DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 7, 2021

Дүйшөнакунов М.Т., Теңирбердиев Н.К., Мамырбаева Н.

ЖОГОРКУ НАРЫН ӨРӨӨНҮНДӨ КӨП ЖЫЛДЫК ТОҢДУН ТАРАЛЫШЫ

Дуйшонакунов М.Т., Теңирбердиев Н.К., Мамырбаева Н.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЧНЫХ МЕРЗЛОТ В ВЕРХОВЬЕ РЕКИ НАРЫН

M.T. Duishonakunov, N.K. Tenirberdiev, N. Mamyrbaeva

DISTRIBUTION OF PERMAFROST IN THE UPPER NARYN CATCHMENT

УДК: 551.435.53/.55

Макалада Нарын дарыясынын жогорку бөлүгүндөгү тоңдун таралышы берилди. Чоң жана Кичи Нарын дарыяларынын алаптарындагы тоңдун таралышы, алардын активдүү катмарлары жана калыңдыктары аныкталды. Ошондой эле, жер бетинин жана кыртышынын температурасынын жылдык режими аныкталды. Кыртыштын температурасын өлчөөчү атайын термометрлер тоонун ар кандай бийиктиктеринде жана капталдарында орнотулду. Алардын жардамы менен кыртыштын температурасына саат сайын байкоолор жүргүзүлүп келди. Натыйжада жер кыртышынын ар кандай тереңдигиндеги температураны көрсөткөн графиктер, таблицалар түзүлдү. Ошондой эле, эң негизги жыйынтык катары Чоң Нарын жана Кичи Нарын дарыяларынын алаптарынын тоңдорунун карта-схемасы түзүлдү. Алынган статистикалык маалымат (жер кыртышынын температурасы) аймакта тоңдун активдүү катмары 3 метрге чейин жетээрин да көрсөттү.

Негизги сөздөр: *көп жылдык тоң, активдүү катмар, кыртыш температурасы, Чоң Нарын, Кичи Нарын.*

В статье описывается распространение вечных мерзлот в верховьях реки Нарын. Определено распределение вечных мерзлот в бассейнах рек Большой и Малый Нарын, их активные слои и мощность. Также был определен годовой температурный режим земной поверхности и груна. На разных высотах и склонах горы были установлены специальные термометры. С их помощью ежечасно измеряли температуру грунта. В результате были созданы графики и таблицы, показывающие температуру на разных глубинах грунта. Также главным результатом стала карта-схема вечных мерзлот бассейнов рек Чон Нарын и Кичи Нарын. Полученная статистика (температура грунта) также показала, что активный слой мерзлоты в регионе достигает до 3 метров.

Ключевые слова: *вечная мерзлота, активный слой, температура грунта, Большой Нарын, Малый Нарын.*

The article describes the distribution of permafrost in the upper Naryn catchment. The distribution of permafrost in the basins of the Bolshoi and Malyi Naryn rivers, their active layers and thickness have been determined. The annual temperature regime of the earth's surface and ground was also determined. Special thermometers were installed at different heights and slopes of the mountains. With their help, the temperature of the ground was measured hourly. As a result, graphs and tables were created showing the temperature at different depths of the ground. Also, the main result was a schematic map of the permafrost of the basins of the Chon Naryn and Kichi Naryn rivers. The statistics obtained (ground temperature) also showed that the active layer in the region reaches up to 3 meters.

Key words: *permafrost, active layer, soil temperature, Big Naryn, Small Naryn.*

Көп жылдык тоң − жердин ички энергиясынын жана климаттын продуктусу болуп саналат. Тоңдун калыптанышында абанын орточо жылдык жана жылдын суук мезгилиндеги температурасы, ошондой эле кышкы кар менен капталып жатышы маанилүү. Түбөлүк тоң жер шарынын климатынын өзгөрүшүнүн бирден бир криосфералык индикатору болуп саналат [1].

Акыркы жылдар ичиндеги климаттын өзгөрүшүнө байланыштуу көп жылдап жаткан тоң кыртышынын да температурасы акырындык менен жогорулап бара жатат [2]. Ошондуктан бийик тоолуу аймактардагы түбөлүк тоң таралган аймактарды изилдөө, тоңдун эрүүсүнүн агын суунун балансына тийгизген таасири жана тоңго байланышкан табигый кырсыктарды изилдөөдө окумуштуулар арасында чоң кызыгуу жаратып келе жатат.

Биз Чоң жана Кичи Нарын дарыясынын алаптарында 2010-жылдын август айынан баштап тоңдорго байкоо жүргүзүп келе жатабыз. Бул тоолуу аймактын тоо капталдарынын ар кандай бийиктиктерине жана экспозицияларына 18 термометр орнотулду. Алардын жардамы менен жер кыртышынын жана жер бетинин температурасына байкоо салынат. Мындай изилдөөлөрүбүздүн негизги максаты Нарын дарыясынын жогорку бөлүгүндөгү көп жылдык тоң жана анын активдүү катмарынын таралышын анализдөө болуп саналат. Натыйжада Нарын дарыясынын жогорку алаптарында таралган көп жылдык тоңдун, активдүү катмарынын таралышы жана алардын калыңдыгы аныкталды.

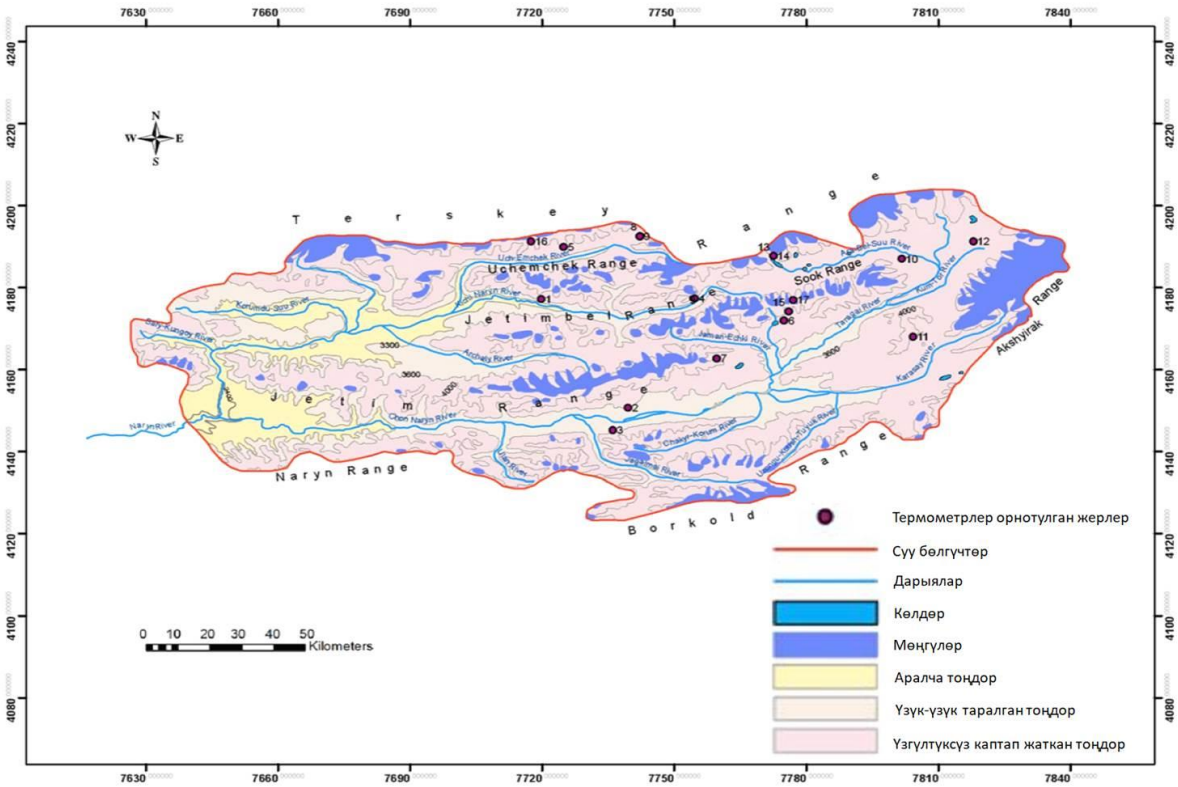
Изилдөө аймагыбыз болуп Нарындын жогорку агымындагы Чоң жана Кичи Нарын дарыяларынын алаптары саналат. Изилдөө аймагыбыздагы көп жылдык тоң зонасы дүйнөдөгү Азиянын ири тоолуу тоң аймагына таандык.

Жер кыртышынын жана жер бетинин температурасын изилдөө аймагыбыздын тандалган 18 жеринде, 3007 мден 4043 м бийиктикке чейин жүргүзүлдү. Мындай температуралык ченөөлөр жер кыртышынын атайын термометринин (M-Log5W) жардамы менен ишке ашырылды. Бул термометрдин маалымат сактай турган көлөмү абдан жогору (2048 kB), суу өткөрбөйт жана энергиясы көп жылдап иштөөгө жөндөмдүү (1-сүрөт).

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

1-сүрөт. M-Log5W тибиндеги термометрлери
(жер бетинин жана кыртышынын температурасын өлчөө үчүн).

Бийик тоолуу аймактардагы көп жылдык тоңдун чектерин аныктоо татаал маселе. Себеби, табигый шарттар бийик тоолуу аймактарда абдан өзгөрмөлүү келет: экспозициясы жана капталдардын тиктиги, топурак жана өсүмдүк катмары, кыртыштын нымдуулугу бардык жерде бирдей эмес. Нарындын алабынын жогорку бөлүгүндө көп жылдык тоң деңиз деңгээлинен 3300 м бийиктиктен жогору калыптанган (2-сүрөт).



2-сүрөт. Чоң Нарын жана Кичи Нарын дарыяларынын алаптарындагы тоңдун таралыш карта-схемасы.
Автору: М.Дүйшөнакунов.

Бийик тоолуу аймактарга абанын температурасынын кышкы инверсиясы жана кар катмарынын калыңдыгынын өтө өзгөрүп турушу мүнөздүү. Мындай факторлор да көп жылдык тоңдун калыптанышына өз таасирин тийгизет. Аралча, үзгүлтүктүү жана үзгүлтүксүз тоң зоналарынын деңиз деңгээлинен бийиктик чегараларын биз түзгөн жогорку картадан көрүүгө болот.

Нарын дарыясынын жогорку алабында аралча түрүндө таралган тоң зонасынын төмөнкү чеги 2700 мдин тегерегинде жатат. Орнотулган термометрлер Ак-Шыйрак, Үч-Эмчек жана Сөөк тоо кыркаларынын

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

түндүк капталдарында 3335-3755 мдин аралыгында, Тескей, Сөөк, Үч-Эмчек, Жетим тоо кыркаларынын түштүк капталдарында 3008-3876 *м*дин аралыгында, Ак-Шыйрак жана Сөөк тоолорунун батыш капталдарында 3650-4043 мдин аралыгында, Тескей жана Сөөк тоо кыркаларынын чыгыш капталдарында 3781-3865 мдин аралыгында орнотулган. Алардын жардамы менен тоң кыртышынын температуралык маалыматтары алынган. Бийиктиктин өсүшү менен аралча тоң аянттары көбөйө баштайт. Алардын аянты акырындык менен көбөйүп олтуруп 3300 м бийиктиктен жогору үзгүлтүктүү тоң зонасына өтөт. Бул бийиктиктерде тоңдун аянты тоң таралбаган аянттан көбүрөөк келет. Андан жогору, 3400 мдин тегерегинде көп жылдык тоң дээрлик бардык жерде таралат. Чоң жана Кичи Нарын алаптарында үзгүлтүктүү тоң зонасынын төмөнкү чеги 3300 м бийиктиктен өтөөрүн аныктадык.

Рельефтин ар түрдүү криогендик формаларынын жана ага байланышкан кубулуштарынын таралышы көп жылдык тоңдун болушуна байланыштуу. Мисалы, көөп чыккан дөңчөлөр, солифлюкциялык түзүлүштөр, термокарсттуу жерлери ж.б.). Мындай формаларды 3300 м бийиктиктин тегерегинде да кездештирүүгө болот.

Чоң жана Кичи Нарын өрөөндөрүндө 3300 мден жогору тоң аймактары кеңири таралган.

Ал эми, 3600 мден жогору көп жылдык тоңдун үзгүлтүксүз зонасы башталат. Өзүнчө жаткан тоң аралчалары жана алардын «тилдери» тоонун түндүктү караган капталдарында 2700 м, айрым учурда андан да төмөнүрөөк түшөт.

Тоо мөңгүлөрү сыяктуу эле көп жылдык тоң катмарында да муз түрүндөгү ири таза суу запасы топтолгон. Өзгөчө таштуу мөңгүлөрдө жана мөңгү мореналарында муздун салыштырмалуу жогорку көлөмү топтолот [3]. Таштуу мөңгүлөр жер бетинин перигляциалдык формасы болуп саналат, аларда муздун көлөмү 70-80%ке чейин жетет.

Аймактагы көпчүлүк ативдүү жана кыймылсыз жаткан таштуу мөңгүлөр Жетимбел жана Борколдой тоо кыркаларынын батыш капталдарында, Акшыйрак тоо массивинин түштүк-батыш капталдарында орун алган.

2001-2011-жылдар ичинде Ак-Шыйрак тоо массивинин түндүк-батыш аймагынан алынган биздин маалыматтар боюнча жер кыртышынын орточо жылдык температурасы -0.3°С (5 см тереңдикте) жана -1.4°С (300 см тереңдикте) түздү. Жогорку көрсөткүчтөр абанын орточо жылдык температурасынан (-5.74 °С) жылуураак экендигин ачыктап турат. Акыркы декада ичинде 1 м, 1,5 м жана 3 м тереңдиктеги жер кыртышынын жылдык орточо температурасы 0°Сден жогору болгон эмес. Башка 18 жердеги термометрлерден алынган маалыматтар боюнча 10 см тереңдиктеги кыртыштын жылдык орточо температурасы +4.5°С менен (Үч-Эмчек тоосунун түштүк капталында, 3007 м) -4.4°Сдин (Сөөк тоосунун түндүк капталында, 4043 м) ортосун түздү.

Көп жылдык тоңдун үстүнкү бетинин орточо жылдык температурасы тоңдун негизги термалдык мүнөздөмөсү болуп саналат. Бул көрсөткүчтөр көп жылдык тоңдун таралышын жана алардын калыңдыгын аныктоодо чоң мааниге ээ болуп саналат. Кумтөр суусунун алабында (3659 м) жылдын жылуу мезгилинде эрип, кышкысын тоңуп турган активдүү катмардын калыңдыгы 2,5-3,0 мге чейин жетет. Кумтөрдүн алабынын жер кыртышында жүргүзүлгөн температуралык байкоолор (2001-2011) көп жылыдк тоңдун үстүнкү бетинин (жер бетинен 2,5-3 м тереңдикте) температурасынын - 1.2°Сден -1.8°Сге чейин өзгөрөөрүн көрсөтүп турат. Жер кыртышынын орточо жылдык температурасы адатта ар бир 100 м жогорулаган сайын 0.6°Сдин тегерегинде төмөндөйт. Жер кыртышынын орточо жылдык температурасынын түндүк жана түштүк капталдардагы, бирдей бийиктиктеги айырмачылыгы 1.0°Сден 5.0°Сге чейинки айырмачылыкты көрсөттү. Мындай айырмачылыктар ошол жердин өсүмдүк менен капталуу деңгээлинен жана кышкы кар катмарынын калыңдыгынан көз каранды болот. Кумтөрдүн алабындагы 2001-2011-жылдар аралыгындагы геотермалдык байкоолор акыркы 10 жыл ичинде көп жылдык тоңдун температурасынын көтөрүлүп бара жаткандыгын көрсөтүп турат. Көп жылдык тоңдун температурасынын бул жогорулоосу 5 см тереңдикте -2.24°Сден (2001) -0.48°Сге (2011) чейин, ал эми 300 см тереңдикте -1.95°Сден -1.08°Сге чейин болгон. Марченко да Ички Теңир-Тоодо көп жылдык тоңдун температурасынын жылып бара жаткандыгын белгилеп кеткен. Анын маалыматы боюнча 1986-1993-жж. аралыгында тоңдун температурасы 0.15°Сге жогорулаган. Тянь-Шань тоолорунда геотермалдык градиент тоо кыркаларында ар бир метрге 0.01°С, ал эми өрөөндөрдө ар бир метрге 0.03 °Сге чейин өзгөрөт.

Көп жылдык тоңдун калыңдыгы. Көп жылдык тоңдун калыңдыгын жана алардын бийиктик боюнча өзгөрүшүн окуп-үйрөнүү практикалык жактан абдан зарыл. Тилекке каршы, Ички Теңир-Тоодо тоңдун калыңдыгы боюнча маалыматтар абдан аз. А.П. Горбунов тарабынан алынган маалыматтар боюнча 2800-3000 м бийиктиктердеги тоңдун калыңдыгы бир нече метрди түзүп, 20-25 мден ашпайт.

Айрым учурда көп жылдык тоң кыртышында ондогон метр көлөмдөгү муздарды кезиктирүүгө болот.

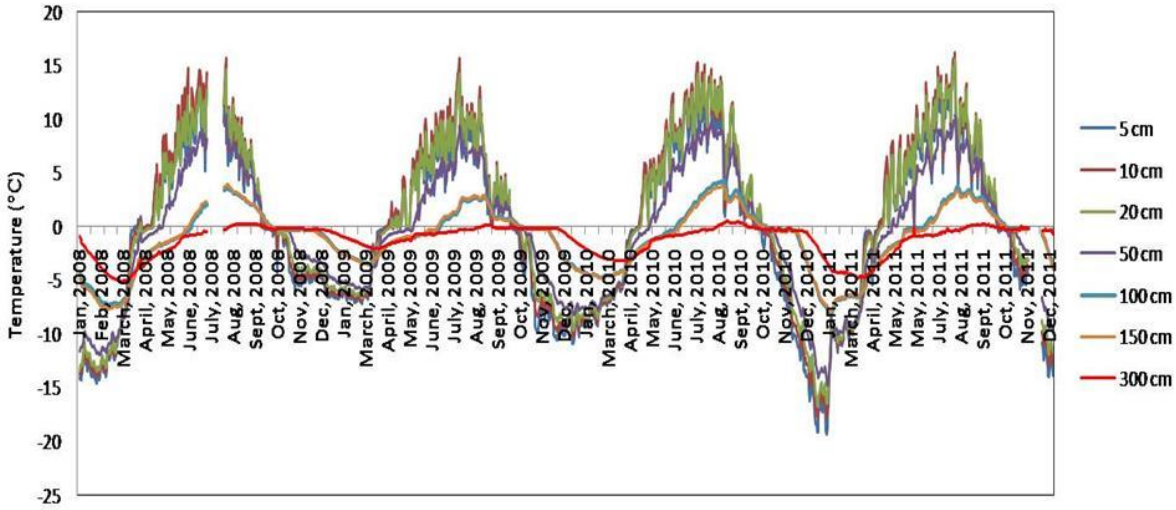
DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

Мисалы, 3755 м бийиктиктеги Ак-Шыйрак аймагында чакан жер көчкүдө ачылып калган муз тулкусун көрдүк (3-сүрөт). Ал муздун ачылып жаткан бөлүгү эле 3,5 метрден ашык жана таза муздан тургандыгын көрдүк.

3-сүрөт. Ак-Шыйрак тоо массивинин этегиндеги (түндүк-батыш) кыртыштагы муз (3753 м). Булагы: М.Дүйшөнакунов.

Ошентип, 3000 м бийиктиктерде тоңдун калыңдыгы 20-25 мге жетсе, аймактын 3100-3200 м бийиктиктеринде 50-60 м, 3300-3400 м бийиктиктеринде 100-110 м, 3500-3600 м бийиктиктеринде 150-160 м, 4000 м бийиктикте 200 мдин тегерегин түздү. Бийиктиктин өсүшү менен көп жылдык тоңдун калыңдыгынын өсүш градиенттик чоңдугу бар. Анын калыңдыгына көптөгөн факторлор өзүнүн таасирин тийгизишет

Активдүү катмардын процесстери. Жылдын жылуу мезгилинде эриген жердин үстүнкү кыртышынын температуралык режими эрүү процессин так чагылдырып турат. Бул багыттагы Тянь-шань метеорологиялык станциясынын (3659 м) 2001-2011-жылдар аралыгындагы жана 18 атайын термометрлерден алынган маалыматтар чоң кызыгуу жаратат. Ал маалыматтар жер бетинен 50 см тереңдиктеги активдүү катмардын эриши май айынын башында, 150 см тереңдикте июнь айынын орто ченинде башталаарын көрсөтүп турат. Максималдык эриши июль айынын экинчи жарымында же августун биринчи жарымында байкалат. 2001-2011-жылдар аралыгында жер кыртышынын максималдык эриген активдүү катмары 300 см тереңдикке чейин жеткен (4-сүрөт).



4-сүрөт. Жер кыртышынын температурасынын бир нече жыл ичиндеги термелүүсү, 5, 10, 20, 50, 150, 300 см тереңдиктерде (2008-2011).

Арабел-Суу суусунун алабында, 2010-жылдын жай мезгилинин аягына жакын активдүү катмарынын үстүнкү жана төмөнкү бетинин эрүү процессинин бир мезгилде токтоп бара жаткандыгын байкадык (3659 м бийиктиктерде). 2010-жылдын октябрь айынын аягында эрүү процесси толугу менен токтогон. 2011-жылдын март, апрель айларында болсо жер бетинин температурасы 0°Сдин тегерегинде калды, ал эми, 24-март − 21-апрель аралыгында эрий баштаганын көрөбүз. Бул убакытта кышкы кар катмары да эрий баштайт.

Жер кыртышынын активдүү катмарынын тереңдиги өскөн сайын анын тоңуу убактысы да өсөт. Тянь-Шань метеостанциясынын аймагында (3659 м), жер бетинен төмөнкү 5 см тереңдикте 0°Сди жыл ичинде 198 күн кесип өтсө, ал эми, 50 см тереңдикте 218 күн, 150 см тереңдикте 273 күн жана 300 см тереңдикте 367 күн кесип өткөн (2001-2011-жылдардын көрсөткүчү боюнча; 1-таблица).

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

1-таблица

Жер бетинен 5, 10, 20, 50, 100, 150 жана 300 см терендиктерде 0°С температураны кесип өткөн күндөрдүн саны. Кумтөр суусунун алабы (3659 м), 2001-2011-жылдар аралыгы.

Терендиги	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
5 см	228	201	-	208	192	202	173	206	206	199	197
10 см	230	203	-	222	171	176	177	207	211	195	198
20 см	233	203	-	205	196	201	178	206	189	193	198
50 см	246	223	-	215	206	219	189	221	235	218	219
100 см	295	275	-	279	272	274	239	269	283	270	277
150 см	301	276	-	270	262	272	227	264	281	276	281
300 см	365	365	-	365	365	365	339	365	365	365	365

Чоң жана Кичи Нарындын алабынын мындан башка жерлеринде активдүү катмардын калыңдыгы жана андагы ар кандай терендиктеги температуранын жылдык өзгөрүшү боюнча маалыматтар 2010-жылдан берки биздин изилдөөлөрдө гана алынган. Көп жылдык тоң таралбаган аймактарда кыртыштын жылдын суук мезгилиндеги тоңуусу жакшы жүрбөйт же жаңы тоң кыртышын пайда кылууга суук температура жетишсиз (биз орноткон №А10202, А10207 жана А10201 термометрлердин маалыматы боюнча). Натыйжада аймактын 2600 мден төмөнкү бийиктиктеринде жана айрым түштүк капталдарда тоң кыртышы калыптанган эмес.

Адабияттар:

1. Горбунов А.П. Вечная мерзлота Тянь-Шаня. - Фрунзе: «Илим», 1967.
2. Marchenko S., Gorbunov A., Romanovsky V., 2007. Permafrost warming in the Tien Shan Mountains, Central Aisa. Global and Planetary Change 56, 311-327.
3. Эрменбаев Б., Маматканов Д., Сатылканов Р., Поповнин В.В. Изменение подходов к расчету баланса масс ледников Внутреннего Тянь-Шаня. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2019. №. 4. С. 116-121.