

Нарын бассейнинде кыш жана кыш-жаз мезгилдериндеги атмосфералык жаан-чачындын көлөмүн болжолдоо үчүн алардын Арктика/Түндүк Атлантика термелүүсүнө (осцилляция), батыш аба массасынын өтүшүнө, Жогорку Сибирге, Эль-Ниньо Түштүк термелүүлөрүнө, деңиз бетинин температурасын жана муссондорду эске алуу керек. Кыш мезгилиндеги жаан-чачындын көлөмүнүн саналып өткөн факторлордон корреляциялык байланышын эсептөө үчүн SPI индекси (StandardPrecipitationIndex) киргизилген, эсептөөлөр 1968-2010-жж. аралыгындагы CRU аномалияларынын глобалдык маалыматтарына негизделген (2,5 градуска кеңдик / узундукка эсептелген). Эсептөөлөр R-program да жүргүзүлөт, ага интернеттен акысыз маалыматтар алынат.

MODIS сүрөттөрүнүн кар катмары тууралуу спутниктик маалыматы вегетация айларына дарыялардын суунун көлөмүн болжолдоо методологиясын иштеп чыгуу үчүн да колдонулган. Май айынын агымын болжолдоо үчүн эки параметр колдонулган – мурунку агым жана дарыянын төмөнкү агымындагы кардын аянты, майдагы абанын температурасы жана жогорку агымдагы кардын аянты. Май айы үчүн болжолдоо ыкмасынын канааттандырарлык сапаты S/σ 0,67 - 0,79 диапазонунда, катачылык 63-68%ды түздү. Июнь айына дарыянын агымын болжолдоо үчүн үч предиктор – суунун мурдакы көлөмү, кардын аянты жана Нарын дарыясынын төмөнкү жана жогорку агымында абанын оң температурасы болгон күндөрдүн саны колдонулган. Июнь айын болжолдоо методологиясынын жакшы сапаты S/σ 0,42 - 0,72 диапазонунда, катачылык 56-88%ды түзгөн. Июль айынын жогорку жана төмөнкү агымында дарыянын агымын болжолдоо үчүн эки болжолдоочу – кардын аянты жана мурунку агымы, Нарын дарыясынын жогорку агымы үчүн акыркы айдагы абанын температурасы (июнь) колдонулган. Кошумча колдонулган. Июль айы үчүн болжолдоо методологиясынын жакшы сапаты S/σ 0,47 - 0,72 диапазонунда, катачылык 81-100% түздү.

Нарын дарыясынын суунун көлөмүн болжолдоо үчүн кар катмарынын аянтынан тышкары кар катмарынын индекси (SCI - snowcoverindex) колдонулган, бул алда канча эффективдүү, бирок эсептөөлөрдө бир топ түйшүктүү болуп чыкты. Биз MODIS сүрөттөрүнүн кар катмарынын маалыматтарын колдондуп, MODSNOW-Tool жана 500 метр аралык менен бийик тоолуу зоналар үчүн бассейн аянтына

(SCA, snowcoverarea) пайыз катары ар бир күн үчүн кар каптоо аянты эсептелет. Нарын дарыясы үчүн Үч-Терек айылынын участкасында орточо айлык суунун SCI индекси R = 0,70–0,80, менен эң жогорку корреляциялык коэффициенттери июнь, июль, август жана сентябрь айларында, Нарын шаарында - июнь жана июль айларында болгон. Апрель жана май айларында эки участок үчүн жана август жана сентябрда Нарын участкасы үчүн корреляциялык коэффициенттер төмөн болгон, R = 0,50–0,64. Суунун орточо айлык агымынын SCI индекси менен эң жогорку корреляциялык коэффициенттери бийиктик зоналары 3000-4500 суу үстүндөгү бийиктик, сентябрь үчүн - 4500-5000 суу үстүндөгү бийиктик, май үчүн - 500-1000 суу үстүндөгү бийиктик (Үч-Терек айылы боюнча) болгон. Эсептелген теңдемелер Нарын дарыясынын Нарын ш. жана Үч-Терек тилкелеринде июнь айынан сентябрга чейинки айлардагы агымын болжолдоо үчүн жогорку натыйжалуулукту көрсөттү.

Жүргүзүлгөн изилдөөлөр Нарын дарыясынын агымына климаттык өзгөрүүлөрдүн таасиринин даражасы жана узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолдоо үчүн метеорологиялык параметрлер боюнча жер үстүндөгү жана спутниктик маалыматтарды пайдалануунун натыйжалуулугу жөнүндө тыянак чыгарууга мүмкүндүк берет.

Корутунду

1. Вегетация мезгилиндеги суунун жылдык орточо агымынын метеорологиялык көрсөткүчтөр менен корреляция түзүлгөн матрицасы суук мезгилдеги жаан-чачындын, жазгы жана күзгү мезгилдердеги абанын температурасынын жана абанын температурасы 0° С оң көрсөткүчкө өткөн күнүнүн суунун агымына таасирин көрсөтөт.

2. 1945-жылдан 2015-жылга чейинки узак мезгил арасындагы Нарын дарыясынын агымына климаттык өзгөрүүлөрдүн тийгизген таасирине талдоо жүргүзүлдү. Нарын дарыясынын агымынын 113-121%га көбөйүшү жана жылдын ичинде суунун режиминин өзгөрүшү климаттык көрсөткүчтөрдүн өзгөрүшүнө байланыштуу экени далилденген. Ошентип, 1973-жылдан 2015-жылга чейинки мезгилде 1945-1972-жж. мезгилге салыштырганда жазгы жана күзгү мезгилдердеги абанын температурасы 0,8-1,5°Сге, ал эми суук мезгилдеги жаан-чачындын жалпы көлөмү – 5-12 % га жогорулаган. Абанын температурасынын 0°Сдон оң температурага өтүү даталары 10 күн мурун, ал эми терс болгонуна 15 күн кеч белгиленип, абанын оң температураларынын суммасы да 2500дөн 3000°Сге чейин жогорулаган. Учурдагы тенденцияны эске алганда, Нарын дарыясында суу ташкыны 10-15 күн эрте өтүп, дарыянын азыктандыруусунда мезгилдүү кардын запастары көбүрөөк роль ойнойт деп күтүүгө болот.

3. Бул факты агын суу компоненттерин гидрографты бөлүү ыкмасы менен жүргүзүлгөн изилдөө менен да тастыкталат. Ошентип, 1992-жылдан 2016-жылга

чейинки мезгилде эриген мөңгүлөрдүн агымынын үлүшү 7-8%га азайган, ал эми эриген кардын агымы жылдык агымда 5-12%ке өскөн. Эриген кардын агымынын көлөмү 1,6-2,3 эсеге өстү, бул суук мезгилдеги жаан-чачындын көбөйүшүнүн жалпы тенденциясы менен да, суук мезгилдеги кардын запастарынын топтоо шарттары менен да, атап айтканда 2016-жылы 1992-жылга салыштырмалуу. Эриген мөңгүнүн суусунун көлөмү ошол эле мезгилде Нарын дарыясынын жогорку агымында 20%ке көбөйдү, ал эми Нарын дарыясынын төмөнкү агымында 8%га азайды. Дарыянын тартылган мезгилиндеги суу агымынын 30-40%га көбөйүшү, мезгилдүү кар жана мөңгүлөрдүн эриген суунун агымынын көбөйүшүнө жана жылуу мезгилдин узактыгынын көбөйүшүнө дагы байланыштуу.

4. Биринчи жолу Кыргызгидрометтин метеорологиялык станцияларынын маалыматтарын колдонуп, Нарын бассейнинин дарыяларынын агымын жана Токтогул суу сактагычына келген суунун агымын болжолдоо үчүн кар катмарынын узактыгы жана максималдуу калыңдыгы менен корреляциялык талдоо жүргүзүлдү. Тянь-Шандын аныкталган репрезентативдик метеостанциясынын маалыматтары боюнча суук мезгилдеги кар каптаган күндөрдүн санына Нарын бассейниндеги дарыя агымынын сызыктуу теңдемелеринин байланышы ишенимдүү узак мөөнөттүү гидрологиялык болжолду түзүүгө мүмкүндүк берет.

5. Нарын бассейнинин дарыяларына суунун келиши жана Токтогул суу сактагычына суунун агып кирүүсүн прогноздоонун иштелип чыккан методикасы вегетация мезгилине жана май-сентябрь айлары үчүн MODIS сүрөттөрүндөгү кар катмарынын сапаттык критерийлерине жакшы ылайыкташып, канааттандырарлыгын көргөзгөн. Суу көп жана аз болгон жылдар үчүн, ошондой эле 2017-2019-жж. үчүн болжолдоолорду эсептөөнүн жыйынтыгы жогорку - 100% тактыкты көрсөттү. MODIS сүрөттөрүнүн кар катмарынын аянты жана каптоо узактыгы жөнүндө маалыматтардын негизинде вегетация мезгилине тиешелүү методикасынын жакшы сапаты аныкталды: аянтты эсепке алуу менен май-июль жана июнь-сентябрь айлары үчүн кар каптоо узактыгын эсепке алуу 2018-жылга болжолдорунун 75% актады. Метод СРИБдин негизинде суу ресурстарын рационалдуу пайдалануу үчүн эффективдүү болот.

6. 1990-ж. бери Ат-Башы, Алабуга жана Торкентте агымга мониторинг жүргүзүлбөй, Нарын дарыясынын куймаларынын суунун аянтын болжолдоо үчүн MODISтин кар катмарынын маалыматтарын колдонуу ыкмасы күтүлүп жаткан коркунучтуу гидрологиялык кубулуштарга баа берүү үчүн жакшы натыйжаларды көрсөттү (суу ташкындары же гидрологиялык кургакчылык). Суу ташкындары же гидрологиялык кургакчылык сыяктуу гидрологиялык коркунучтарды алдын алуу экологиялык тобокелдиктерди азайтуу жана алардын кесепеттерин алдын алуу же алардын таасирин азайтуу боюнча чараларды көрүү үчүн маанилүү.

7. Вегетация мезгилине сапаттуу жана ишенимдүү гидрологиялык болжолду даярдоо үчүн Нарын дарыясынын агымын болжолдоодо R-program операциялык системасын колдонуу өзүнүн натыйжалуулугун көрсөттү. Түзүлгөн методологиянын са-

паты критерийлерге жакшы жооп берет. Суунун экстремалдуу болушу боюнча, ошондой эле тестирлөөчү жылдарда (2017-2019) болжолдоолордун тактыгы 100% түздү.

8. Ноябрь айында R- program инструментинде түзүлгөн кыш-жаз мезгилине гидрологиялык кургакчылыктын болжолу вегетация мезгилинде суунун экстремалдуу болушун узак мөөнөттүү болжолдоого мүмкүндүк берет.

Диссертациялык изилдөө боюнча жарык көргөн илимий макалалардын тизмеси:

1. Калашникова, О.Ю. К вопросу о гидрологических прогнозах горных рек на весенне-летний период [Текст] / О.Ю Калашникова // Метеорология и гидрология в Кыргызстане: сб.науч.тр.–Бишкек: КРСУ.– 2003.–с.14-22.
2. Карамолдоев, Ж.Ж. Прогноз притока воды в Токтогульское водохранили-ще на вегетационный период [Текст] / Ж.Ж. Карамолдоев, О.Ю. Калашнико-ва.– Бишкек:Изд-во БГУ,– 2012.–№3(23).– С.25-31.
3. Калашникова, О.Ю. Изменение многолетних климатических характеристик и стока в верховьях реки Нарын в вегетационный период [Текст]/О.Ю.Калашникова//Материалы международной конференции «Дистанционные и наземные исследования Земли в Центральной Азии». – Бишкек: КРСУ. –2014. С.312-322.
4. Калашникова, О. Ю. К разработке методов долгосрочного прогноза сток горных рек и притока воды в водохранилище на примере реки Нарын [Текст] / О.Ю. Калашникова //Наука и новые технологии и инновации Кыргызстана. -Бишкек.– 2015.-№5.С.100-103.
5. Молдобеков, Б.Д. Исследование тенденции изменения климата в Кыргызстане [Текст]/[Б.Д.Молдобеков, А.Н.Мандычев, О.Ю.Калашникова и др.]//Вестник МУК. –2016.–№1 (29). –С.38–46.
6. Gafurov, A. MODSNOW-Tool: an operational tool for daily snow cover monitoring using MODIS data [Text] / [A.Gafurov, S.Lüdtke, K.Unger-Shayesteh at other] // Environmental Earth Science. – 2016. – № 14. 75:1078. Doi: 10.1007/s12665-016-5869-x
7. Kalashnikova, O. Water availability forecasting in Naryn basin using MODISsnow cover data [Text] / O.Kalashnikova, A.Gafurov// Vestnik KSUSTA. - Bishkek.– 2016.-№3(53). – С.134-140.
8. Калашникова, О.Ю. Влияние климатических изменений на динамику стока реки Нарын [Текст] / О.Ю. Калашникова // Результаты современных научных исследований и разработок: сборник статей Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС Наука и Просвещение. – 2017. – М-133.– С.192-198.
9. Bobushev, T. Climate change and adaptive management: the dinamics of naturaland socio-economic risks and sustainable development of rural communities in the Kyrgyz republic [Text] /T.Bobushev,J.Q., O.Kalashnikova//Reforma.–2017. -Vol.3,Issue75.–P.6-14.http://dergipark.org.tr/en/pub/reforma/issue/40380/483016
10. Калашникова,О.Ю. Использование наземных и спутниковых данных о снежном покрове для прогноза стока реки Нарын [Текст] / О.Ю. Калашнико-ва, А.А. Гафуров // Лед и Снег М.: Наука. Т. 57, №4. – 2017. – С. 507-5017.http://dx.doi.org/10.15356/2076-6734-2017-4-507-517
11. Гафуров,А. Оценка водных ресурсов в Центральной Азии методами дистанционного зондирования [Текст] /А.Гафуров, А.Нурбацина, О.Калашникова//Монография Новые методы и результаты исследований

ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. М. - 2018. - Т. 2. DOI:10.25680/9340.2018.70.35.184
12. Коновалов, В.Г. Вопросы моделирования и прогноза стока рек снегово-ледникового типа питания в современных условиях [Текст] / [В.Г. Коновалов, В.А.Рудаков, О.Ю. Калашникова и др.] // Журнал Вопросы географии. М.:Кодекс.-2018.-№145.– С.123-143.
13. Apel, H. Statistical forecast of seasonal discharge in Central Asia using observational records: development of a generic linear modelling tool for operational water-resourcemanagement[Text]/[H.Apel,.,Z.Abdykerimova,, M.Agalhanovaet al] //HydrologyEarthSystemScienses.–2018.–22,2225-2254.https://doi.org/10.5194/hess-22-2225-2018.
14. Калашникова, О.Ю. Предупреждение экологических рисков, связанных с подтоплениями и наводнениями в бассейнах рек Ат-Баши и Алабуга [Текст] /О.Ю.Калашникова//Наука и новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2018.–№11.– С.51-55.
15. Ниязов, Дж.Б. Использование снимков MODIS в оценке экологических рисков, связанных с опасными гидрологическими явлениями [Текст]/ Дж.Б.Ниязов, О.Ю.Калашникова//Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана.– 2018.– №11.– С.56-60.
16. Ниязов, Дж. Б. Влияние климатических изменений на сток реки Гунт (приток реки Пяндж, бассейн реки Амударья, Таджикистан) за период 1940-2016гг. [Текст] /Дж. Б. Ниязов, О.Ю. Калашникова, С.О. Мирзохонова //Известия АН Республики Таджикистан.– № 3,2019г.
17. Ниязов, Дж. Б. Влияние метеопараметров на сток и прогноз половодья на реке Гунт (приток реки Пяндж, бассейн реки Амударья, Таджикистан) [Текст] / [Текст] /[Дж. Б. Ниязов, О.Ю. Калашникова, С.О. Мирзохонова идр.] // Материалы Международной научной конференции, посвященной 15-летию со дня образования ЦАИИЗ. Дистанционные и наземные исследования в ЦентральнойАзии.–Бишкек.–2019.–С.178-186.
18. Ниязов, Дж. Б. Динамика стока и прогноз половодья на реке Варзоб поданным наземных наблюдений [Текст] / Дж. Б. Ниязов, О.Ю. Калашникова //Гидрометеорология и экология.–№1.– Алматы.–2020.–С.163-175.
19. Ниязов, Дж. Б. Оценка водных ресурсов Памиро-Алая методами дистанционного зондирования (на примере рек Кафирниган и Гунт) [Текст] / Дж.Б.Ниязов, О.Ю. Калашникова, А.А. Гафуров // Вестник КРСУ. – Бишкек. –2020.– Т.20.№4. С152-157.
20. Калашникова О.Ю. Оценка динамики компонентов стока рек ледниковог опитания в горах Тянь-Шаня в условиях изменения глобального климата (напримере реки Нарын) [Текст]/О.Ю.Калашникова, С.К.Аламанов, Р.А.Усубалиев // Наука и новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек.– 2020.– №3.– С.8-13.
21. Калашникова, О.Ю. Изменение объёмов составляющих стока на реке Нарын за многолетний период 1964-2017гг. [Текст]/О.Ю.Калашникова, Р.А.Усубалиев, С.К. Аламанов // Известия ВУЗ-ов Кыргызстана. – Бишкек. –

2020.– №2.–С. 8-13.
22. Калашникова,О.Ю. Прогноз водности реки Нарын на месяцы вегетационного периода на основе снимков MODIS [Текст]/О.Ю.Калашникова, А.А. Гафуров, Э.А.Оморова// Наука и новые технологии и инновации Кыргызстана.-2020.– №3. – С.14-18.
23. Калашникова, О.Ю. Методика долгосрочного прогноза притока воды в Токтогульское водохранилище на основе статистического моделирования в R-program [Текст]/О.Ю.Калашникова//Электронный журнал ВАК.–2021. – №3.

Калашникова Ольга Юрьевнанын 25.00.27 - жер гидрологиясы, суу ресурстары жана гидрохимия адистиги боюнча «Нарын бассейниндеги дарыялардын агын сууларынын пайда болушуна климаттык факторлордун таасирин изилдөө жана алардын узак мөөнөттүү божомолу» темасындагы диссертациясынын кыскача РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: дарыя сууларынын прогнозу, MODIS спутниктик сүрөттөрү, гидрометеорологиялык маалымат, кар катмары, статистикалык моделдөө, Нарын дарыясы, Токтогул суу сактагычы, Кыргызстан.

Изилдөө объектиси: Нарын бассейни.

Изилдөө предмети: Нарын бассейнинин сууларынын климаттын таасиринен өзгөрүүлөрү.

Изилдөөнүн максаты: Климаттын өзгөрүшүнүн Нарын дарыясынын агымына тийгизген таасирин изилдөө жана узак мөөнөттүү гидрологиялык прогноздоонун на- тыйжалуу ыкмаларын иштеп чыгуу, анын ичинде спутниктен зонддоо маалыматтарына таянуу.

Изилдөө методдору жана жабдуулары: дарыянын агымына климаттык параметрлердин таасирин корреляциялык талдоо, гидрографты азыктануу булактарынын түрлөрү боюнча бөлүү, узак мөөнөттүү гидрологиялык прогноздоонун физикалык жана статистикалык методдорун, спутниктен жана жер үстүнөн алынуучу маалыматтарды колдонуп моделдөө. Талапкер диссертациялык ишинде мурунку изилдөөчүлөрдүн тажрыйбасын колдонуп, спутниктик сүрөттөрдүн негизинде Нарын бассейнинин дарыяларынын агымын узак мөөнөттүү гидрологиялык прогноздоо ыкмаларын иштеп чыккан.

Алынган натыйжалар жана жаңылык: Илимий негизде пайдаланууну пландаштыруу үчүн 1940-2015-жж. аралыгындагы байкоо жүргүзүү мезгилинде Нарын дарыясынын агымындагы термелүүлөрдүн мейкиндик-убакыт боюнча өзгөчөлүктөрүнө климаттык өзгөрүүлөрдүн таасирин баалоо жүргүзүлдү. Нарын бассейнинин дарыялары үчүн биринчи жолу MODIS сүрөттөрүнүн маалыматтарынын, кар катмарларынын калыңдыгы жана жер бетин каптап жатуу узактыгы боюнча жер үстүндөгү байкоо маалыматтарынын, ошондой эле R-программасында статистикалык моделдөө колдонуунун негизинде узак мөөнөттүү гидрологиялык прогноздоо ыкмалары иштелип чыкты. Мындай ыкмалар Кыргызстанда инновациялык мүнөзгө ээ.

Колдонуу даражасы же пайдалануу боюнча сунуш: Нарын бассейниндеги дарыя сууларынын көлөмүн прогноздоо методикасы 2015-ж. Кыргызгидромет система- сына киргизилген жана кийинки 2016-2019 жж. текшерүү жылдарында сыноодон ийгиликтүү өткөн. Методологиянын сапаты жана прогноздордун ишенимдүүлүгү суунун абалын оперативдүү режимде прогноздоого мүмкүндүк берет. Берилген прогноздор мамлекеттик органдарга, кызыкдар болгон суу-чарба уюмдарына, энергетикалык компанияларга жана Өзгөчө кырдаалдар министрлигине жөнөтүлөт. Бул суу ресурстарын илимий негизде жана өз убагында интеграциялык башкаруу маселелерин чечүүгө жана суунун күтүлгөн экстремалдуу абалына карата алдын-алуу чараларын көрүүгө мүмкүндүк берет (келе жаткан вегетация мезгилинде жана айларында суунун деңгээлинин жогорулашы же азайышына карата). Узак мөөнөттүү гидрологиялык прогноздоо ыкмалары Сыр-Дарыя жана Аму-Дарыя бассейндери үчүн сыналган. Иштин жыйынтыгын Борбордук Азиянын гидрометеорологиялык кызматынын ыкчам гидрологиялык прогнозунда колдонууга болот. Методиканы колдонуу курсу жогорку окуу жайларынын магистратура жана докторантура программасына киргизилген.

Колдонуу чөйрөсү: узак мөөнөттүү гидрологиялык прогноздоо, кооптуу гидрологиялык кубулуштардын алдын алуу, суу ресурстарын башкаруу.

РЕЗЮМЕ

диссертации Калашниковой Ольги Юрьевны на тему: «Исследование влияния климатических факторов на формирование стока рек Нарынского бассейна и их долгосрочный прогноз» по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия

Ключевые слова: прогноз водности рек, спутниковые снимки MODIS, гидрометеорологическая информация, снежный покров, статистическое моделирование, река Нарын, Токтогульское водохранилище, Кыргызстан.

Объект исследования: Нарынский бассейн.

Предмет исследования: климатические изменения вод Нарынского бассейна.

Цель исследования: изучение влияния климатических изменений на сток реки Нарын и разработка эффективных методов долгосрочного гидрологического про- гнозирования, в том числе на основе данных спутникового зондирования.

Методы исследования и аппаратура: корреляционный анализ влияния климатических параметров на сток рек, расчленение гидрографа по типам питания, физико-статистические методы долгосрочного гидрологического прогнозирования и моделирования с использованием спутниковых и наземных данных. В диссертационной работе соискатель использовал опыт предыдущих исследователей для разработки методов долгосрочного гидрологического прогнозирования рек Нарынского бассейна на основе спутниковых снимков.

Полученные результаты и их новизна. Проведена оценка степени воздействия климатических изменений на пространственно-временные особенности колебания стока реки Нарын за период наблюдений с 1940 по 2015 годы для научно обоснованного планирования их использования. Впервые для рек Нарынского бассейна разработаны методы долгосрочного гидрологического прогнозирования на основе данных снимков MODIS, данных наземных наблюдений о высоте и продолжительности залегания снежного покрова, а также использования статистического моделирования в R-program. Подобные методы являются инновационными в Кыргызстане.

Степень использования или рекомендации по использованию. Методика прогнозов водности рек Нарынского бассейна внедрена в систему Кыргызгидромета в 2015 году и прошла успешное тестирование на последующих проверочных 2016-2019 годах. Качество методики и достоверность прогнозов позволяют составлять прогнозы водности в оперативном режиме. Составленные прогнозы направляются в правительственные структуры, заинтересованным водохозяйственным организациям, энергетическим компаниям и МЧС, что позволяет им научно обоснованно и своевременно решать задачи интегрированного управления водными ресурсами и принимать превентивные мероприятия по предупреждению экстремальной водности (многоводья или маловодья предстоящего вегетационного периода и его месяцы). Методы долгосрочного гидрологического прогнозирования апробированы для бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи. Результаты работы могут использоваться в оперативном гидрологическом прогнозировании гидрометслужб Центральной Азии. Курс по применению методики был внедрен в преподавательскую программу «Высшей школы магистратуры и Докторантуры».

Область применения: долгосрочное гидрологическое прогнозирование, предупреждение опасных гидрологических явлений, управление водными ресурсами.

SUMMARY

of the dissertation of Olga Yurevna Kalashnikova on the theme: "Research of the in- fluence of climatic factors on the formation of river runoff in the Naryn basin and their long-term forecast" on the specialty 25.00.27 - land hydrology, water resources and hydrochemistry.

Key words: forecast of water availability in the rivers, MODIS satellite images, hy- drometeorological data, snow cover, statistical modeling, Naryn river, Toktogul reservoir, Kyrgyzstan.

The research object: Naryn basin.

The research subject: climatic changes in the waters of the Naryn basin.

The aim of the research: to study the impact of climate change on the runoff of the Naryn River and develop effective methods for long-term hydrological forecasting, includ- ing those based on satellite sensing data.

Research methods and equipment: correlation analysis of the influence of climatic parameters on river runoff, dismemberment of the hydrograph by types of feeding, physical and statistical methods of long-term hydrological forecasting and modeling using satellite and ground-based data. In her dissertation work, the applicant used the experience of previous researchers to develop methods for long-term hydrological forecasting of the rivers of the Naryn basin based on satellite images.

The obtained results and their novelty. The assessment of the impact of climatic changes on the spatio-temporal features of fluctuations in the Naryn river runoff over the observation period from 1940 to 2015 was carried out for scientifically based planning of their use. For the first time for the rivers of the Naryn basin, methods of long-term hydro- logical forecasting have been developed based on the data from MODIS images, ground- based observation data on the height and duration of snow cover, as well as the use of statistical modeling in the R-program. Such methods are innovative in Kyrgyzstan.

Degree of use or recommendations for use. The methodology for forecasting the water availability of the rivers of the Naryn basin was introduced into the Kyrgyzhydromet system in 2015 and was successfully tested in the subsequent verification years 2016-2019. The quality of the methodology and the reliability of the forecasts make it possible to fore- cast water availability on an on-going basis. The forecasts are sent to government agencies, interested water management organizations, energy companies and the Ministry of Emer- gency Situations, which enables them to solve the problems of integrated water resources management and take preventive measures to prevent extreme water availability (high water or low water in the coming vegetation period and its months) scientifically and timely. Long-term hydrological forecasting methods have been tested for the Syr Darya and Amu Darya river basins. The results of the work can be used in the operational hydrological fore- casting of the hydrometeorological services of Central Asia.

Field of application: long-term hydrological forecasting, prevention of hazardous hydrological phenomena, water resources management.