DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

Акматов Р.Т., Бакиров К.Б.

ИЧКИ ТЯНЬ-ШАНДА АТМОСФЕРАЛЫК ЖААН-ЧАЧЫНДЫН УЗАК МӨӨНӨТТҮҮ ТЕРМЕЛҮҮЛӨРҮНҮН СТРУКТУРАСЫ

Акматов Р.Т., Бакиров К.Б.

СТРУКТУРА МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВНУТРЕННЕГО ТЯНЬ-ШАНЯ

R.T. Akmatov, K.B. Bakirov

THE STRUCTURE OF LONG-TERM FLUCTUATIONS IN ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE INNER TIEN SHAN

УДК: 551.589

Макала Ички Тянь-Шанда атмосфералык жаан-чачындын узак мөөнөттүү термелүүлөрүнүн структурасын анализ кылууга арналып жазылды. Ички Тянь-Шанда атмосфералык жаан-чачындардын жаашы дарыя алабы жайгашкан аймактын рельефинин орографиясына, басымдуулук кылган аба агымдарынын таралышына көз каранды. Ошондуктан Ички Тянь-Шанда атмосфералык жаан-чачындардын режимине анализ жүргүзүү Нарын дарыясынын агымына прогноз жүргүзүү үчүн абдан маанилүү. Изилдөөнүн негизги максаты – атмосфералык жаан-чачындын жылдык суммасындагы термелүүлөрдүн мейкиндикте жана жылдар ичиндеги байланышын талдоо жүргүзүү. Мезгилдик диаграммалардын жардамы менен жаан-чачындын термелүүсүнүн ар кандай циклдарын аныктоо. Жаан-чачындын термелүүсү менен "ак ызы-чуунун" ортосундагы айырмачылыкка баа берүү. Коюлган максат, милдеттерге жетиш үчүн Нарын дарыясынын алабында жайгашкан метеорологиялык станциялардын көп жылдык байкоолорунун маалыматтары жана ушул багытта изилдөө иштерин жүргүзгөн окумуштуулардын тыянактары анализденип, корреляция жана спектралдык анализ методдору колдонулду. Иштин жүрүшүндө, Нарын метеорологиялык станциясында жаан-чачындын термелүүлөрү интегралдык ишенимдүү чектен чыккан жок жана алардын катарларын статистикалык ыкма менен иштеп чыгууда туруктуу кокустук процесстердин теориясын колдонууга мүмкүнчүлүк бар. Ушундай эле тыянакты Токтогул метеорологиялык станциясындагы жаан-чачындын катарларына туура келет деп айтсак болот. Ал эми Тян-Шань менен Суусамыр метеостанциялардын катарларын нормалдаштыруу керек.

Негизги сөздөр: *корреляциялык коэффициент, автокорреляция, мезгилдик диаграмма, термелүүлөрдүн спектри, жаан-чачындын термелүүсү, кокустук чоңдуктар, конвективдик процесстер.*

Статья посвящена анализу структуры многолетних колебаний атмосферных осадков во Внутреннем Тянь-Шане. Во Внутреннем Тянь-Шане количество осадков зависит от орографии рельефа речного бассейна и распределения преобладающих воздушных течений. Поэтому анализ осадков во Внутреннем Тянь-Шане очень важен для прогнозирования стока реки Нарын. Основная цель исследования – проанализировать пространственную и внутри рядную связанность колебаний годовых сумм атмосферных осадков. С помощью периодограмм выявить различные циклы колебаний осадков. Оценить отличия колебаний осадков от "белого шума". Для достижения поставленных целей и задач были проанализированы данные многолетних наблюдений метеорологических станций, расположенных в бассейне реки Нарын, и выводы ученых, проводящих исследования в этой области, использованы спектральный анализ и корреляционные методы. Многолетние колебания осадков на метеостанции Нарын не выходили за пределы интегральной достоверности колебаниям случайных величин. Таким образом при статистической обработке результатов наблюдений за атмосферными осадкми возникает возможность использования теории стационарных случайных процессов при построении временных рядов статистическими методами. Аналогичный вывод можно сделать и по Токтогульской метеостанции, а на станциях где это не наблюдается, например на метеостанциях Тянь-Шань и Суусамыр, необходимо ряды привести к нормальному виду, то есть прозвести нормализацию рядов.

Ключевые слова. *коэффициент корреляции, автокорреляция, периодограмма, спектры колебаний, случайные величины, конвективные процессы.*

The article is devoted to the analysis of the structure of long-term fluctuations in atmospheric precipitation in the Inner Tien Shan. In the Inner Tien Shan, the amount of precipitation depends on the orography of the relief of the river basin and the distribution of the prevailing air currents. Therefore, the analysis of precipitation in the Inner Tien Shan is very important for predicting the flow of the Naryn River. The main purpose of the study is to analyze the spatial and intra-row connectivity of fluctuations in annual amounts of atmospheric precipitation. Using periodograms to identify different cycles of precipitation fluctuations. Assess the difference between precipitation fluctuations and "white noise". To achieve the set goals and objectives, the data of long-term observations of meteorological stations

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

located in the Naryn River basin were analyzed, and the conclusions of scientists conducting research in this area were used spectral analysis and correlation methods. Long-term fluctuations of precipitation at the Naryn meteorological station did not go beyond the integral reliability of fluctuations of random variables. Thus, in the statistical processing of the results of observations of atmospheric precipitation, it becomes possible to use the theory of stationary random processes when constructing time series by statistical methods. A similar conclusion can be drawn from the Toktogul meteorological station, and at stations where this is not observed, for example, at the Tien Shan and Suusamyr meteorological stations, it is necessary to bring the rows to a normal form, that is, to normalize the rows.

Key words. *correlation coefficient, autocorrelation, periodogram, vibration spectra, random variables, convective processes.*

Киришүү. Климатологияда стационардык кокустук процесстердин теориясын колдонуп, жылдар боюнча катарларды анализдөө ыкмалары кеңири колдонулуп жатат [1, 8, 11]. Секундадан миң жылдарга чейинки мезгилдеги термелүүлөрдү изилдөөгө байланыштуу көптөгөн жыйынтыктар алынды.

Бийик тоолуу аймактарда жаан-чачындын узак мезгилге созулган термелүүсүн изилдөө кызыгууну жаратат. Жүрүп жаткан глобалдык климаттын жылуулануусуна байланыштуу, айрыкча суу ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу боюнча иш-чараларды иштеп чыгуу зарылчылыгынан улам, жаан-чачындын жаашын узак мөөнөттүү прогноздоо маселеси актуалдуу болуп калды. Жаан-чачындарды прогноздоо иштери жаан-чачындардын мейкиндик боюнча таралышы жана убакыт ичинде бөлүнүшү менен өзгөрүлмөлүүлүк мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталганда гана натыйжалуу болот.

Бул изилдөөнүн негизги максаты – атмосфералык жаан-чачындын мейкиндиктеги байланышын, анын жылдар боюнча катар аралык байланышына анализ жүргүзүү, ошондой эле термелүү жыштыгын баалоо болуп эсептелет. Мындай анализ жүргүзүү иштери жаан-чачындын термелүүсүнүн мүнөзүн тереңирээк түшүнүүгө мүмкүндүк берет жана башка процесстер менен, мисалы, абанын циркуляциясы менен байланышын билүүгө жол ачат.

Материалдар жана изилдөө методдору. Ички Тянь-Шанда атмосфералык жаан-чачындын узак мөөнөттүү термелүүлөрүнүн структурасын анализ кылуу үчүн Кыргыз Республикасынын гидрометеорология кызматынын архивинин 1883-2019-жылдар аралыгындагы Нарын, Тянь-Шань, Суусамыр, Токтогул метеорологиялык станциялардын маалыматтары пайдаланылды. Эмгектерде баяндалган методологияга ылайык атмосфералык жаан-чачындын термелишинин ички структурасын изилдөө үчүн корреляция жана спектралдык анализ методдору колдонулду [1, 8, 11, 13].

Алынган жыйынтыктар. *Жылдык жаан-чачындын термелүүсүнүн мейкиндиктеги катышы.* Синоптикалык процесстер чоң территорияны камтыгандыгына карабастан [3, 7, 10], алардын Тянь-Шандагы жүрүшүнүн интенсивдүүлүгү бирдей эмес [6]. Буга конвективдик процесстердин интенсивдүүлүгү таасирин тийгизип, алардын өнүгүшү түрмөктөлгөн - жаан-чачындуу булуттарынын пайда болушуна жана тоолордо жаан-чачындын көп жаашына шарт түзөт [9].

Бул процесстер кош корреляция коэффициенттеринде чагылдырылды (1-табл.). Бир эле учурда конвективдик процесстердин өнүгүшүнүн окшош болушунан улам, эки метеорологиялык станцияда жаан-чачын бир эле мезгилде түшүшү мүмкүн. Мисалы, Суусамыр менен Токтогул метеорологиялык станцияларында жаан-чачындын жылдык көлөмүнүн ортосунда канаттандырарлык байланыш бар, тактап айтканда корреляциялык коэффициенти 0,55 түздү (1-табл.). Ал эми метеорологиялык станциялар бири биринен алыстаган сайын корреляция коэффициенти азайып жатканын көрүүгө болот (0,32-0,24). Кээде бир эле өрөөндүн ичинде түрдүү процесстер жүрүп калышы мүмүкүн, башкача айтканда, бир станцияда жаан-чачындын көлөмү көбөйсө, экинчисинде төмөндөшү мүмкүн [2, 4, 5].

1-таблица

Атмосфералык жаан-чачындын жылдык суммаларынын кош корреляция коэффициенттеринин матрицасы

Станция	Токтогул	Суусамыр	Нарын	Тянь-Шань
Токтогул	1,0	0,55	0,41	0,24
Суусамыр		1,0	0,49	0,32
Нарын			1,0	0,43
Тянь-Шань				1,0

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

Конвективдик процесстер тоо кыркаларынын жогорку зонасында кыйла интенсивдүү өнүккөндүктөн, жаан-чачын көбүнчө мөңгүлүү-нивалдык алкакта көп жаашы мүмкүн, ал эми ушул мезгилде өрөөндүн таманында жаан-чачын жаабай калышы мүмкүн экендигин белгилей кетүү керек.

Эгерде Ички Тянь-Шандын өрөөндөрүнүн таманына жылына 200-300 мм жаан-чачын түшсө, ал эми мөңгүлүү-нивалдык алкакта алардын көлөмү 600-800 мм же андан да жогору болушу мүмкүн [9]. Жай мезгилинде конвективдик процесстердин интенсивдүү өнүгүшү максималдуу жаан-чачындын жаз айларынан жай айларына которулушуна алып келет. Ички Тянь-Шандын батышында, тактап айтканда Токтогул метеостанциясында жаан-чачындын максималдуу өлчөмү апрель-май айларында түшсө, Нарын метеостанциясында жаан чачындын максимуму май-июнь айларында байкалат, ал эми Тянь-Шандын чыгышында (Көөлүдө) жаан-чачын июль-август айларында көп жаайт [9].

Мунун бардыгы атмосфералык жаан-чачындын жыл аралык термелүүсүнүн ортосундагы байланыштын мүнөзүнө таасир этет. Демек, метеорологиялык станциялардын көрсөткүчтөрүн анализдеп жатканда, конвективдик процесстердин өнүгүшү үчүн бирдей шартта жайгашкан станциялардан алынган маалыматтарды алуу керек. Мисалы, Тянь-Шань менен мурда иштеген, бирок 1992-жылдан кийин жабылган Ак-Сай станцияларында жаан-чачындын суммасынын ортосундагы корреляция коэффициенти 0,78, ал эми Тянь-Шань менен мурда иштеген, азыр болсо жабылган Көөлү станцияларынын ортосунда 0,72 түзөт. Бул метеостанциялар бири-биринен алыс, ар кандай дарыялардын алабдарында жайгашканы менен конвективдик процесстердин өнүгүшү үчүн бирдей шартта жайгашкан [2, 9].

Атмосфералык жаан-чачындын жылдык суммасынын узак мөөнөттүү термелүүсүнүн мүнөздөмөсү. Ички Тянь-Шандагы метеорологиялык станциялардын жылдык жаан-чачындын жалпы суммасынын хронологиялык жүрүшүн карасак жана аларга талдоо жүргүзсөк, анда алардын маанилери жыл өткөн сайын өзгөрүлүп турганын байкоого болот (1-сүрөт). Жаан-чачындын жылдык суммасы чанда эле өзүнүн нормасына (көп жылдык орточо маанисине) барабар болбосо (2-табл.), көпчүлүк учурда жогору же төмөн болгонун 1-сүрөттөн көрүүгө болот.

2-таблица

Жылдык жаан-чачын (норма) жана алардын экстремалдык мааниси

Станция	Норма	максимум		минимум	
		жаан-чачын	жылдар	жаан-чачын	жылдар
Токтогул	358	713	1969	140	1975
Суусамыр	339	545	1969	111	1995
Нарын	286	517	1970	122	1918
Тянь-Шань	317	512	2000	96,1	1997

Ички Тянь-Шанда жаан-чачындын максимуму жакын турган метеорологиялык станцияларда бир убакытта жааганын байкоого болот, мисалы Токтогул менен Суусамыр метеорологиялык станцияларында 1969-жылы байкалган, ал эми жаан-чачындын минимуму бул регионду ар кайсы жылдарга туш келген. Демек, Ички-Тянь-Шандын ар кайсы жерлеринде кургакчылык бирдей учурларда байкалган эмес.

Жаан-чачындын жылдык суммасынын термелүүсүнө көңүл бурсак, анда 1-сүрөттө көргөзүлгөндөй жашыруун циклдарды байкасак болот, аларды так аныкташ үчүн биз спектралдык талдоону жүргүзүшүбүз керек. Мындай жумушту жүргүзүш үчүн биз Мезозавр 1.0-1.2 компьютердик колдонмо программалардын пакетин [12] кеңири колдондук.

Мезозавр электрондук колдонмо программалардын пакетин иштешинин негизинде биз жаан-чачындын ар башка кубаттуулуктагы жыштык аралыгындагы флуктуациялардын бөлүнүп чыгышын байкасак болот (2-сүрөт):

1. Нарын гидрометеорологиялык станциясында 2-сүрөттө көргөзүлгөндөй циклдар өтө эле көп, алар негизинен кокусунан жаралган “ак ызы-чууга“ окшош (орусча “белый шум“). Буга далил катары жаан-чачындын ички өз ара байланышынын жоктугу мисал боло алат (3-таблица). Ошого карабастан Нарын метеостанциясындагы жаан-чачындын термелүүсүнүн спектрин карасак (3-сүрөт), бир 7 жылдыктын цикли байкалып турат;

2. Тянь-Шань метеорологиялык станциясында 2 цикл байкалып турат, бири 34 жылдык жана экинчиси 7 жылдык мезгилдеги циклдер. Жаан-чачындын ички

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

катарындагы байланыштарга кайрылсак, анда азыраак байланыштар коңшу жылдарда гана байкалат (автокорреляция коэффициенти 0,5 барабар). Термелүү спектри (3-сүрөт) төмөнкү жыштыкта, көп жылдык спектри аныкталган жок, ал эми жогорку жыштыктагы спектри 7 жылга барабар;

3. Суусамыр метерологиялык станциясында 18 жана 22 жылдык термелүүлөр байкалып, андан башка темелүүлөрдүн циклдери бөлүнгөн жок (2-сүрөт). Жаан-чачындын ички катарындагы байланыштарга кайрылсак анда азыраак байланыштар коңшу жылдарда гана байкалат (автокорреляция коэффициенти 0,43 барабар). Термелүү спектри (3-сүрөт) төмөнкү жыштыкта, көп жылдык спектри аныкталган жок, ал эми жогорку жыштыктагы спектри 15 жылга барабар;

4. Токтогул метеорологиялык станциясынын мезгилдик диаграммасында баардык циклдердин арасынан өзгөчө бир эле цикл бөлүнүп турат, ал 6,2 жылга барабар. Термелүү спектри жогорку жыштыкта, кыска мөнөттүү 3,5 жылдык спектр аз болсо да так байкалып турат.

Ошентип, мезгилдик диаграммаларды анализдөө иштери төмөнкү жыштыкта дагы, ошондой эле жогорку жыштыкта да, атмосфералык жаан-чачындын хронологиялык жүрүшүндө табуу кыйын болгон жаан-чачындын термелүүсүнүн айрым циклдерин аныктоого мүмкүндүк берди. Бирок, бул термелүүнүн мезгилдеринин бир бирине дал келбегендиги байкалат. Жаан-чачындын жылдык көлөмүнүн мезгилдик диаграммаларынын өзгөчөлүктөрү ар башка станциялардын байкоолору ар кандай жыштык интервалдарына дал келгендиктен туруктуу эмес. Атмосфералык жаан-чачындын аныкталган циклдери мейкиндикте туш келди жана туруксуз жана аларды келечекте экстраполяциялоо мүмкүн эместей көрүнөт.

Жаан-чачындын термелүүсүнүн кокустугу жөнүндөгү тыянакты автокорреляциялык коэффициенттерди эске алгандан кийин алууга болот (3-табл.). Көпчүлүк станциялар үчүн жаан-чачындын жылдык суммасынын автокорреляциялык коэффициенттеринин мааниси нөлдөн жогору, эң аз (ишеним аралыгы <0,2), бул катарлардын бири-бирине байланышы жок деп эсептейбиз жана кокустук чоңдуктардан турат деген тыянак чыгарсак болот.

Жылдык жаан-чачындын жылдар боюнча катар ичиндеги жана коңшу гана жылдардын статистикалык байланышы Тянь-Шань (0.52) менен Суусамырда (0.43) бар, башка станцияларда андай байланыш жок.

3-таблица

Жаан-чачындын автокорреляциялык функциясынын маанилери

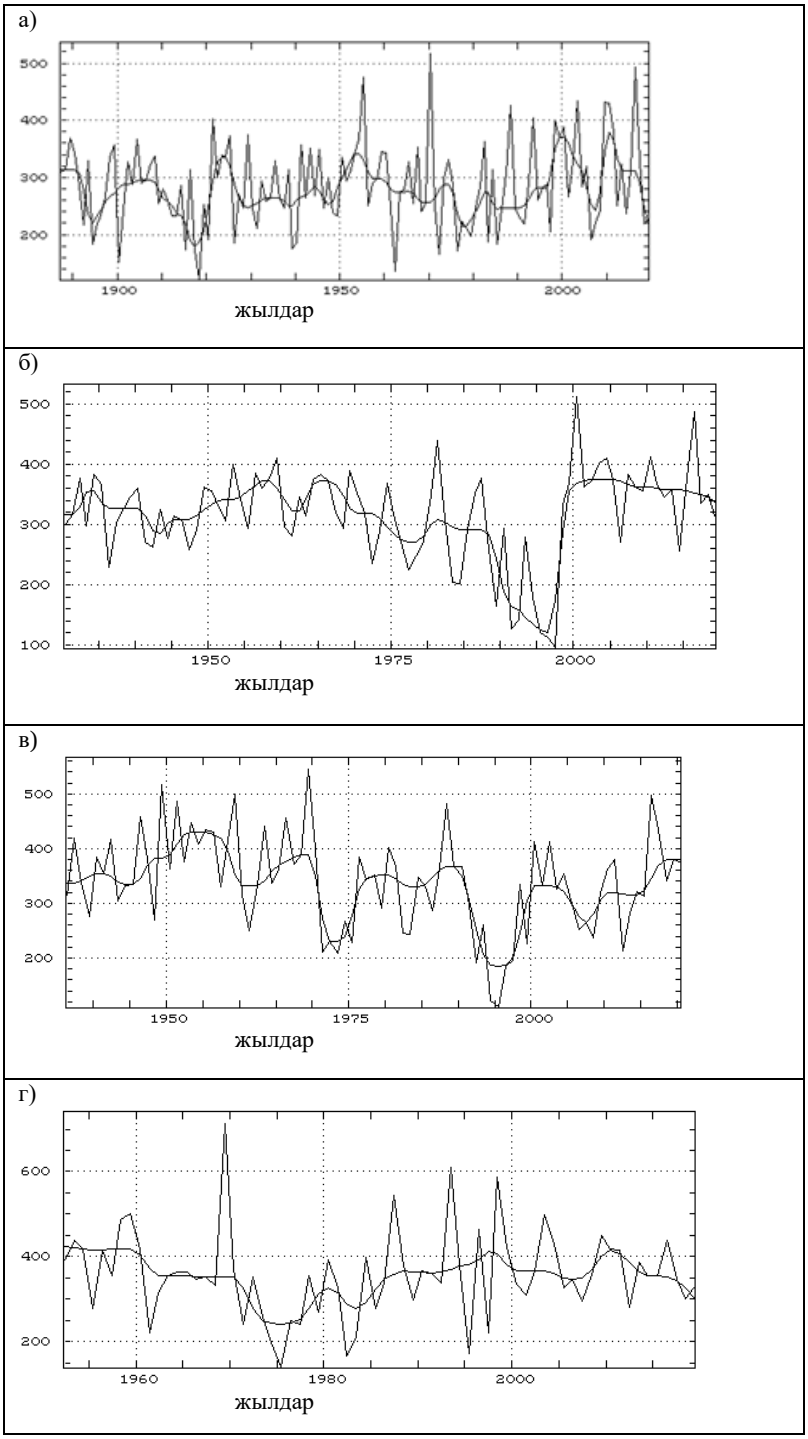
Лагдар*	Метеостанциялар			
	Нарын	Тянь-Шань	Суусамыр	Токтогул
0	1	1	1	1
1	0,12	0,52	0,43	0,12
2	-0,03	0,24	0,29	-0,02
3	-0,08	0,18	0,22	0,04
4	-0,02	0,11	0,15	-0,06
5	0,08	0,26	-0,03	0,09

Лагдар - (жылдар отросундагы аралыктар).

Корутунду. Башка жылдардын ортосундагы байланыштар өтө эле аз болгондуктан, Ички Тянь-Шандын көпчүлүк станцияларында атмосфералык жаан-чачындын жылдык суммасынын жылдар боюнча катары “ак ызы-чуунун” үлгүлөрүн билдирет деген тыянак чыгарса болот, б.а. негизинен кокустук чоңдуктардан турат. Мындай тыянак метеорологиялык станциялардын жаан-чачын катарларын статистикалык жол менен иштеп чыкканда туруктуу кокустук процесстердин теориясын колдонууга шарт түзөт, башка учурларда мындай талапка жооп берилбесе анда ал катарларды нормалдаштыруу керек.

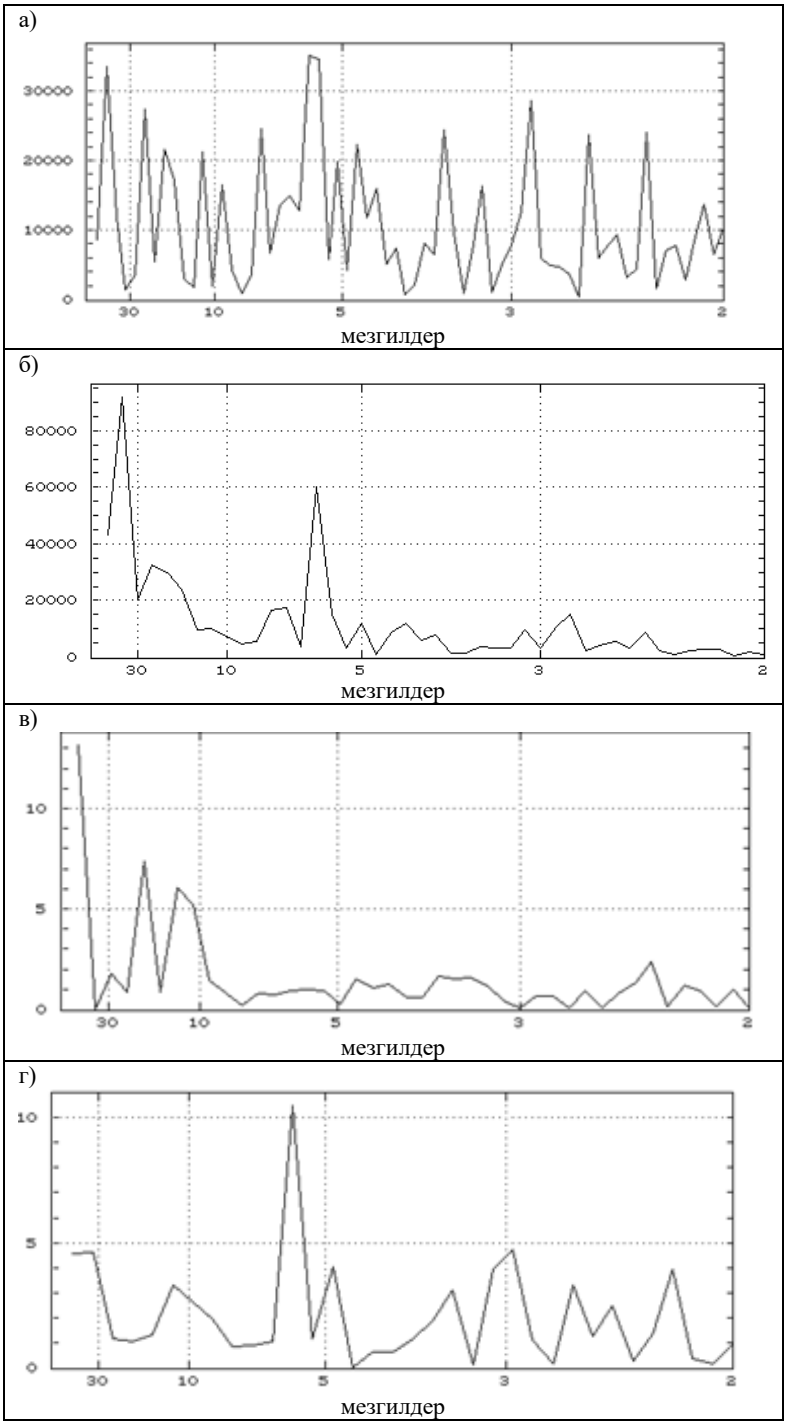
Негизинен көп жылдык байкоолору бар Нарын метеорологиялык станциясында жаан-чачындын термелүүлөрү интегралдык ишенимдүү чектен чыккан жок (4-сүрөт, **а**) жана алардын катарларын статистикалык ыкма менен иштеп чыгууда туруктуу кокустук процесстердин теориясын колдонууга мүмкүнчүлүк бар. Ушундай эле тыянакты Токтогул метеорологиялык станциясындагы жаан-чачындын катарларына туура келет деп айтсак болот (4-сүрөт, **г**). Ал эми Тянь-Шань менен Суусамыр метеостанциялардын катарларын нормалдаштыруу керек, башкача айтканда бул метеорологиялык станциялардын жаан-чачындарынын катарларын нормалдык мыйзам ченемдүүлүккө ылайыктуу кылып келтириш керек.

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557



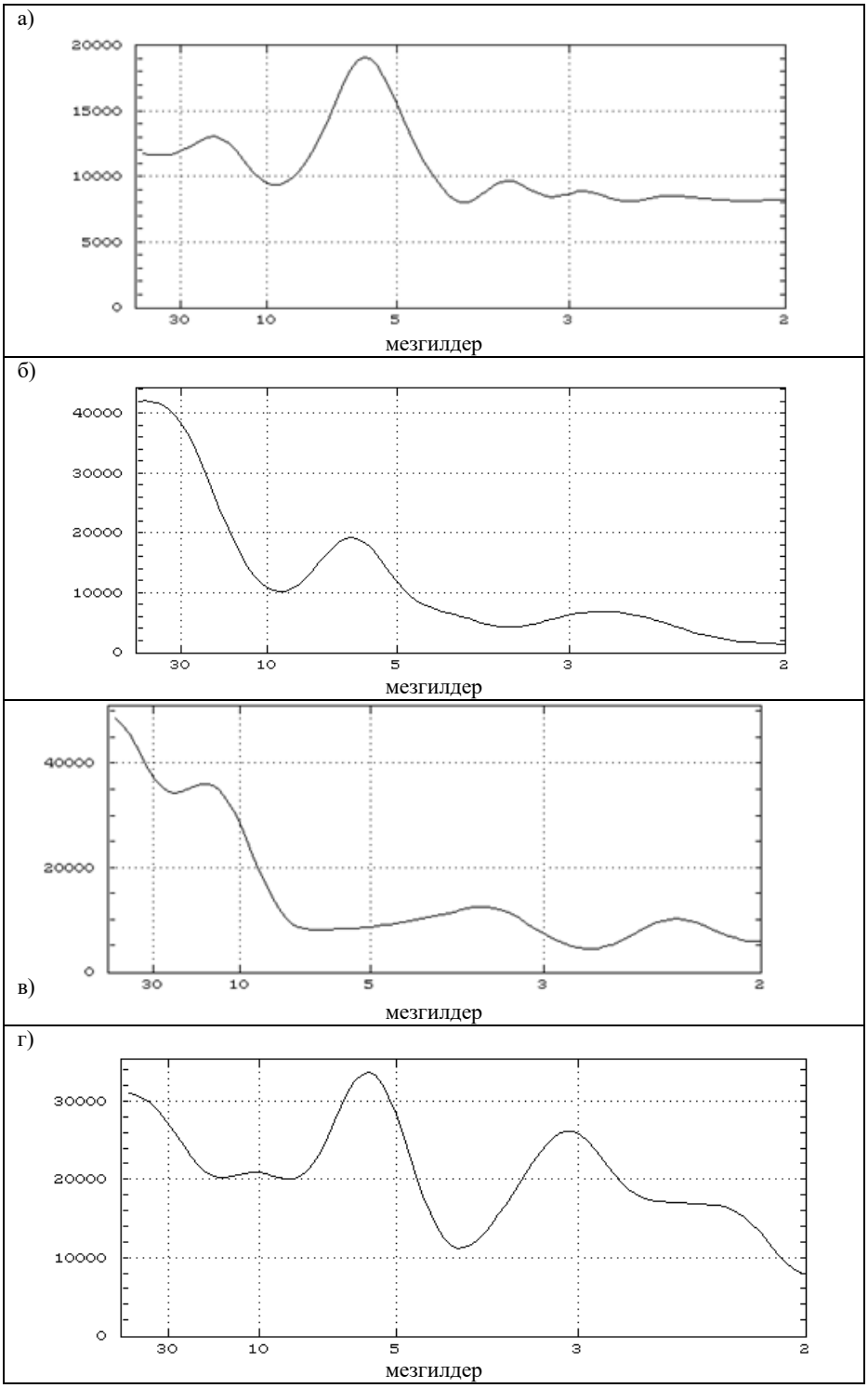
1-сүрөт. Атмосфералык жаан-чачындын жылдык суммасынын термелүүсү жана алардын маанилеринин хронологиялык жүрүшүнүн жылмаланган түрү.
Белгилери: **а)** Нарын ГМС, **б)** Тянь-Шань ГМС, **в)** Суусамыр ГМС, Токтогул ГМС.

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557



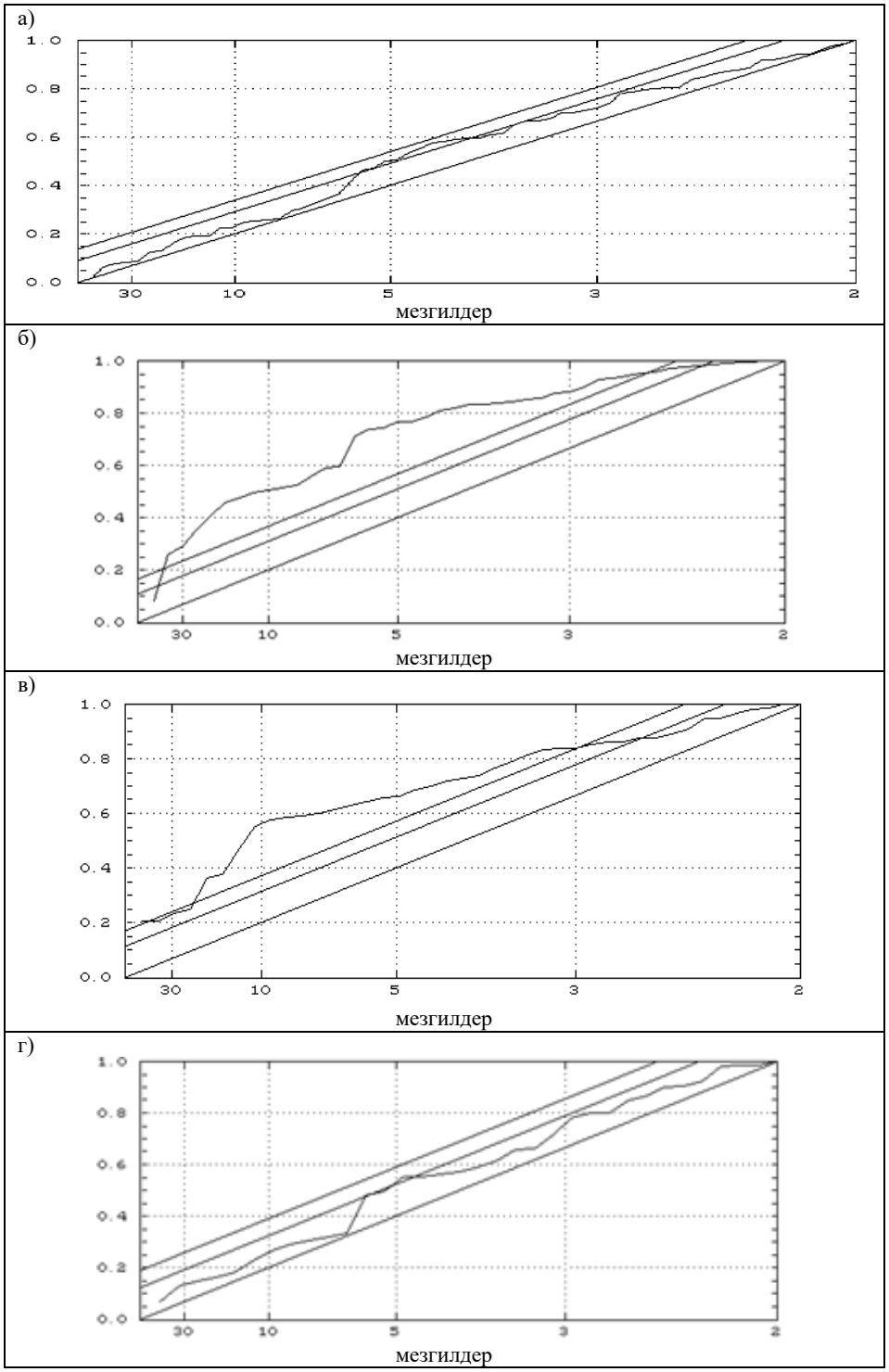
2-сүрөт. Атмосфералык жаан-чачындын мезгилдик диаграммасы.
Белгилери: а) Нарын ГМС, **б)** Тянь-Шань ГМС, **в)** Суусамыр ГМС, Токтогул ГМС.

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557



3-сүрөт. Атмосфералык жаан-чачындын термелүүсүнүн спектри.
Белгилери: а) Нарын ГМС, б) Тянь-Шань ГМС, в) Суусамыр ГМС, Токтогул ГМС.

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557



4-сүрөт. Атмосфералык жаан-чачындын термелүүсүнүн интегралдык чектер менен белгилениши.

Белгилери: а) Нарын ГМС, б) Тянь-Шань ГМС, в) Суусамыр ГМС, Токтогул ГМС.

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

Адабияттар:

1. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложение. - М.: Мир, 1971. - Вып.1. - 316 с.
2. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложение. - М.: Мир, 1972. - Вып. 2. - 287 с.
3. Диких А.Н., Бакиров К.Б. Структура многолетних колебаний температуры воздуха на территории Северного и Внутреннего Тянь-Шаня. // Метеорология и климатология в Кыргызстане. - Бишкек: КРСУ, 2001. - С.30-40.
4. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. - Л.: Гидрометеоиздат. 1971. - 158 с.
5. Изменчивость климата Средней Азии. / Под ред. Ф.А. Муминова, С.И.Инагамовой. САНИГМИ. - Ташкент, 1995. - 218 с.
6. Курбаткин В.Г., Скиба Е.С., Ушинцева В.Ф. Характеристики синоптических процессов в Киргизии. // Труды САНИГМИ. 1980. - Вып. 75 (156). - С. 61-73.
7. Павлова И.А. Изменчивость типов синоптических процессов в Кыргызстане. // Метеорология и гидрология в Кыргызстане. - Вып. 2. - Бишкек: КРСУ, 2002. - С.140-153.
8. Петросянц М.А., Субботина О.И., Чанышева С.Г. О масштабе влияния орографии на метеорологические процессы Средней Азии. // Труды САНИГМИ. - Л.: Гидрометеоиздат, 1974. - Вып. 10(91). - С. 3-40.
9. Поляк И.И. Методы анализа случайных процессов и полей в климатологии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1979. - 256.
10. Пономаренко П.Н. Атмосферные осадки Киргизии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1979. - 134 с.
11. Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы. - Л: Гидрометеоиздат, 1972. - 394 с.
12. Привальский В.Е. Климатическая изменчивость (стохастические модели, предсказуемость, спектры). - М.: Наука, 1985. - 183 с.
13. Статистическая система по анализу временных рядов. Мезозавр. / Руководство пользователя. - Москва, 1995. - 140 с.