



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение
Высшего Образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему " Влияние современного изменения климата на максимальную
температуру воздуха в Средней Азии"

Исполнитель **Шамсиев Бобур Гулом угли**

Руководитель доктор технических наук, профессор кафедры МКОА
Лобанов Владимир Алексеевич

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

Подпись

Кандидат физико-математических наук, доцент
Сероухова Ольга Станиславовна

«13» 06 2022г.

Санкт-Петербург
2022

Введение

Одной из основных проблем человечества является текущее изменение климата, поскольку оно затрагивает все сферы экономики и жизни. Несмотря на повышение глобальной температуры, проявление современного изменения климата выражается по-разному в разных регионах планеты и в разных климатических особенностях. Межправительственная группа экспертов (МГЭИК) организует и анализирует исследования и мониторинг характеристик различных частей климатической системы (атмосфера, гидросфера, криосфера, биосфера, литосфера) с 1988 года. Результаты деятельности этой организации в рамках трех рабочих групп представлены в оценочных отчетах об изменении климата, адаптации и восприимчивости регионов и секторов экономики к этим изменениям и разработке мер по смягчению последствий изменения климата. Все текущие результаты по изменению климата включены в 5-й отчет об оценке МГЭИК [19], и 6-й доклад в настоящее время готовится. Аналогичные обобщения исследований по оценке изменения климата на региональном уровне представлены, например, в тех же оценочных отчетах каждой страны [13, 17].

Статистические методы и модели временных рядов используются для оценки текущих изменений климатических характеристик на основе данных наблюдений и, как правило, в виде монотонных временных тенденций или зависимостей [13,19]. В то же время эти изменения могут происходить не только монотонно, но, например, поэтапно. Кроме того, статистическая значимость и стабильность тенденций, достигнутых с течением времени, часто не оцениваются, что чрезвычайно важно, учитывая большую естественную изменчивость индивидуальных климатических характеристик, особенно осадков. Именно эти проблемы являются эффективной оценкой проявления современного изменения климата в долгосрочной серии температур воздуха и осадков на территории Республики

Глава 1. Физико-географическое описание территории

1.1. Местоположение

Республика Узбекистан расположена в центральной части Центральной Азии, в основном в междуречье Амударьи и Сырдарьи.

Крайняя северная точка Узбекистана находится на северо-востоке плато Устюрт ($45^{\circ}36' \text{ с.с.}$), на юге - недалеко от города Термез на берегу Амударьи ($37^{\circ}11' \text{ с. с.}$), на западе - на плато Устюрт (56° до н.э.), на востоке-к востоку от Ферганской долины ($73^{\circ}10' \text{ с. в.}$). Расстояние между крайним севером и крайним югом Узбекистана составляет 925 км, между крайним западом и востоком — 1400 км.

Географически Узбекистан находится примерно на той же широте, что и государства Средиземноморья, такие как Испания, Италия и Греция. Однако природные условия Узбекистана значительно отличаются от природных условий этих субтропических стран. Это связано с тем, что территория нашей республики значительно удалена от океанов и теплых морей, поскольку она находится в пределах евразийского континента. С юга высокие горы препятствуют проникновению влажных и теплых воздушных масс (муссонов) из Индийского океана, но с севера путь открыт для потоков холодного воздуха. В связи с этим в Узбекистане особый пустынный климат (безоблачное лето с большим количеством солнечных, сухих, теплых дней; зимы относительно холодные).

Большая часть границы с Узбекистаном проходит через равнины, относительно меньшая — через Адыры и горы. Республика граничит с Казахстаном на севере и северо-западе, Киргизией на востоке, Таджикистаном на юго-востоке и Туркменистаном на юго-западе. На юге, в долине Сурхандарьи, вдоль реки Аму-Дарья, наша республика граничит с Афганистаном.

Площадь Узбекистана составляет 448,9 тысячи квадратных километров. По размерам территории Узбекистана в Средней Азии он уступает Казахстану и Туркменистану.

1.2. Рельеф

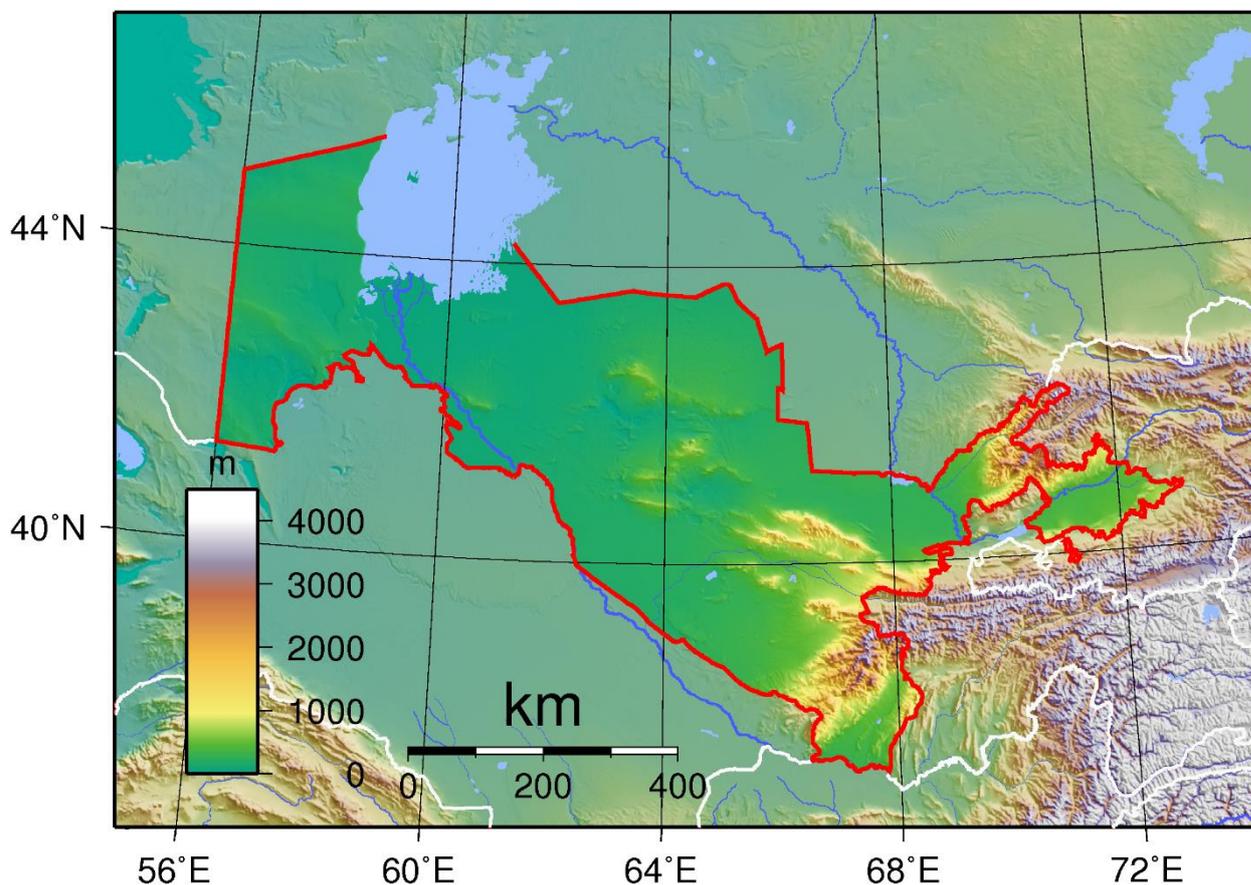


Рисунок 1. Рельеф Узбекистана

В зависимости от структуры страны территория Узбекистана разделена на две части: самую большую (78,7 %) часть равнины и оставшуюся часть (21,3 %) промежуточных гор и впадин. С запада и северо-запада на восток и юго-восток территория республики постепенно увеличивается. Самая низкая часть находится на высоте 60 - 100 м над уровнем моря в нижнем течении Амударьи и вдоль берегов Аральского моря.

Равнины. Плоская часть Узбекистана входит в состав Туранской равнины и занимает западную и северо-западную части. Устюртское плато

расположено на северо-западном берегу равнины. Между Плато и равнинами Аральского моря есть крутые, крутые края, которые отделяют их друг от друга, так называемая колонна. Высота узбекской части Устьюртского плато составляет около 120-180 м над уровнем моря, а его кульминация расположена на хребте Карабаур и составляет 292 м.

Устьюртская поверхность не совсем плоская, но есть Колодцы Барсакельмской, Асакско-Ауданской и других манер, а на юго-восточной стороне плато находится Сарикамыш-Долина. В нижнем течении реки Амударья, находится огромная Дельта. Его Поверхность - древняя река (Кундарья, Дарьялык), а ныне - Подвижная река. В центральной части дельты расположены небольшие скальные холмы.

К востоку от дельты Амударья начинается пустыня Кызылкум. Структура рельефа очень разнообразна. Здесь с низких гор Букантау, Тамдытау, Ауминзатау, Кульджуктау, Этимтау, а также в западной части Султан-Увайс-Гора, между пляжами Песок и Уровень. Большую часть Кызылкума занимают песчаные равнины. Среди самых низких гор - Ямки (Мингбулак, Аякагытма, Карахата и др.). Дно коры Минбулак расположено на высоте 12 м ниже уровня моря. В Кызылкуме также есть следы рек, прошедших по территории Кызылкума в древние времена, таких как Амударья, Сыр-Дарья и Зарафшан. На востоке и юго-востоке Кызылкумской пустыни расположены степи Глина и Лосс Мирзачул, Карнаб, Каршин, Малик и другие.

Горы. Западные и юго-западные предгорья горных хребтов Тянь-Шань и Гиссар-Алай расположены на территории Узбекистана. Их высота равномерно уменьшается на юг и запад, постепенно переходя на равнины.

В северо-восточной части Узбекистана находится несколько Горных хребтов с запада Тянь-Шаня (Каржантау, Угамский, Пскемский, Шаткяльский, Кураминский). Из Талас Алатау. В этой горной системе Манас является самой высокой точкой и находится на высоте 4484 м.

Самая высокая вершина Чаткальского хребта на территории Узбекистана - Большой Чимган, с высотой 3309 м между хребтами Чаткал и Курама расположено Ахангаранское плато. Западная часть предгорья Тянь-Шань находится на высоте 2500 - 4000 м над уровнем моря, а в верхних частях - вечный снег и ледники. Центральная часть Ферганской долины расположена в Узбекистане и на западе окружена Курамино, на севере - Хаткалем, на востоке - Ферганью и на юге - Алайскими и Туркестанскими горами. Малгузарские и Чумшартские сети Туркестанского канала на Северо-Западе по отдельности. На территорию Узбекистана заходят только северные склоны Чумшартских гор. Горные хребты Нурата расположены к северо-западу от Малгузарского хребта. Они отделены друг от друга долиной реки Санзар, так называемыми воротами Д'Амир Темур, самым узким местом долины. Нурата состоит из северной и южной частей Нурата горных хребтов. В северной части горного хребта точка Хиятбаши самая высокая и достигает 2169 м. Южная часть гор Нурата состоит из отдельных горных хребтов (Актау, Каратау, Карачатау, Габдунтау). Южнее долины реки Зарафшан расположены горы Зарафшанского хребта. На территории Узбекистана этот горный хребет значительно опущен и состоит из гор Чакылкалян и Каратепа. В западной части горы расположены низкие горные хребты, называемые горами Зирабулак и Зиадин, кульминация которых составляет 1115 м beträgt. Им южнее Зарафшанского хребта расположен хребет Гисар и его юго-западные предгорья (хребет Яккабаг, Сурхантау, Кугитанг и др.). Кульминация Узбекистана называется Хазрет Султан и находится на высоте 4643 м.

К югу от Узбекистана между горами стоит хребет Бабатаг, вершина которого составляет 2289 м. В горной части Узбекистана особое место занимают промежуточные горы. Их появление связано с подъемом горных хребтов. Вся территория промежуточных колодцев почти ровная и вырубаются только вдоль русла реки. Чем ближе горные хребты, тем выше их площадь. Одним из крупнейших межгорных бассейнов на территории Узбекистана является бассейн Чирчик-Ахагаран. На востоке она окружена западными

горными хребтами Тан-Шана и присоединяется к равнине Мирзачул на юго-западе. Его средняя высота - 300-500 м над уровнем моря. В юго-восточной части Чирчик-Ахангаранской долины находится Ферганская долина Интермаунтин (долина). Средняя высота над уровнем моря составляет от 300 до 400 м. Долина проходит через рак Сырдарьи. К юго-западу от равнины Мирзачул расположены горы Нурата и Куйташек, а также к югу от хребта расположена промежуточная впадина САНЗАР-Нурата, окружённая на северо-востоке Малгузаром, Нурата на севере и Нурата на юге и горный хребет Южный Чумкар. Его высота равномерно уменьшается с юго-востока на северо-запад с 800 до 300 м. Между горными хребтами Саут-Нурата, Зарафшан и Зирабулак-Зиадин расположена Зарафшан-Долина. Через неё протекает река Зарафшан, которая делится на Акдирью и Карадарью у города Самарканда, у села Хатырчи река впадает и образует Остров Мианкале длиной 100 км и шириной 15 км. Зарафшанская впадина имеет высоту над уровнем моря 900 м от восточной части и около 300 м от западной.

К югу от Зарафшанских гор находится промежуточная впадина Китабо-Шахрисаб. Высота над уровнем моря - 500 м с западной стороны и 500 м с восточной стороны; с юго-востока депрессия окружена юго-западными предгорьями хребта Гиссай и открыта на запад. В южной части Узбекистана долина Шерабад-Сурхандарья простирается с северо-востока на юго-запад. Окружена Гиссарскими горами и её северными, северо-западными и западными предгорьями. Высота впадины Шерабад-Сурхандарья составляет 300 м с юго-запада и 700 м с nord-est.la впадины пересекается реками Сурхандарья и Шерабад-Дарья.

1.3. Природные зоны

Обширные просторы Узбекистана простираются к западу от Устюртского плато до окраин Тянь-Шана и Памир-Алая на востоке. Широта и Долгота определяют наличие пустынной зоны. Южная часть территории находится в Зоне субтропических эфемерных пустынь. Для этого типа пустыни характерна зимняя растительность. Основная зона расположена в Туранской низменности и не отличается высотами. Местами разница высот существенна и превышает 4400 м. Рельеф территории довольно сложный - пустынные равнины, горы, барельефы. Пустынные равнины стоят Кызылкум, а самая большая из внутренних вод - Аральское море.

В Республике очень большая часть посвящена культурным и преобразующим ландшафтам, что свидетельствует о сильном влиянии человека на природу. Современная территория Узбекистана появилась в палеозойском орогенезе - это 300 миллионов лет назад. Затем произошло образование Туранской плиты, которая впоследствии была покрыта морем. Растущие горы отделили страну от Индийского океана, что определило засуху климата и образование больших пустынь. Образование Каракумского и Кызылкумского песков связано с активностью рек и ветров, несущих отложенные рыхлые слои. Кроме того, несколько раз менялась схема речной сети. Амударья, например, изначально перевозила свои воды в Каспийское море. Изменилось также содержание воды в реках и влажность территории. Эти геологические события привели к тому, что часть территории Узбекистана получила плоский рельеф.

Островные горы высотой до 900 м поднимались там, где в последующих отложениях преобладают палеозойские базовые горы. Большие высоты достигли только сложенные районы Тянь-Шана и Памир-Алая. Природные районы Узбекистана имеют свои отличительные сочетания ландшафтных форм. Например, Устюртское плато имеет слегка волнистый рельеф и резкие скалы. Спуск направляется в Аральское море. В нижнем течении Аму-Дарья находится аллювиально-дельтовая равнина с плоским рельефом и низкими остатками.

Для Кызылкума характерны остаточные горы и формы скопления песка - хребты, холмы, дюны, ориентированные на господствующие ветры. Среднегорные и высокогорные пейзажи расположены на востоке страны. На склонах Западного Тянь-Шана и Памир-Алая - Угамского, в республику включены Зеравшанские. Таким образом, территория Узбекистана условно разделена на три части: горы и предгорья;

1. полупустыни и пустыни;
2. подгорные равнины.

Наиболее ценными сельскохозяйственными землями являются Пьемонтские равнины, состоящие из плодородных серых почв. Они занимают 15% общей площади республики и густонаселены. Пустыни и полупустыни малонаселены, но они все чаще используются экономически. Здесь выращивают хлопок, овощи, тыквы, виноград и продукты животноводства. Климат Узбекистана резко континентальный с сильным субтропическим влиянием. Зимой здесь преобладает влажный воздух Умеренной зоны, летом приходит сухой тропический воздух. Атлантические воздушные массы прибывают очень теплыми и сухими. Тропический воздух несет тепло. Количество осадков в год 200 мм, в горах их количество увеличивается до 500-600 мм. на склонах ветра выпадают максимальные осадки, поэтому может возникнуть сухое сельское хозяйство. Засуха - особенность Узбекистана.

1.4. Климат

Географическое положение Узбекистана, вдали от океанов и морей, во внутренней части Евразийского континента определяет континентальность

его климата. Континентальность климата проявляется почти круглогодичной безоблачной погодой, высокими температурами летом, слабыми осадками, сильным испарением влаги, долгим и жарким летом, а также относительно холодными зимами для этих дневных и ежегодных температур воздуха широкими и высокими амплитудами. Эти особенности узбекского климата появились под влиянием факторов формирования климата.

Климатические факторы. На формирование климата в республике влияет его географическое положение (южнее умеренных поясов и севернее субтропических поясов), Интенсивность солнечной радиации, атмосферная циркуляция и местность. В связи с отступлением территории Узбекистана с Севера на юг на 925 км Солнечные лучи падают по-разному в разных частях Узбекистана. Так, 22 июня поднимается над горизонтом до 71° на севере республики и до 76° на юге. Продолжительность «Солнечного света» на севере составляет 2500 – 2800, на юге – 3000 – 3100 часа в год. Солнечное излучение падает на север 130, на юг - 160 ккал/см² поверхности в год.

Большую роль в формировании климата в Узбекистане играет атмосферная циркуляция. Зимой северные и северо-восточные арктические холодные воздушные массы проникают на территорию Узбекистана и достигают южных границ республики. В результате Погода ясная и холодная. Зимой на территории Узбекистана образуются воздушные фронты умеренных широт и ураганы, образуются осадки в виде дождя и снега. Летом образуется на плоской части местной Туришской республики тропическая воздушная масса. Воздух становится сухим и горячим, насыщенным тонкими частицами. Здесь образуется зона низкого давления, что способствует проникновению более теплого и влажного воздуха с Северо-Запада и Запада. Этот Воздух быстро прогревается и осадков не выпадает.

Горы восточной части территории захватывают эти массы влажного воздуха, в результате чего осадки выпадают в предгорьях и горах. Летом Воздух в горах прохладнее, дождь больше, зимы холодные и длинные.

Рельеф также влияет на формирование климата в Узбекистане. Территория

республики на севере и северо-западе открыта. В результате зимой на территорию Узбекистана свободно проникают холодные воздушные массы с севера и северо-запада. В свою очередь, закрытие территории южными горами препятствует проникновению теплого тропического воздуха. В горах лето относительно прохладное и дождливое по сравнению с равнинами, а зимы холодные и длинные.

Распределение температуры. Чтобы получить представление о распределении тепла на территории Узбекистана, необходимо знать среднегодовые температуры воздуха в разных точках. Среднегодовая температура воздуха составляет $+10,8^{\circ}\text{C}$ в Нукусе, $+11,9^{\circ}\text{C}$ в Ташкенте и $+17,0^{\circ}\text{C}$ в Термезе. Лето в Узбекистане сухое и жаркое, средняя температура июля в плоской части $+26^{\circ}\text{C}$... $+30^{\circ}\text{C}$ и на юге страны $+31^{\circ}\text{C}$... $+32^{\circ}\text{C}$. Абсолютная максимальная температура воздуха составляет $+44^{\circ}\text{C}$ в Ташкенте, $+50^{\circ}\text{C}$ в Термезе. Поверхность песка в пустынях прогревается до $+75^{\circ}\text{C}$... $+80^{\circ}\text{C}$.

Средняя температура в январе растет с Северо-Запада (в Устьюте -10°C ... -11°C) на юго-восток (в Ташкенте $+0,9^{\circ}\text{C}$, в Самарканде $+0,3^{\circ}\text{C}$, в Термезе $+2,8^{\circ}\text{C}$). Иногда зимние температуры резко снижаются под воздействием арктического воздуха и зоны высокого сибирского давления. Так, абсолютный минимум температуры в Сурхандарье -20°C , в Ташкенте -30°C , в Устюрте -38°C .

В горной части Узбекистана температура воздуха снижается с высотой над уровнем моря. Распределение осадков. Осадки в Узбекистане являются основным источником образования водных ресурсов и неравномерно распределены по территории и сезонам. Это связано с особенностями движения воздушных масс, Рельефом поверхности, направлением и высотой горных хребтов. Осадки в основном вызваны влажными воздушными массами из Атлантики. Меньше всего осадков в Узбекистане выпадает на Устюрт в нижнем течении Амударья и в Кызылкум, около 100 мм в год. С увеличением рельефа на востоке и юго-востоке увеличиваются осадки. В предгорьях

Узбекистана выпадает в среднем 300-550 мм осадков в год, на склонах Западного Тянь-Шана и гор Гиссар-Зарафшан в направлении влажных воздушных потоков выпадает 800-900 мм осадков. Большая часть осадков выпадает зимой (30% годовых осадков) и весной (40%).

В равнинной части Узбекистана осадки выпадают 35-40 дней в году, а в горной части республики - 70-90 дней. Часть осадков выпадает в виде снега. Но на равнинах снежная мантия неустойчивая, на северо-западе остается 40-50 дней, на юго-западе - 10-15 дней, в горах - 90-100 дней. Средняя толщина снежного покрова в равнинах 1 - 8 см (самая толстая - 30 см), в предгорьях 10 - 20 см (до 60 см), в горах 60 см (максимальная - 1,5 - 2 м). . В плоской части Узбекистана годовая норма испарения в несколько раз превышает количество осадков (в 3,5 раза - Ташкент, в 27 раз - Нукус).

Ветры. На территории Узбекистана преобладают северо-западные, северные и западные ветры. В северной части Узбекистана дуют северо-западные, северные и северо-восточные ветры. В южной части чаще дуют юго-западные ветры. Летом в Узбекистане дуют северо-западные, северные и западные ветры. Однако из-за палящей жары на равнине дождь не идет, а при движении в горы образуется облачность и осадки из-за того, что температура падает. В Узбекистане также сокращаются местные ветры: Горная долина, Бекабад (или Хаваст), Коканд, Афган. Горный ветер наблюдается во всех долинах республики. Направление дневного ветра идет в горы, а направление ночи идет от гор к долине. Ветер Бекабад (или Хаваст) дует из Ферганской долины через Ходжентские ворота в сторону Мирзачула и ветер Коканда дует в обратном направлении, ветер достигает 30-40 м/с.

Ветер Коканда чаще всего дует весной и осенью, когда атмосферное давление в Ферганской долине ниже западного и достигает скорости 15-25 м/с. Южнее впадины Шарабад-Сурхандарья дует теплый и сухой афганский ветер с юго-запада, несущий пыль с песком, скорость этого ветра достигает 15-20 м/с. Афганец может постоянно дуть несколько дней подряд. Этот ветер пагубно влияет на цветущие деревья и сельскохозяйственные культуры.

1.5. Гидрография

В Узбекистане крупнейшие реки - Сыр-Дарья и Аму-Дарья. Ты получаешь 3/4 от Всего чугунного стока с вершин гор. Реки Узбекистана относятся к бассейну Внутренней реки и неравномерно распределены по территории. Большинство рек берёт начало в горах. Когда вы достигаете уровня, часть вашей воды берется для орошения через каналы, другая часть испаряется или поглощается землей. Поэтому многие реки, которые постепенно иссякают, теряются в песке.

Плотность речной сети республики в разных частях территории неодинакова. На речных равнинах их очень мало: на каждый квадратный километр площади приходится всего 20 м рек, а в горах и Адырях, наоборот, плотность речной сети Велика. Основная причина этого заключается в том, что обилие осадков, низкое испарение и продолжительность холодного периода способствуют накоплению снега и ледников в горах, которые являются важным источником пищи для потоков, вытекающих из гор.

Горные реки в своих верховьях по узкому руслу реки быстро спускаются по скалам, образуя пороги и водопады. При выходе из равнины река замедляется, и они образуют здесь извилины и насыпи.

Источники питания рек Узбекистана различны. Амударья, Зарафшан, Исфайрамсай, Кокс, Исфара происходят из гор на высоте 4500 м и питаются талой водой ледников и вечным снегом. Наводнения на них наблюдаются в июле и августе. Именно в эти месяцы вечный снег и лед в верхней части гор начинают интенсивно таять из-за повышения температуры воздуха.

Сырдарья, Нарын, карадарья, Чирчик, сурхандарья берут свой источник в горах на высоте 3400 м, питаются снегом и ледяной водой. Эти реки становятся многоводными в мае-июне, а спад течения приходится на декабрь-февраль. Кашкадарья, Гузардарья, Санзар, Ахангаран, Гавасай и другие реки берут начало в горах высотой не более 3400 м. Вода в этих реках начинает

поступать в начале апреля-мае из-за таяния снега. Летом уровень воды в этих реках падает. Реки Заамину, Шерабадарья и Тусинсай, истоки которых находятся в низинах (менее 2000 м), питаются талым снегом, дождем и грунтовыми водами. Наводнения происходят весной - в апреле-мае на этот период приходится 80% годового стока. Летом реки этого типа мелководные или совершенно сухие. Быстро протекающие реки в горных районах почти не замерзают. Только на равнине в нижнем течении в холодные зимы реки могут быть частично покрыты льдом, иногда это длится 1-2 месяца. На юге республики реки не замерзают.

Амоу-Дарья - самая богатая и крупнейшая река в регионе бассейна Средней Азии. В древние времена арабы называли его Джейхун, греки - ОКс, местные народы - омуль. Сырдарья - самая длинная река в Средней Азии (от истока Нарын 3019 км), и по воде она занимает второе место после Амударьи. В древности арабы называли сырдарью сайхун, греки - яксарт.

Чирчик, правый приток Сырдарьи, самый большой и богатый. Он образуется в месте слияния рек Чаткал и Пскем из Западного Тянь-Шаня. Длина реки с Чаткалом - 397 км. Чирчик питается талым снегом и ледниковой водой. Время наводнений приходится на март-июнь (53%), а на мелководье - на декабрь-февраль. Среднемагистральный расход воды вблизи Ходжикента составляет 224 м³/с. Максимальная пропускная способность весной - 2100 кубометров в секунду, минимальная - 22 кубометров в секунду. Средняя мутность воды Чирчик - Ходжикент составляет 0,275 кг/м³.

Зарафшан. Эта река берет свой источник под названием Мастчош на леднике Зарафшан на стыке гор Коксу, где встречаются Туркестанские и Зарафшанские хребты. Рядом с деревней Д'Айни, впадающей в реку Фандарья, он получает название Зарафшан. В прошлом Зарафшан терялся в песке Сундукли, в 20 км от Аму-Дарьи. Длина реки Зарафшанг Ледник до песчаных пляжей Сундукли обман 877 км. В настоящее время Зарафшан не достигает этих мест из-за большого потребления воды для орошения.

Горная часть Зарафшанской долины принадлежит Таджикистану, нижняя - Узбекистану. Зарафшан питается Ледниковой снежной водой, с июня по август наблюдаются наводнения, а зимой - низкие воды. Средний расход воды на Раватходжинской ГЭС составляет 165 кубометров в секунду, максимальный - 930 кубометров в секунду и минимальный - 24 кубометров в секунду. Годовой сток Зарафшана составляет 5,4 км. Куб, в том числе 5,2 км. На территории Таджикистана образуется кубометр, а 254 млн кубометров - притоки реки, которые начинаются на территории Узбекистана (137 рек длиной более 10 км). Вода в этих реках приходит весной и летом становится очень мелкой. 55% годовой реки Зарафшан приходится на июль - сентябрь и в это время вода в реке сильно мутная. В горной части её долины Зарафшан не замерзает из-за быстрого течения. В плоской части замерзает в особо холодные зимы до 76 дней, в теплые только 2-3 дня.

Кашкадарья начинается в западной части Гиссарских гор и отступает, не достигнув Мубарека. Длина реки составляет 373 км. Кашкадарья питается Снежной водой и, соответственно, паводковый период приходится на май, низкие воды - на октябрь-декабрь. Средний долгосрочный расход воды у села Варганци составляет 5,46 кубометров в секунду. Сток воды в бассейне Кашкадарьи (со всеми его притоками) в среднем составляет 51,5 кубометров в секунду и 58,3% приходится на март-июнь.

Сурхандарья образуется при слиянии рек Тупалангдарья и Каратагдарья, берущих своё начало на южных склонах западной части хребта Гиссар. Через 196 км впадает в Амударью. Сурхандарья питается в основном талым снегом и ледниковой водой, поэтому с марта по июнь она полна воды. В этот период течет 65,2% годового потока. Самое низкое потребление воды приходится на сентябрь-октябрь.

Средний многолетний расход воды в Сурхандарье составляет 70,2 кубометров в секунду (около села Караултепа). Сурхандарья - одна из мутных рек: в 1 м³ её воды содержится 2,9 кг ила (около села Малгузар).

Река Ахангаран, приток Сырской Дарьи, образуется в слиянии Саида, которые собирают свои воды под названием Акташсай из Чаткальского и Кураминского хребтов. Общая длина реки составляет 236 км. В горной части река протекает через узкое, глубокое ущелье. Ниже села Аблик расширяется его канал и замедляется течение. Доля снежной воды в питании этой реки велика. Поэтому он заполнен в апреле-мае, самый ровный в декабре-январе. Средний долгосрочный расход воды в районе села Турк составляет 23,5 кубометров в секунду. Ежегодно Узбекистан получает 95 642 км.куб речной воды. Площадь бассейна реки Амударья составляет 52 291 км. Куб воды и 43,351 км. Куб-у бассейна Сир-Дарья. Так, в Узбекистане практически используется 57 781 км. куб воды (в бассейне Амударья-41 472, в бассейне Сырдарьи - 16 309 км³)

Глава 2. Оценка качества информации

2.1. Расположение станций и продолжительности рядов

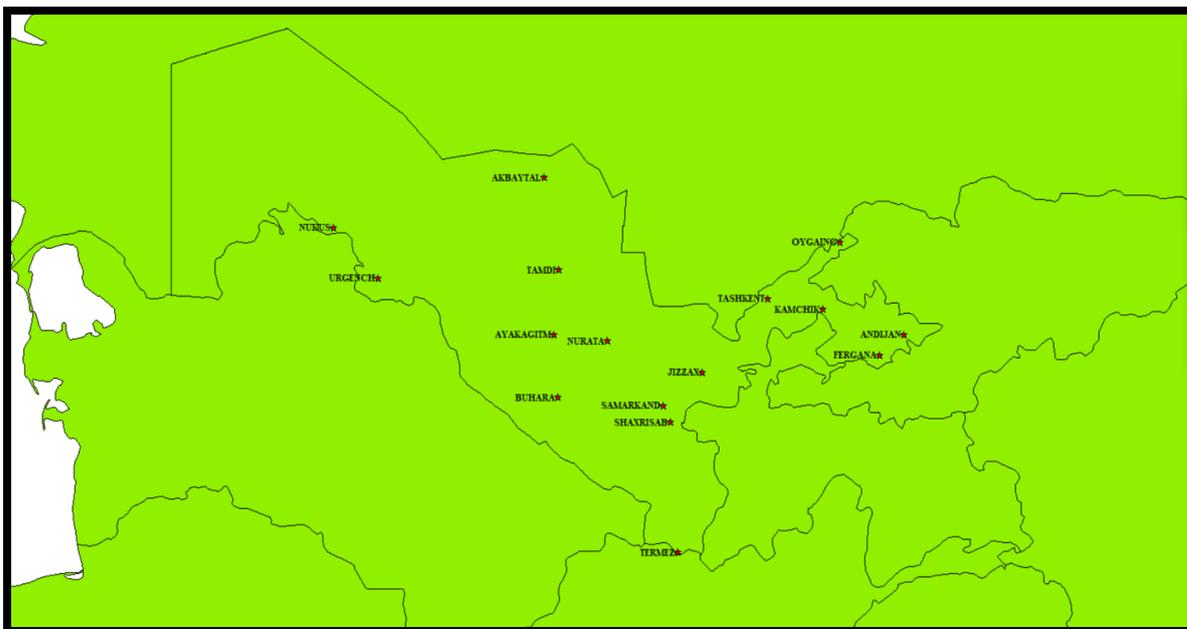


Рисунок 2. Географическое расположение станции.

Код поста	Наименование	Широта, град	Долгота, град	Среднемесячные воды	кол-во лет 1
38178	АКБАЙТАЛ	43.20	64.30	1951 - 2021	71
38264	NUKUS	42.40	59.60	1951 - 2021	71
38339	OYGAING	42.17	70.88	1963 - 2021	59
38396	URGENCH	41.60	60.60	1948 - 2021	74
38413	TAMDI	41.73	64.62	1932 - 2021	90
38457	TASHKENT	41.27	69.27	1867 - 2021	155
38467	KAMCHIK	41.10	70.50	1983 - 2021	39
38475	ANDIJAN	40.70	72.30	1900 - 2021	122
38553	AYAKAGITMA	40.70	64.50	1951 - 2021	71
38565	NURATA	40.60	65.70	1949 - 2021	73
38579	JIZZAX	40.10	67.80	1881 - 2021	141
38618	FERGANA	40.37	71.75	1881 - 2021	141

38683	BUHARA	39.70	64.60	1937 - 2021	85
38696	SAMARKAND	39.57	66.95	1891 - 2021	131
38699	SHAXRISABZ	39.30	67.10	1928 - 2021	94
38927	TERMEZ	37.23	67.27	1900 - 2021	122

Таблица 1. Расположение станций и продолжительности рядов

2.2. Оценка однородности экстремумов.

Долгосрочные наблюдаемые и пониженные метеорологические характеристики служат основой для определения климатических характеристик, рассчитанных в точках наблюдения на основе построения эмпирических распределений и их приближения аналитическими кривыми. Прежде чем применять устройство Математической статистики и теорию функций распределения, необходимо оценить соответствие временных рядов необходимым предпосылкам этого устройства. Основные требования:

- В однородности выборки, то есть все случайные переменные в «Выборке» должны поступать из одного и того же распределения «популяция»;
- временная стационарность основных параметров Выборки: средняя и вариативная.

Только при соблюдении этих условий можно применять аппарат математической статистики и эффективно определять рассчитанные климатические характеристики.

Первый этап исследования - оценка однородности эмпирических распределений метеорологических характеристик, которые могут быть нарушены из-за максимальных и минимальных значений, сильно отличающихся от общего количества. Оценка однородности серии

«Наблюдения за метеорологическими характеристиками» осуществляется на основе генетического и статистического анализа первых наблюдательных данных. Генетический анализ заключается в выявлении физических причин, определяющих неоднородность исходных наблюдательных данных. Для оценки статистической значимости однородности используются критерии для отклоняющихся значений в эмпирическом распределении: тест Смирнова-Граббса и тест Диксона. Есть три основных причины такой неоднородности:

- резко расходящиеся погодные значения имеют особые условия формирования, они формируются, например, тайфунами, ураганами и т.д.;
- крайнее событие имеет более редкую вероятность возникновения, чем вероятность, определенная суммарной формулой для короткой серии наблюдений, когда экстремум включен в общую последовательность наблюдений;
- совершенно другое значение связано с большой ошибкой измерения.

Согласованность оценки однородности заключается в том, что на первом этапе сомнительные крайности, сильно расходящиеся с эмпирическим распределением, проверяются по статистическим критериям, а в случае отказа от гипотезы гомогенности их причина определяется на основе генетического анализа. Программа «Однородность» предназначена для оценки отклоняющихся экстремальных значений в эмпирическом распределении по статистическим критериям «Однородность (стационарность)» Диксона основных параметров временных рядов гидрометеорологических характеристик: Средние и вариативные значения в соответствии со Студенческими и статистическими тестами Фишера.

В качестве примера приводится оценка однородности и стационарности Ташкентской станции.

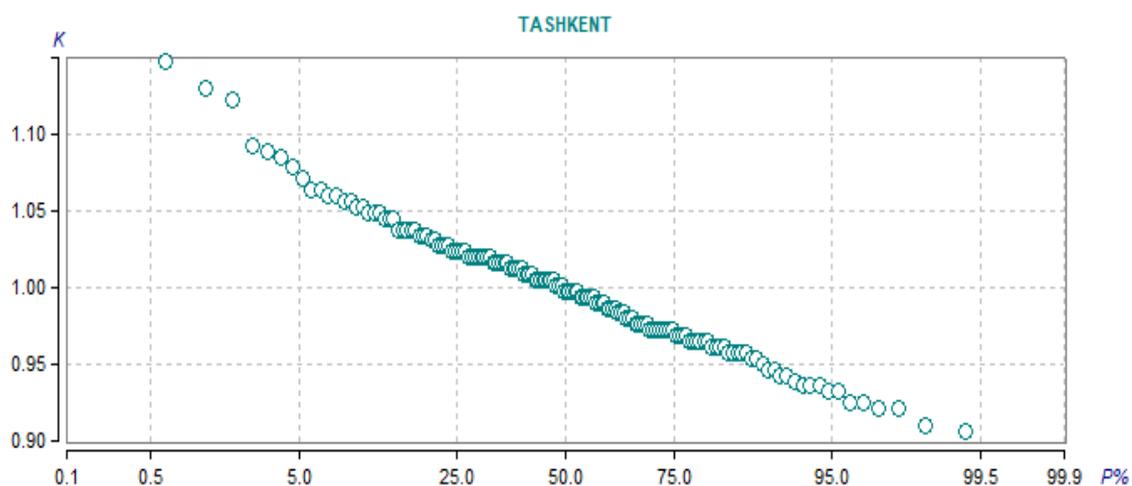


Рисунок 3. Эмпирическое распределение среднемесячной температуры Ташкента

Экстремум	Критерий	<u>Расчетн.знач.</u>	<u>Критич.знач.</u>	Уровень значимости <u>расч.</u>	Вывод
<u>max</u>	Диксон 1	0.0758	0.2356	11.0000	однороден
<u>max</u>	Диксон 2	0.0769	0.2523	11.0000	однороден
<u>max</u>	Диксон 3	0.1077	0.2955	11.0000	однороден
<u>max</u>	Диксон 4	0.1129	0.3055	11.0000	однороден
<u>max</u>	Диксон 5	0.1061	0.2923	11.0000	однороден
<u>min</u>	Диксон 1	0.0152	0.1006	11.0000	однороден
<u>min</u>	Диксон 2	0.0164	0.1138	11.0000	однороден
<u>min</u>	Диксон 3	0.0656	0.1507	11.0000	однороден
<u>min</u>	Диксон 4	0.0678	0.1539	11.0000	однороден
<u>min</u>	Диксон 5	0.0606	0.1406	11.0000	однороден

Таблица 2. Результаты оценки однородности

В любом случае максимальная и минимальная крайности однородны при уровне значения 11%. Поэтому заявление о гомогенности экстремумов достоверно.

2.3. Оценка стационарности параметров.

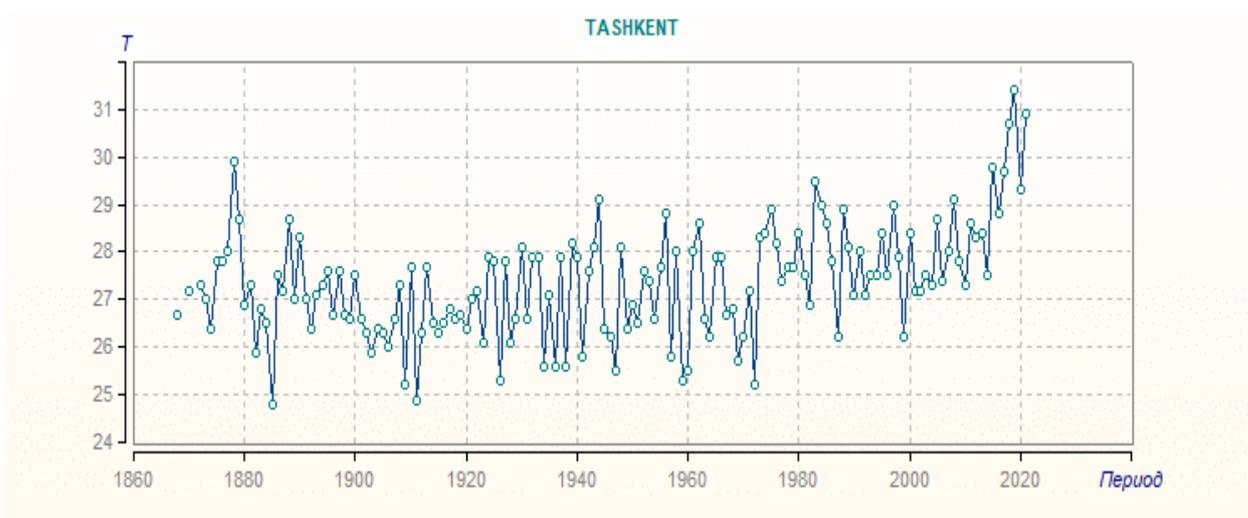


Рисунок 4. Среднемесячная температура за июль на станции Ташкент

Критерий	Расчетное значение	Критическое значение	Уровень значимости расч.	Вывод
Критерий Фишера	1.7068	1.5356	2.8171	неоднороден
Критерий Стьюдента	4.2257	2.7540	0.9000	неоднороден

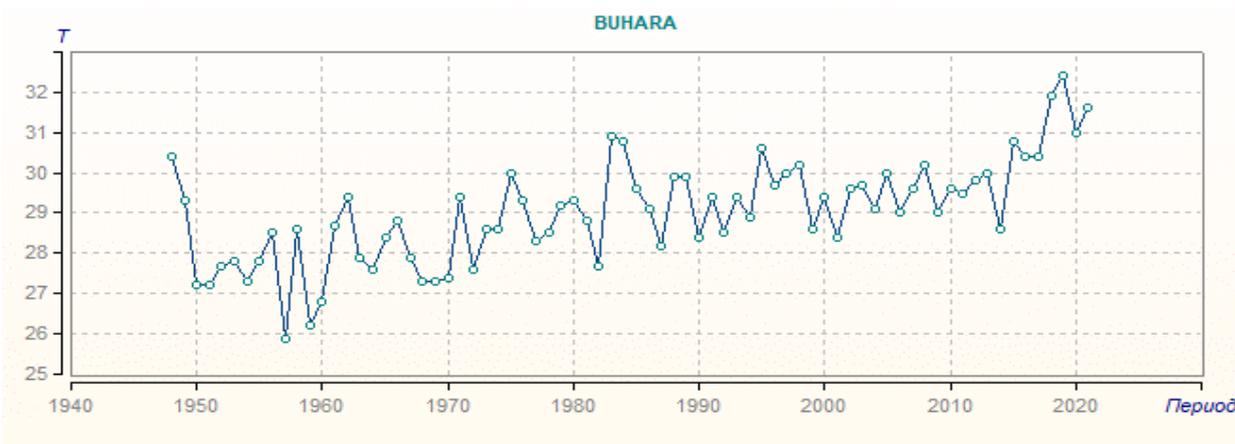
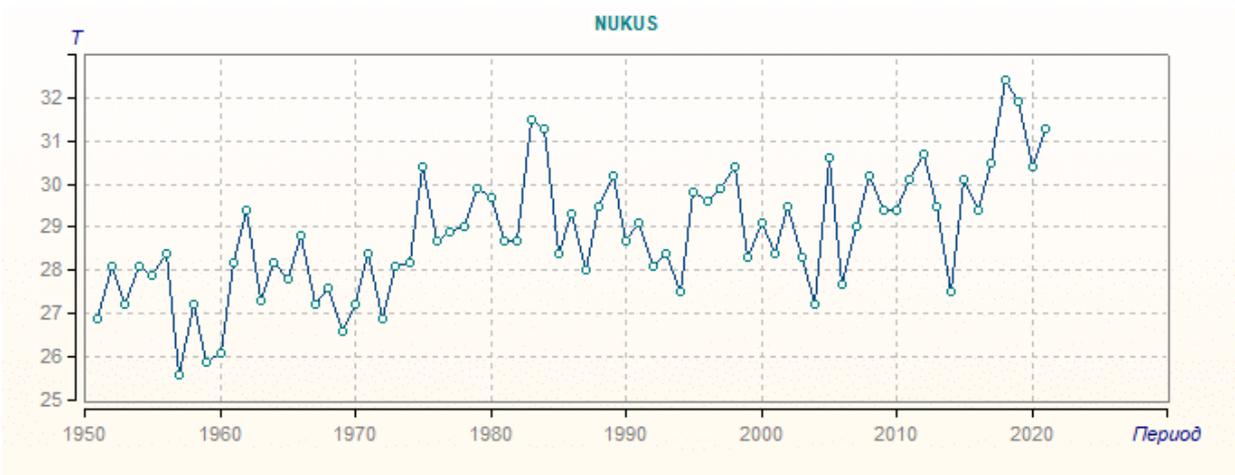
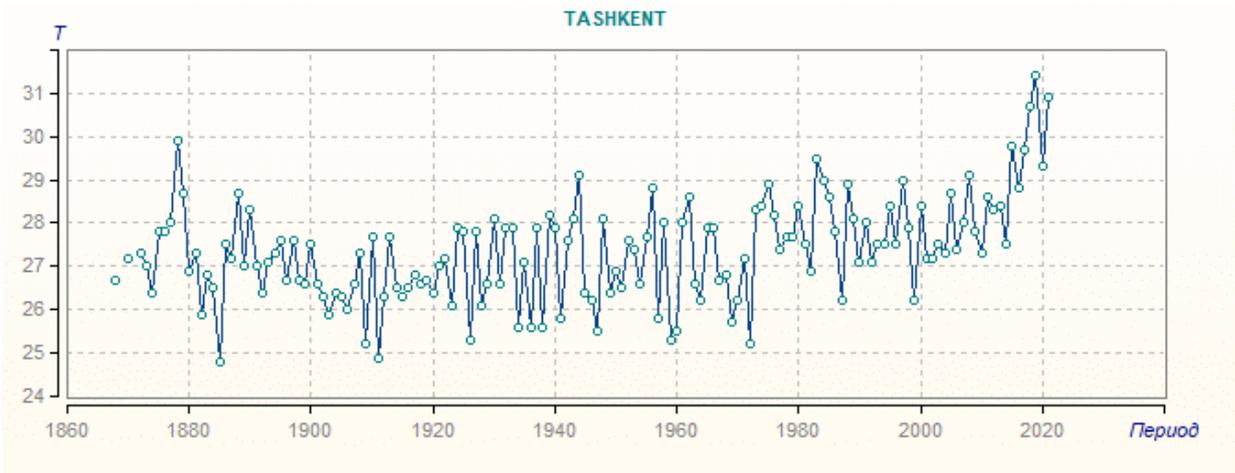
Таблица 3. Результаты оценки стационарности.

Ряд является не стационарным (расчетные значения больше критических) и уровень значимости в обоих случаях равен меньше 11%. Поэтому вывод является не надежным.

Оценка однородности и стационарности среднемесячной температуры июля для исследуемого региона по критериям Диксона, Фишера и Стьюдента

Код поста	Наименование	Критерии Диксона	Критерии Фишера	Критерии Стьюдента
38178	AKBAYTAL	+	+	+
38264	NUKUS	+	+	-
38339	OYGAING	+	+	+
38396	URGENCH	+	+	+
38413	TAMDI	+	+	-
38457	TASHKENT	+	-	-
38467	KAMCHIK	+	+	+
38475	ANDIJAN	+	+	-
38553	AYAKAGITMA	+	+	+
38565	NURATA	+	+	+
38579	JIZZAX	+	+	-
38618	FERGANA	+	+	+
38683	BUHARA	+	+	-
38696	SAMARKAND	+	+	-
38699	SHAXRISABZ	+	+	-
38927	TERMEZ	+	+	+

Таблица 4. Результаты оценки однородности и стационарности.



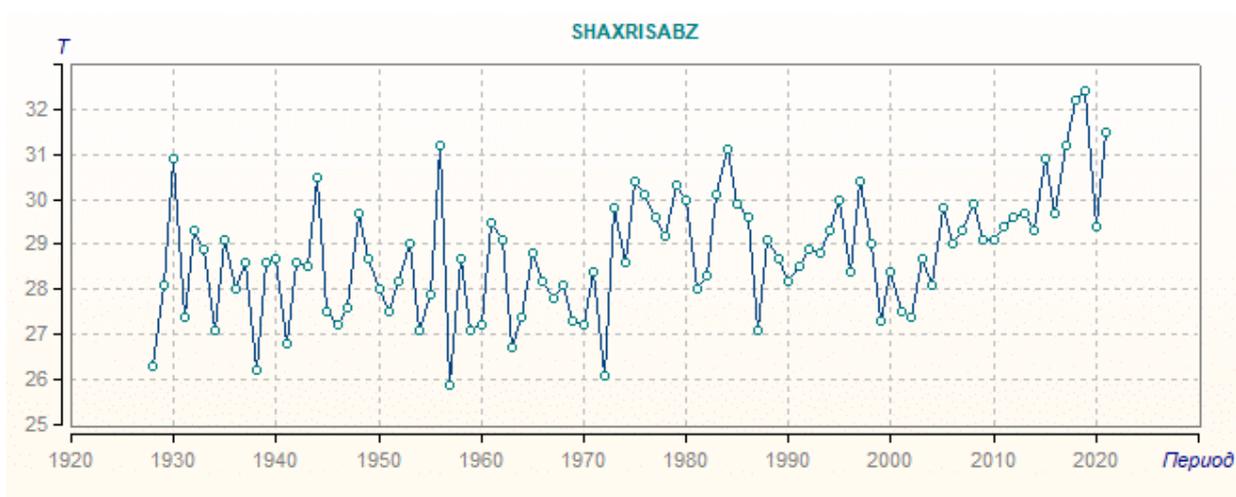
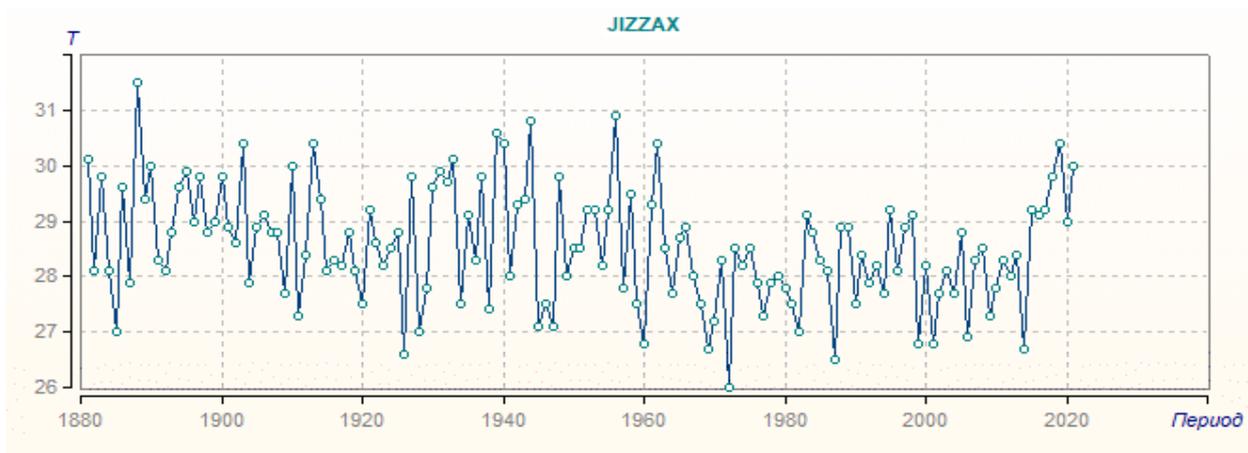


Рисунок 5. Среднемесячная температура за июль на нестационарных станциях исследуемого региона.

Результаты оценки однородности и стационарности:

- критерии Диксона - 16 станций однородны
- критерии Фишера - нестационарность на 1 станции
- критерии Стьюдента - нестационарность на 8 станциях

2.4. Приведение рядов к многолетнему периоду.

Восстановление пропусков наблюдений и приведение рядов к многолетнему периоду основано на построении регрессионных уравнений с одним или несколькими предполагаемыми аналогами, которые имеют как более продолжительный период наблюдений, так и данные наблюдений в те годы, которые были пропущены на рассматриваемой станции. В частном случае такие регрессионные зависимости могут быть построены и между

разными метеорологическими характеристиками на одной станции, например между температурой воздуха и осадками. Последовательность приведения к многолетнему периоду состоит в следующем: - все уравнения, удовлетворяющие условиям эффективности, располагаются в порядке убывания коэффициентов корреляции; - восстанавливаются погодичные значения метеорологической характеристики приводимого пункта за период совместных наблюдений в пунктах-аналогах по уравнению с наибольшим значением коэффициента корреляции; - далее используются уравнения регрессии, коэффициенты корреляции которых меньше предыдущего, но больше всех остальных; - поэтапное восстановление погодичных значений метеорологической характеристики продолжается до тех пор, пока не будут использованы все уравнения регрессии, отвечающие условиям эффективности.

Исследование проводилось с помощью программы «Аналог» ПК «Гидрорасчеты» и выполнено восстановление пропусков и приведение непродолжительных рядов наблюдений к многолетнему периоду на метеостанциях рассматриваемой территории.

Отм	Код	Наименование	Кол-во	Период	Код водн.об.	Широта	Долгота
	38178	AKBAYTAL	71	1951 - 2021	0	43.20	64.30
	38264	NUKUS	71	1951 - 2021	0	42.40	59.60
	38339	OYGAING	59	1963 - 2021	0	42.17	70.88
	38396	URGENCH	74	1948 - 2021	0	41.60	60.60
	38413	TAMDI	89	1933 - 2021	0	41.73	64.62
	38457	TASHKENT	152	1868 - 2021	0	41.27	69.27
	38467	KAMCHIK	39	1983 - 2021	0	41.10	70.50
	38475	ANDIJAN	121	1901 - 2021	0	40.70	72.30
	38553	AYAKAGITMA	71	1951 - 2021	0	40.70	64.50
	38565	NURATA	73	1949 - 2021	0	40.60	65.70
	38579	JIZZAX	141	1881 - 2021	0	40.10	67.80
	38618	FERGANA	141	1881 - 2021	0	40.37	71.75
	38683	BUHARA	74	1948 - 2021	0	39.70	64.60
	38696	SAMARKAND	128	1891 - 2021	0	39.57	66.95
	38699	SHAXRISABZ	94	1928 - 2021	0	39.30	67.10
	38927	TERMEZ	113	1900 - 2021	0	37.23	67.27

Рисунок 6. Главное меню программы «Аналог»

Определение коэффициентов парной корреляции осуществляется за совместный период. Если коэффициенты не определены, то это означает, что совместный период составляет менее 6 лет.

Матрица парных коэффициентов корреляции

Файл	38178	38264	38339	38396	38413	38457	38467	38475	38553	38565	38579	38618	38683	38696	38699	38927
38178	1	0.875	0.627	0.882	0.961	0.879	0.655	0.682	0.906	0.810	0.692	0.693	0.838	0.820	0.802	0.705
38264	0.875	1	0.577	0.867	0.885	0.834	0.592	0.643	0.740	0.684	0.504	0.730	0.898	0.839	0.768	0.681
38339	0.627	0.577	1	0.560	0.661	0.756	0.901	0.761	0.637	0.633	0.566	0.801	0.575	0.689	0.825	0.667
38396	0.882	0.867	0.560	1	0.877	0.745	0.561	0.537	0.858	0.767	0.574	0.602	0.731	0.682	0.702	0.551
38413	0.961	0.885	0.661	0.877	1	0.912	0.702	0.750	0.925	0.859	0.653	0.776	0.876	0.869	0.858	0.655
38457	0.879	0.834	0.756	0.745	0.912	1	0.809	0.835	0.822	0.801	0.544	0.678	0.863	0.867	0.888	0.664
38467	0.655	0.592	0.901	0.561	0.702	0.809	1	0.854	0.691	0.773	0.715	0.857	0.674	0.766	0.849	0.740
38475	0.682	0.643	0.761	0.537	0.750	0.835	0.854	1	0.668	0.641	0.485	0.735	0.716	0.706	0.831	0.662
38553	0.906	0.740	0.637	0.858	0.925	0.822	0.691	0.668	1	0.902	0.819	0.661	0.727	0.761	0.783	0.673
38565	0.810	0.684	0.633	0.767	0.859	0.801	0.773	0.641	0.902	1	0.715	0.700	0.731	0.720	0.778	0.558
38579	0.692	0.504	0.566	0.574	0.653	0.544	0.715	0.485	0.819	0.715	1	0.536	0.533	0.513	0.566	0.650
38618	0.693	0.730	0.801	0.602	0.776	0.678	0.857	0.735	0.661	0.700	0.536	1	0.790	0.768	0.862	0.666
38683	0.838	0.898	0.575	0.731	0.876	0.863	0.674	0.716	0.727	0.731	0.533	0.790	1	0.882	0.801	0.708
38696	0.820	0.839	0.689	0.682	0.869	0.867	0.766	0.706	0.761	0.720	0.513	0.768	0.882	1	0.890	0.688
38699	0.802	0.768	0.825	0.702	0.858	0.888	0.849	0.831	0.783	0.778	0.566	0.862	0.801	0.890	1	0.762
38927	0.705	0.681	0.667	0.551	0.655	0.664	0.740	0.662	0.673	0.558	0.650	0.666	0.708	0.688	0.762	1

Рисунок 7. Матрица парных коэффициентов корреляции между многолетними рядами среднемесячной температуры июля.

Из анализа матрицы парных коэффициентов корреляции для рядов осадков января по территории Западной Сибири следует, что их связанность достаточно низкая и наибольшие значения равны 0,854 и 0,925. Поэтому предельное минимальное значение коэффициента парной корреляции следует задавать в диапазоне от 0,8 до 0,9.

Далее было выполнено приведение к многолетнему периоду и восстановление пропусков наблюдений для всех 16 рядов среднемесячной температуры воздуха июля.

Пункты для которых производилось восстановление пропусков в данных											
Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эффект восст. %	Средн. погр. восст.	Стд.откл. факт.	Стд.откл. восст.	Критерий Фишера	Средн.исх.ряда	Средн.восст.ряда	Критерий Стьюден
38178	АКБАУТАЛ	71	81	114.1	0.540	1.330	1.210	1.208	29.659	28.571	5.243
38264	NUKUS	71	70	98.6	0.668	1.421	1.101	1.666	28.815	27.476	6.207
38339	OYGAING	59	35	59.3	0.687	1.452	1.743	1.441	15.212	14.781	1.274
38396	URGENCH	74	15	20.3	0.509	1.107	1.374	1.540	28.470	27.907	1.702
38413	TAMDI	89	63	70.8	0.564	1.376	1.009	1.860	30.698	29.925	3.769
38467	КАМЧИК	39	102	261.5	0.519	1.205	1.650	1.874	17.918	17.310	2.081
38475	ANDIJAN	121	20	16.5	0.546	1.068	0.739	2.086	27.146	27.166	-0.080
38553	АУАКАГИТМА	71	70	98.6	0.468	1.117	1.119	1.004	31.428	31.310	0.625
38565	NURATA	73	21	28.8	0.532	1.079	1.387	1.653	28.370	28.117	0.873
38683	BUHARA	74	78	105.4	0.570	1.275	1.007	1.602	29.038	27.910	6.027
38696	SAMARKAND	128	24	18.8	0.555	1.184	1.026	1.330	26.201	26.298	-0.375
38699	ШАХРИСАБЗ	94	58	61.7	0.538	1.337	1.165	1.318	28.777	28.403	1.744

Рисунок 8. Итоговая таблица с результатами работы программы «Аналог»

Полученные результаты свидетельствуют о том, что количество восстановленных лет варьирует от 15 до 102, надежность вывода об однородности дисперсий и средних можно надежно считать к примеру для ряда 38467 КАМЧИК, где количество восстановленных лет равно 102, а наблюдаемых – 38 и здесь расчетные значения статистик критериев Фишера и Стьюдента меньше критических (восстановленные данные однородны). В остальных случаях период восстановленных данных по отношению к фактическим намного меньше и выводы недостаточно надежны.

Таблица 5. Список метеостанций аналогов, использованных для восстановления осадков на метеостанции ВУНАРА

Код	Наименование	Кол-во	Период	Широта	Долгота
38413	TAMDI	89	1933 - 2021	42	65
38457	TASHKENT	152	1868 - 2021	41	69
38579	JIZZAX	141	1881 - 2021	40	68
38696	SAMARKAND	128	1891 - 2021	40	67

Год	Значение	Погрешность восст. (абс.)
1868	27.900	0.643
1870	28.421	0.643
1872	28.525	0.643
1873	28.213	0.643
1874	27.587	0.643
1875	29.046	0.643
1876	29.046	0.643
1877	29.255	0.643
1878	31.235	0.643
1879	29.984	0.643
1880	28.108	0.643
1881	27.925	0.621
1882	26.831	0.621
1883	27.414	0.621
1884	27.548	0.621
1885	25.835	0.621
1886	28.309	0.621
1887	28.443	0.621
1888	29.193	0.621
1889	27.769	0.621
1890	29.150	0.621
1891	27.566	0.563
1892	27.239	0.563
1893	27.555	0.563
1894	27.514	0.563
1895	28.726	0.563
1896	27.863	0.563
1897	28.611	0.563
1898	27.917	0.563
1899	27.812	0.563
1900	28.488	0.563
1901	28.123	0.563
1902	27.978	0.563

Рисунок 9. Многолетний ряд наблюдаемых и восстановленных значений осадков января для метеостанции ВУНАРА.

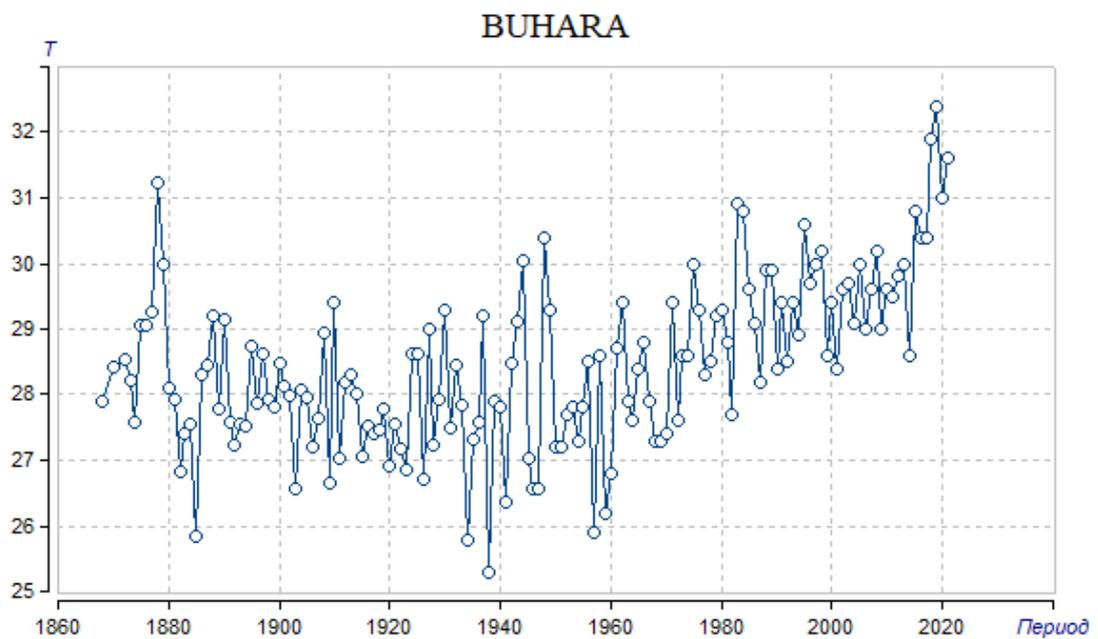
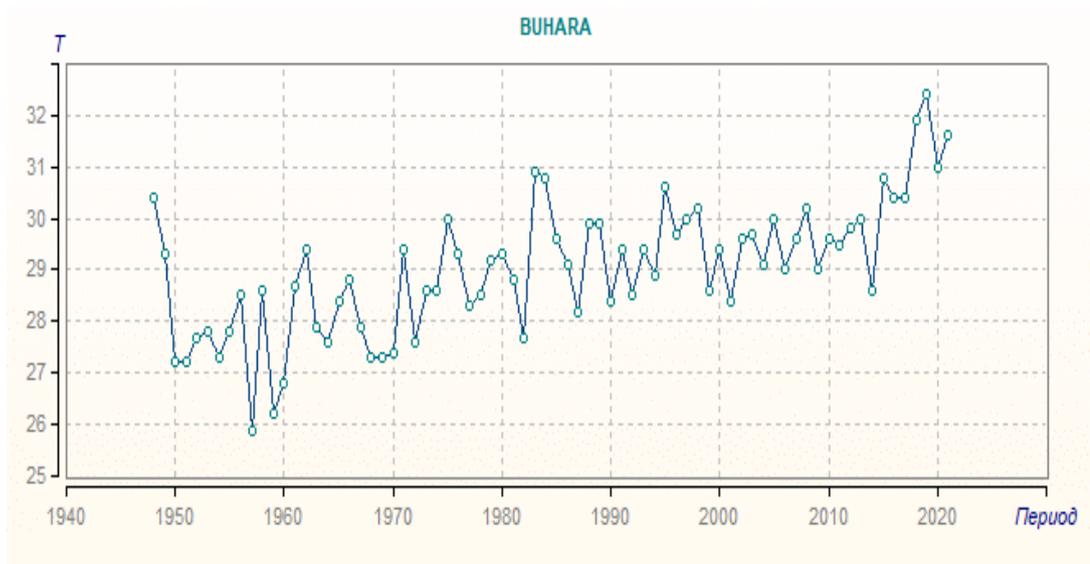


Рисунок 10. Исходный и восстановленный многолетние ряды осадков января на метеостанции BUHARA.

временный ряд среднемесячной температуры по метеостанции Бухара:

- Было 85 лет
- Стало 152 года.

Глава 3 Оценка климатических характеристик в стационарных условиях.

Основная задача, для которой осуществляются расчеты в стационарных условиях – это определение параметров и расчетных климатических характеристик редкой повторяемости. Для этой цели служит программа «Обеспеченность», программа предназначена для определения основных расчетных характеристик и параметров распределения при наличии данных наблюдений на основе аппроксимации аналитическими распределениями С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля и Пирсона 3 типа 43 и при определении параметров распределения методами моментов, приближенно наибольшего правдоподобия, наименьших квадратов и подбором отношения C_s/C_v пользователем.

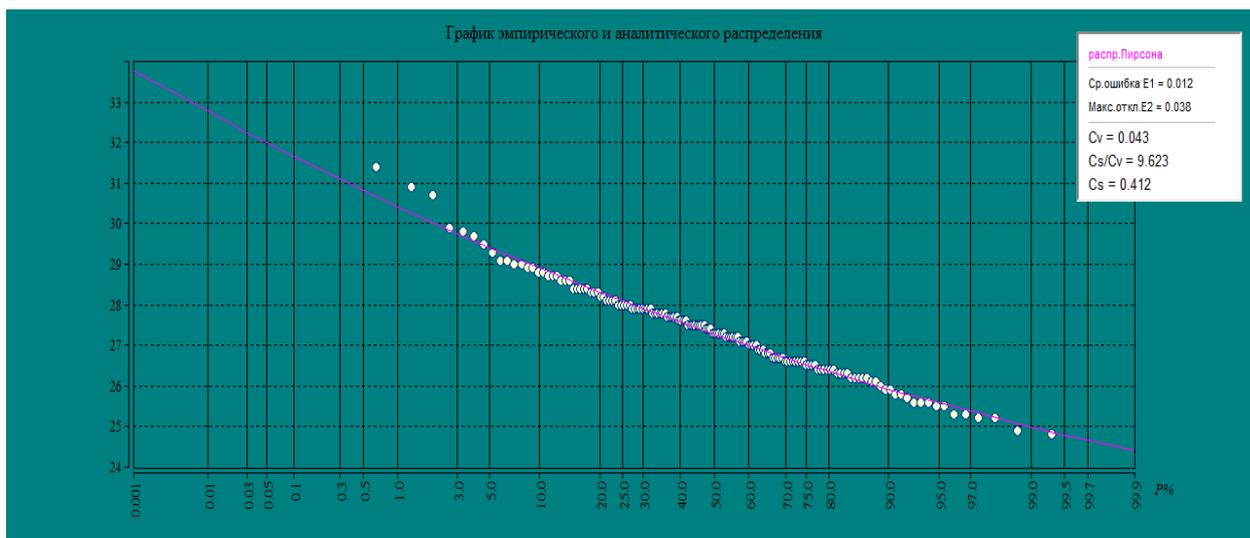


Рисунок 11. Результаты аппроксимации эмпирического распределения аналитическим распределением среднемесячной температуры на метеостанции Ташкент.

3.2. Расчет средних многолетних.

№	Год	Значение	Обеспеченность P(%)	Значение(P)	Год(P)
1	1868	26.7	0.654	31.4	2019
2	1870	27.2	1.307	30.9	2021
3	1872	27.3	1.961	30.7	2018
4	1873	27.0	2.614	29.9	1878
5	1874	26.4	3.268	29.8	2015
...
147	2016	28.8	96.078	25.3	1959
148	2017	29.7	96.732	25.3	1926
149	2018	30.7	97.386	25.2	1909
150	2019	31.4	98.039	25.2	1972
151	2020	29.3	98.693	24.9	1911
152	2021	30.9	99.346	24.8	1885

Таблица 6. Исходные данные и характеристики эмпирического распределения среднемесячной температуры июля для станции Ташкент.

№	Характеристика	Значение характеристики
1	Тип распределения	Распределение Пирсона
2	Метод опред. параметров	метод наименьших квадратов
3	Расчет с учетом поправок C_v и C_s/C_v	нет
4	Средняя ошибка E_1	0.012
5	Макс. отклонение анал. значения от эмпир. E_2	0.038
6	Отношение C_s/C_v	9.623
7	Коэффициент C_v	0.043
8	Коэффициент C_s	0.412

9	Кoeff. автокорр. r(1)	0.341
10	Среднее	27.36

Таблица 7. Параметры аналитического распределения вероятности среднемесячной температуры июля для станции Ташкент

№	Обеспеченность P(%)	Коэффициент К	
1	0.001	1.235	33.8
2	0.01	1.199	32.8
3	0.03	1.179	32.2
4	0.05	1.170	32.0
5	0.1	1.158	31.7
6	0.3	1.138	31.1
7	0.5	1.127	30.8
8	1.0	1.112	30.4
9	3.0	1.088	29.8
10	5.0	1.075	29.4
11	10.0	1.057	28.9
12	20.0	1.035	28.3
13	25.0	1.027	28.1
14	30.0	1.020	27.9
15	40.0	1.008	27.6
16	50.0	0.997	27.3
17	60.0	0.987	27.0
18	70.0	0.976	26.7
19	75.0	0.970	26.5
20	80.0	0.964	26.4
21	90.0	0.947	25.9
22	95.0	0.935	25.6
23	97.0	0.927	25.4
24	99.0	0.913	25.0

25	99.5	0.906	24.8
26	99.7	0.901	24.7
27	99.9	0.892	24.4

Таблица 8. Ординаты кривой аналитического распределения среднемесячной температуры июля для станции Ташкент

3.3. Определение расчетных характеристик повторяемостью 1 раз в 100 и 200 лет.

Расчеты по программе «Обеспеченность» выполняются для всех остальных рядов наблюдений в выбранном регионе. Основные результаты расчетов в виде нормы (среднего многолетнего значения) и квантилей обеспеченности 1% и 0,5%, соответствующих повторяемости 1 раз в 100 и 200 лет.

код	название	широта	долгота	среднее	1%	0,5%
38457	TASHKENT	41.27	69.27	27.36	30.04	30.08
38475	ANDIJAN	40.7	72.3	27.16	29.05	29.08
38696	SAMARKAND	39.57	66.95	26.21	29.01	29.04
38618	FERGANA	40.37	71.75	27.16	29.08	30.01
38699	SHAXRISABZ	39.3	67.1	28.63	31.08	32.20
38553	AYAKAGITMA	40.7	64.5	31.36	33.90	34.20
38178	AKBAYTAL	43.2	64.3	29.01	32.40	32.70
38413	TAMDI	41.73	64.62	30.38	33.60	33.90
38264	NUKUS	42.4	59.6	28.18	31.08	32.20
38927	TERMEZ	37.23	67.27	30.52	32.70	32.90
38396	URGENCH	41.6	60.6	28.38	31.20	31.05
38579	JIZZAX	40.1	67.8	28.55	31.01	31.40
38683	BUHARA	39.7	64.6	28.46	31.08	32.20

38565	NURATA	40.6	65.7	28.17	30.07	31.00
38339	OYGAING	42.17	70.88	14.86	18.07	19.01
38467	КАМЧИК	41.1	70.5	17.46	21.02	21.07

Таблица 9. Средние и расчетные значения среднемесячной температуры для исследуемого региона

3.4. Пространственные распределения климатических характеристик.

Итогом расчетов в стационарных условиях является пространственная интерполяционная модель полученных климатических норм и расчетных климатических характеристик редкой повторяемости (1 раз в 100 и 200 лет). Для построения такой модели применяется или пространственный интерполятор ГИС MapInfo, в котором реализован метод интерполяции по треугольникам. Входным файлом является табл.3.4, переведенная в формат Excel. На рис.11-13. приведены результаты интерполяции среднемесячной температуры повторяемостью 1 раз в 100 и 200 лет для Узбекистана, полученные с помощью интерполятора ГИС MapInfo.

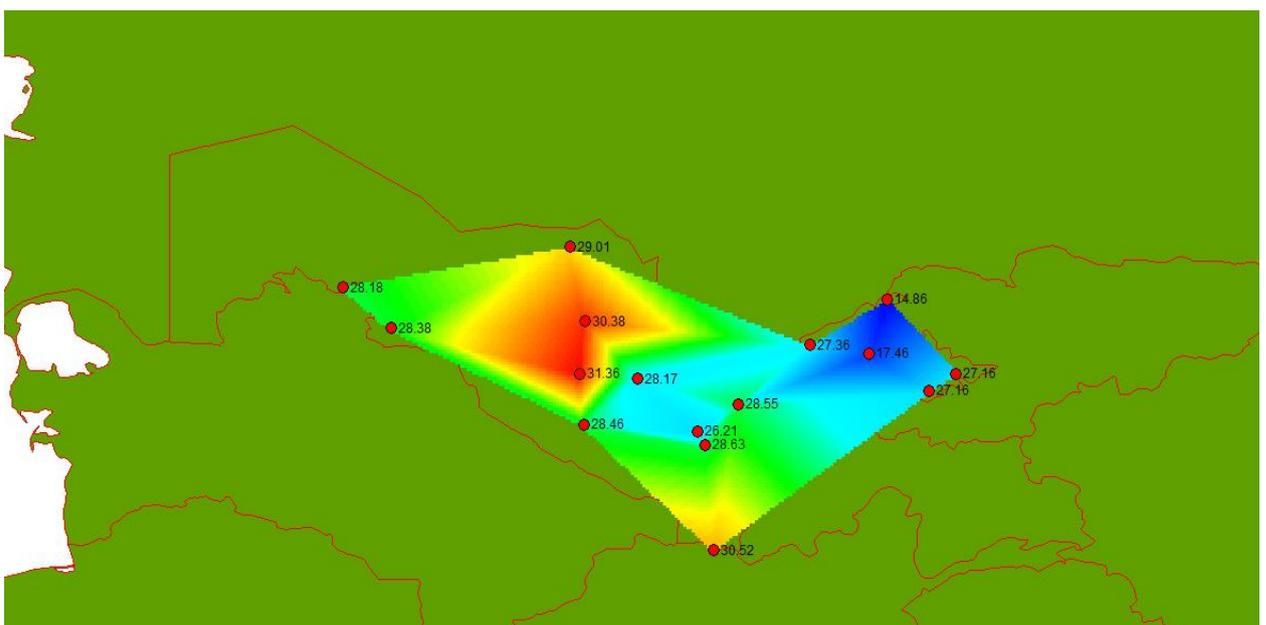


Рисунок 11. Пространственная модель средних температур июля

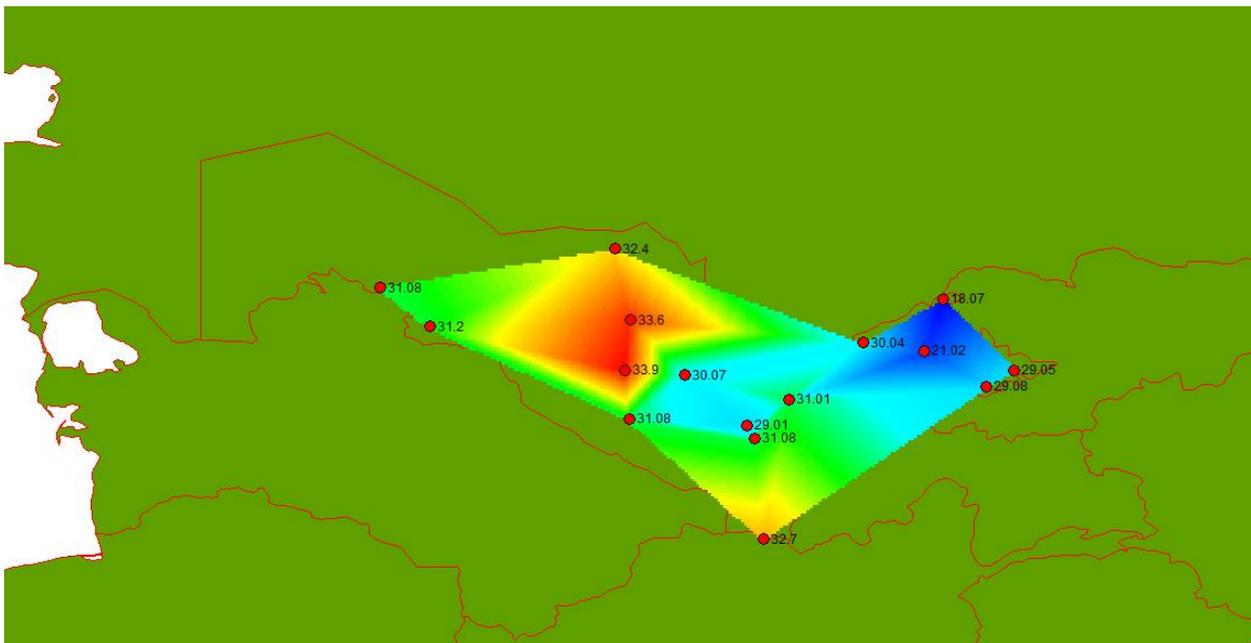


Рисунок 12. Пространственная модель осадков января повторяемостью 1 раз в 100 лет.

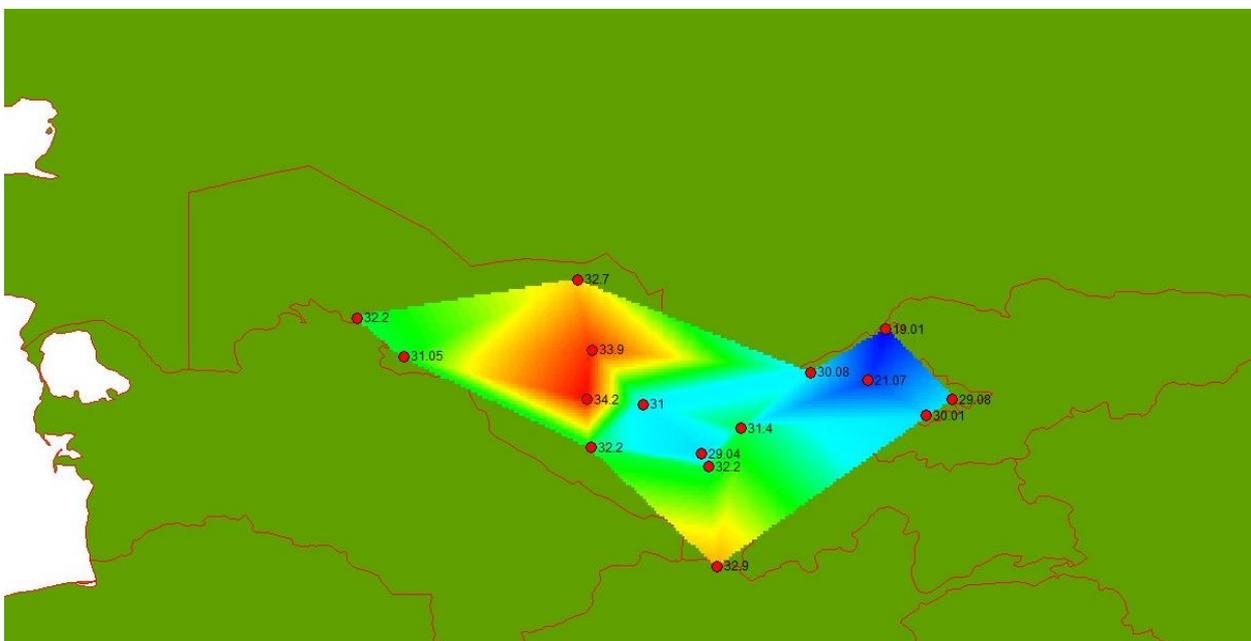


Рисунок 13. Пространственная модель осадков января повторяемостью 1 раз в 200 лет.

Из полученных результатов можно говорить о том, что при оценке повторяемости значения 1 раз в 100 лет и 1 раз в 200 лет наблюдается увеличение среднемесячной температуры воздуха в данном регионе в примерно на 3°C, в горных районах до 4-5°C.

Глава 4. Оценка изменения летних температур (июнь - август)

4.1. Теория аппроксимации временных рядов моделями нестационарного среднего.

Базовая вычислительная программа называется TIMOD и предназначена для расчета показателей эффективности нестационарных моделей двух видов: линейного тренда ($\Delta_{тр}$, %) и модели ступенчатых изменений ($\Delta_{ст}$, %) по отношению к модели стационарной выборки. Также в программе рассчитываются статистики критерия Фишера для этих двух показателей эффективности ($F_{тр}$ и $F_{ст}$) и коэффициент корреляции модели линейного тренда ($R_{тр}$). Программа TIMOD работает с файлом, содержащим временные ряды для всех метеостанций рассматриваемого района.

Нестационарная модель считается эффективной, если $\Delta_{тр}$ или $\Delta_{ст} \geq 10\%$ и нестационарная модель статистически значима, если $F_{тр}$ или $F_{ст}$ больше их критических значений при уровне значимости $\alpha=5\%$. Отдельно для модели линейного тренда $R_{тр}$ оценивается статистическая значимость коэффициента корреляции $R_{тр}$.

Базовая вычислительная программа TIMOD вычисляет перечисленные показатели эффективности за весь период для каждого ряда наблюдений. Программа имеет следующие модификации:

- TIMOD1, в которой задается общий начальный год наблюдений для всех рядов в регионе;
- TIMOD2, в которой задается общий год ступенчатых изменений;

- TIMOD3, в которой задается как общий для всех рядов начальный год, так и одинаковый год ступенчатых изменений.

Последовательность расчета по программам следующая. Вначале по программе TIMOD выполняются расчеты за весь период наблюдений, который разный для каждого ряда и определяется наиболее повторяющийся период ступенчатых изменений. Далее в программе TIMOD2 задается выявленный общий год ступенчатых изменений и расчеты повторяются. Результаты расчетов по TIMOD и TIMOD2 сопоставляются для каждого ряда с целью оценки их устойчивости при задании одинакового для всех станций года ступенчатых изменений. Затем рассматривается моделирование только для современного периода.

4.2. Расчетные показатели нестационарности.

Для рассматриваемого примера среднесуточной температуры июля в Узбекистане результаты расчета по программе TIMOD представлены в табл.1.

код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	Фст	Тст	Тнач	Тк	n	Rтр	Δт
38178	9,2	12,6	1,21	1,31	1973	1868	2021	152	0,42	3,4
38264	10,4	20	1,25	1,56	1975	1868	2021	152	0,44	3,5
38339	0,8	3,7	1,02	1,08	1973	1881	2021	141	0,13	1,1
38396	3,4	5,3	1,07	1,11	1973	1933	2021	89	0,26	2,2
38413	7,3	11,3	1,16	1,27	1973	1868	2021	152	0,37	2,7
38457	9,4	14,7	1,22	1,38	1973	1868	2021	152	0,42	3,2
38467	3,3	7,7	1,07	1,17	1930	1868	2021	152	0,26	0,8
38475	3,7	5,9	1,08	1,13	1994	1868	2021	152	0,27	1,9
38553	0,3	2,7	1,01	1,06	2011	1868	2021	152	0,08	2,1
38565	1,8	3,5	1,04	1,07	2011	1868	2021	152	0,19	1,9
38579	3,2	5,5	1,07	1,12	1957	1881	2021	141	-0,25	1,1
38618	1,1	6	1,02	1,13	2011	1881	2021	141	0,15	1,6
38683	11,2	20	1,27	1,56	1975	1868	2021	152	0,46	3,5
38696	5,6	13,7	1,12	1,34	2005	1868	2021	152	0,33	2,5
38699	3,7	9,2	1,08	1,21	1973	1868	2021	152	0,27	2
38927	0,4	7	1,01	1,16	2011	1900	2021	113	0,09	1,4

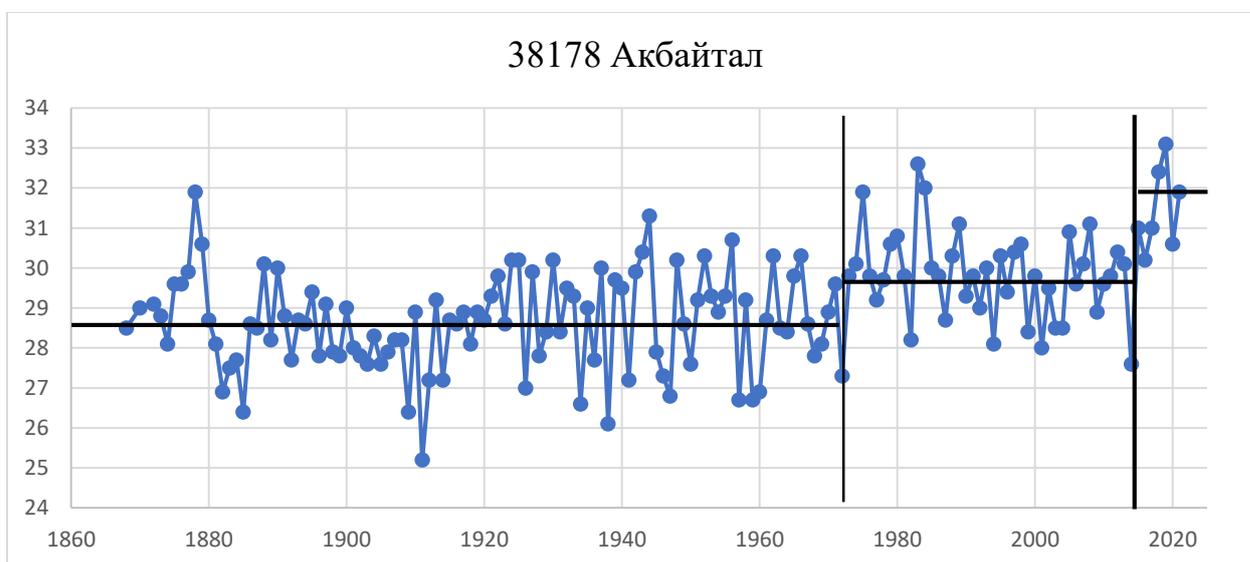
Таблица 10. Результаты оценки эффективности нестационарных моделей для многолетних рядов среднемесячной температуры июля (Узбекистан)

В табл.10 ярким шрифтом выделены случаи эффективных нестационарных моделей (Δ_{tr} или $\Delta_{st} \geq 10\%$), статистически значимых статистик критерия Фишера F_{tr} и статистически значимых коэффициентов корреляции уравнения линейного тренда. Как следует из результатов, из 16 рядов модель линейного тренда эффективна в 2 случаях, но нет статистически значимых коэффициентов, а коэффициенты корреляции уравнения тренда со временем статистически значимы для 6 рядов.

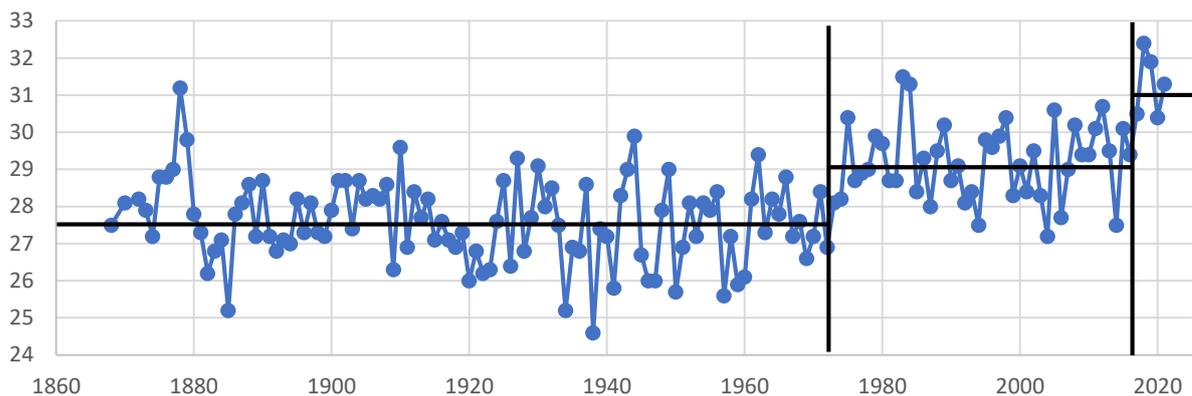
Модель ступенчатых изменений эффективна в 6 случаях и статистически значима в 2х случаях. В среднем показатель эффективности модели линейного тренда $\Delta_{tr}=4,7\%$ (при вариации от 0,3% на метеостанции Аякагитма до 11,2% на метеостанции Бухара), а модели ступенчатых изменений – 9,3% (при вариации от 2,7% на метеостанции Аякагитма до 20% на метеостанции Нукус). Для эффективных нестационарных моделей установленный год ступенчатых изменений варьирует от 1930 до 2011 и в среднем равен 1982 г.

4.3. Оценка устойчивости показателей нестационарности.

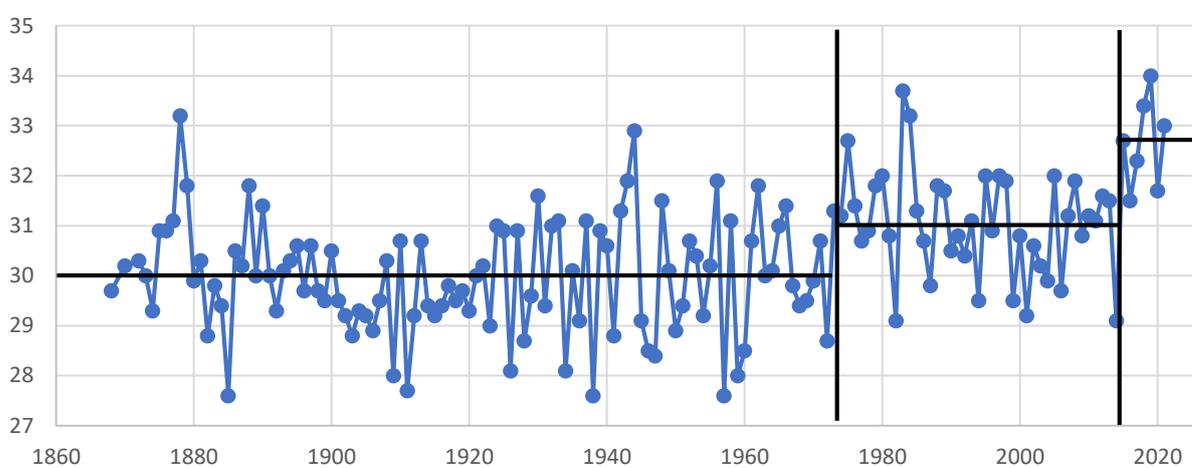
Графики наиболее нестационарных моделей. В полученных графиках показаны годы ступенчатых переходов и линии средних значений температуры. Для метеостанции НУКУС (38264) и БУХАРА (38683) наиболее эффективной оказалась модель ступенчатых изменений.



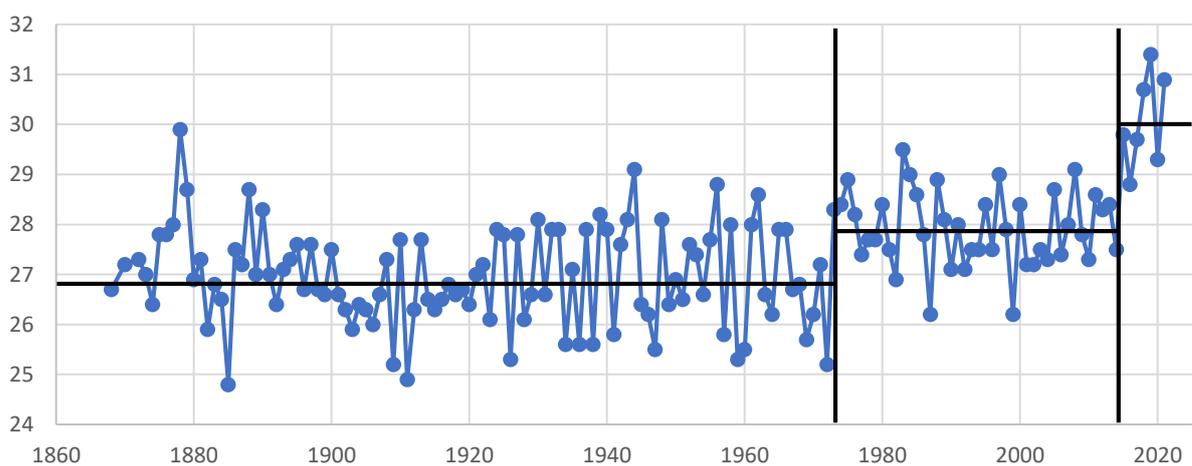
38264 Нукус



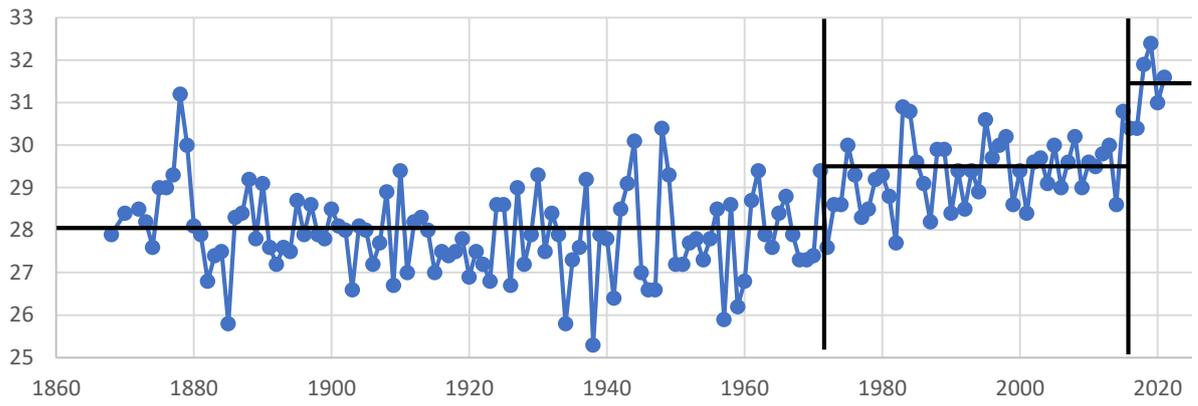
38413 Тамды



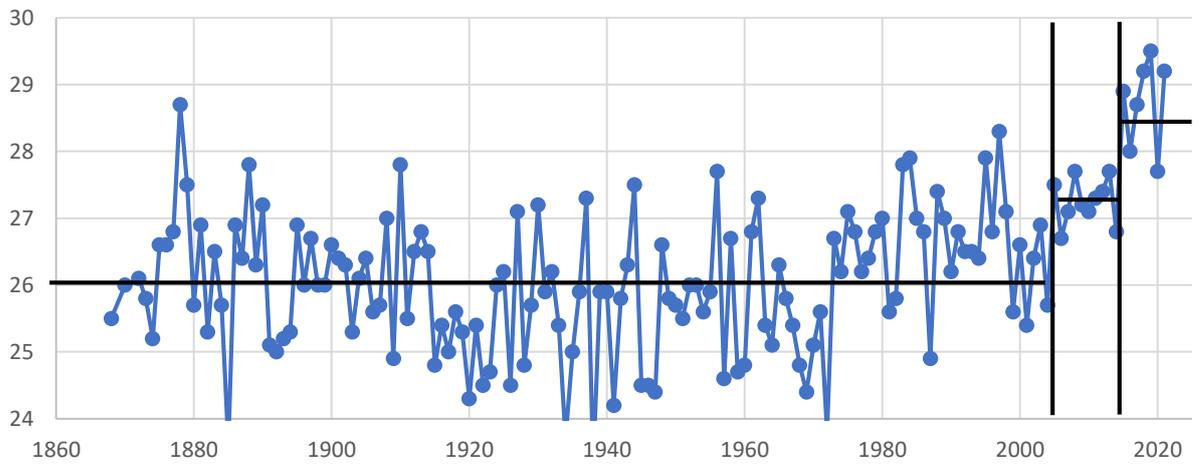
38457 Ташкент



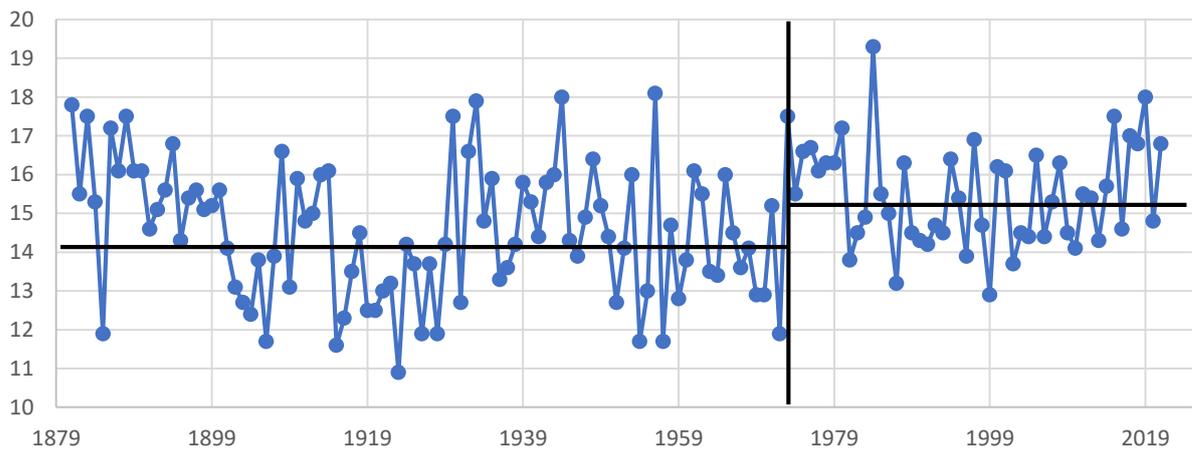
38683 Бухара



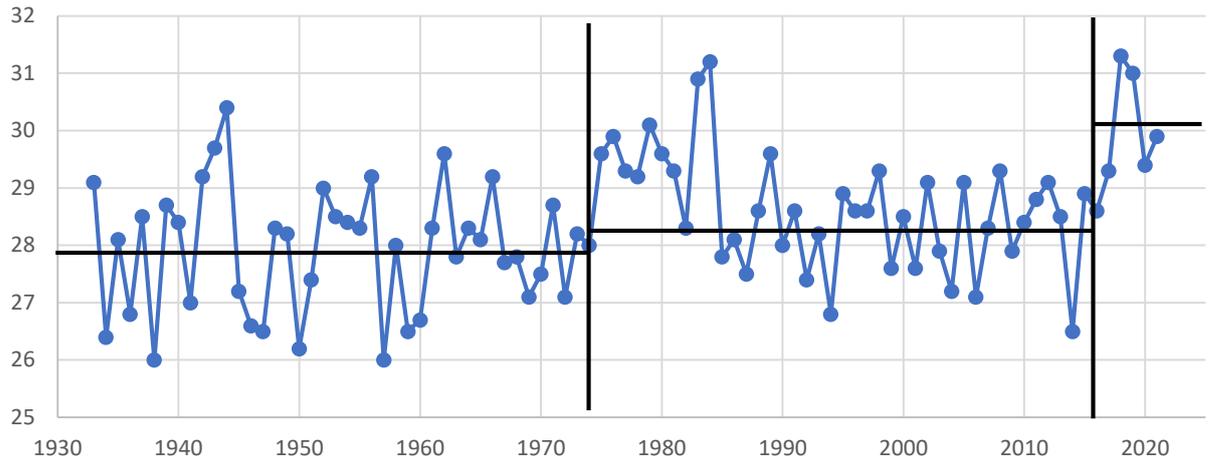
38696 Самарканд



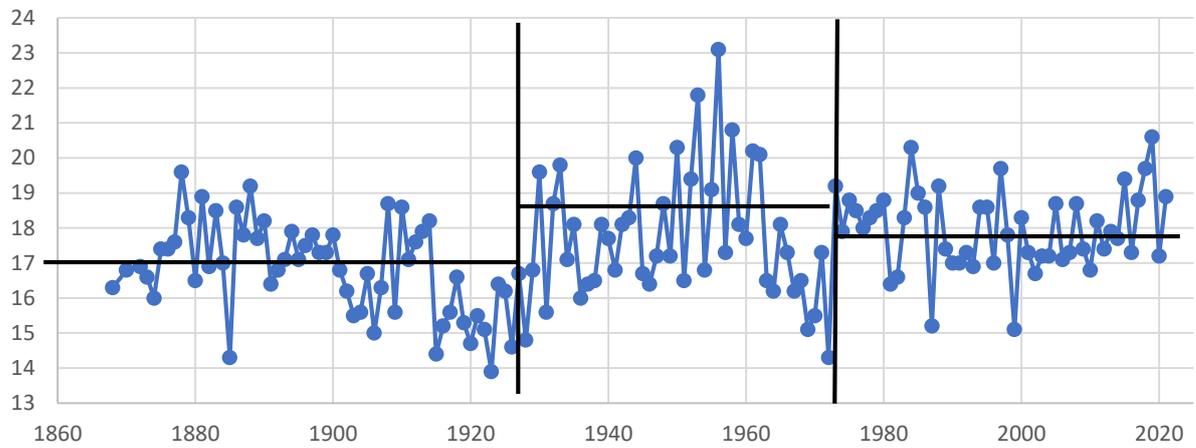
38339 Ойгаинг



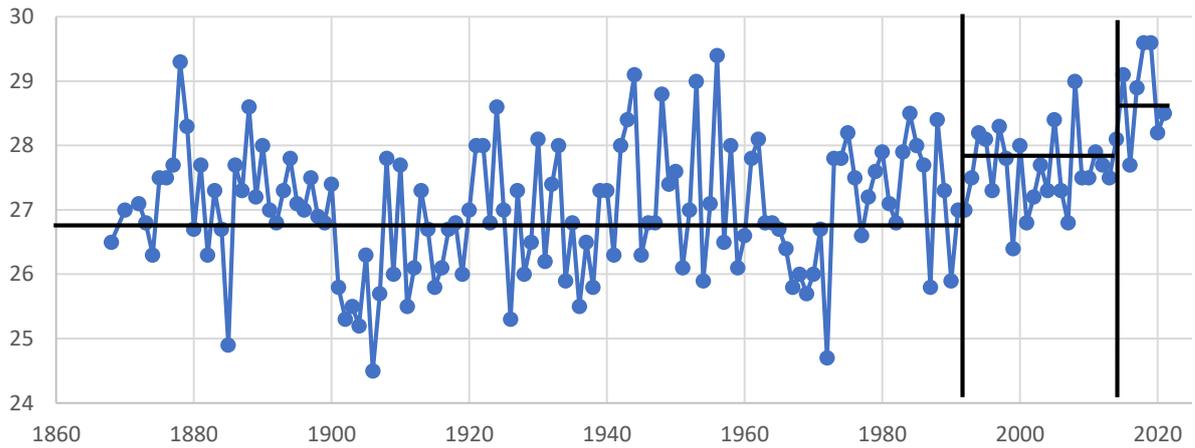
38396 Ургенч



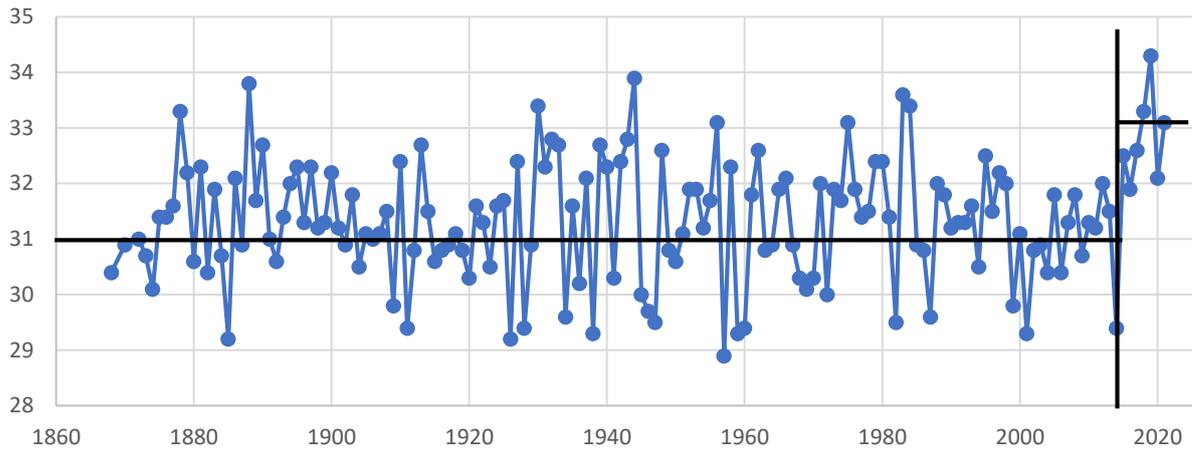
38467 Камчик



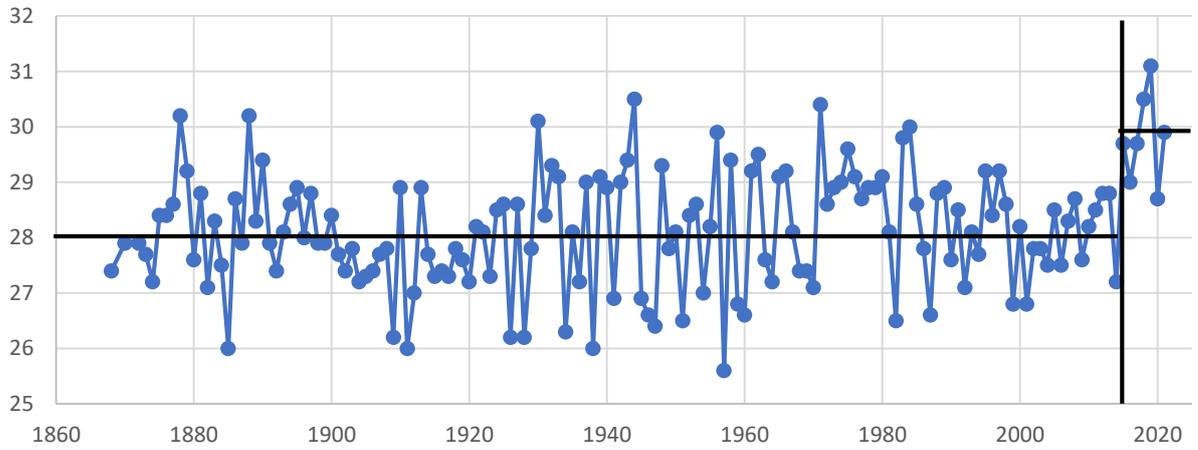
38475 Андижан



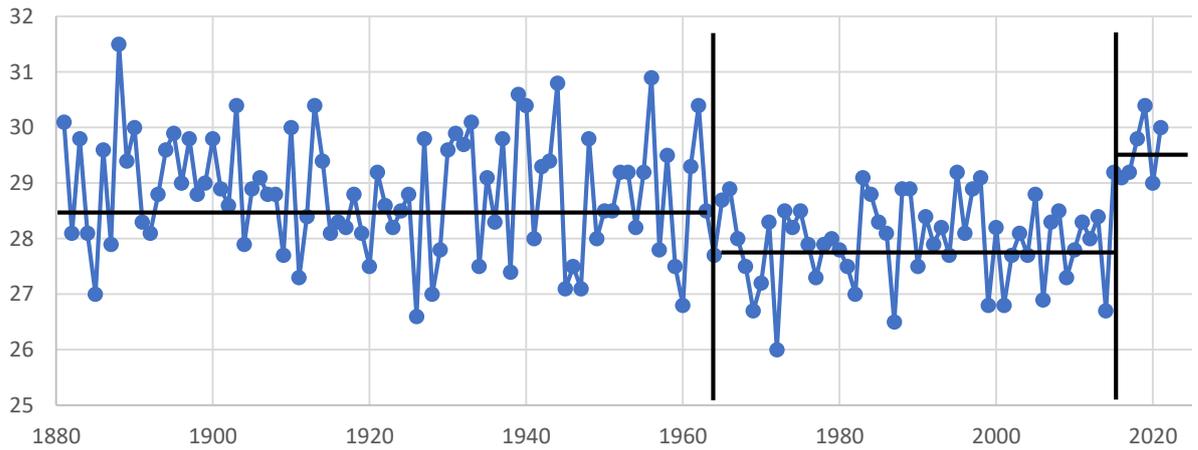
38553 Аякагитма



38565 Нурата



38579 Джизак



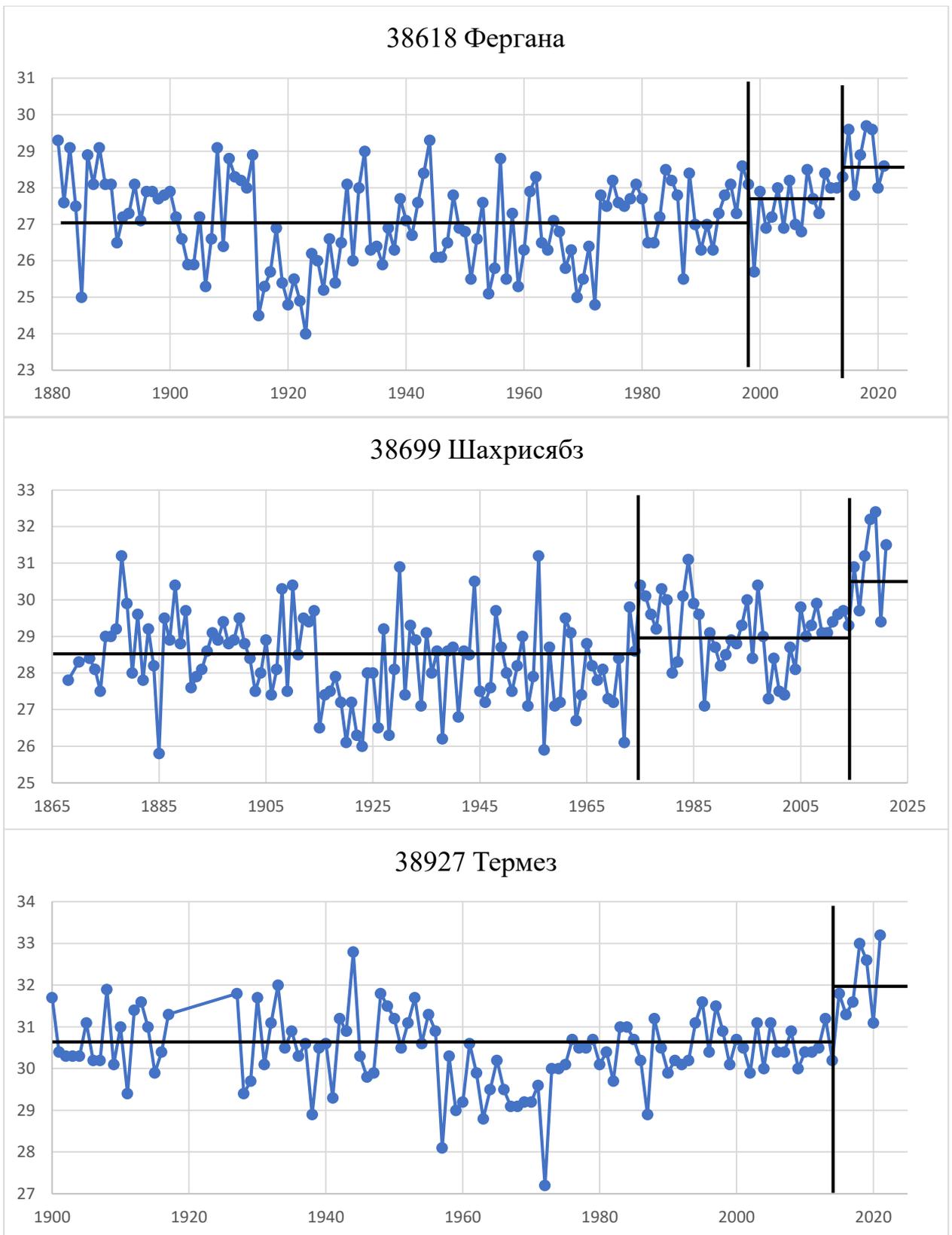


Рисунок. 14 Примеры нестационарных временных рядов среднемесячной температуры июля с разными годами ступенчатых изменений

Анализируя графики, можно сделать вывод о том, что на выбранных станциях преобладает ступенчатое изменение (увеличение) температуры

воздуха. Полученная тенденция обуславливается постепенным усыханием Аральского моря и влиянием данного процесса на климат Узбекистана. Изменения температуры на данных регионах очень схожи, так как во многих случаях средняя температура увеличивается примерно с 1973-1975-х годов.

код	Δтр, %	Δст, %	Fтр	Fст	Tст	Tнач	Tк	n	Rтр
38178	3	6	1,06	1,13	2011	1970	2021	52	0,24
38264	9,7	11	1,23	1,26	2008	1970	2021	52	0,43
38339	0,6	2,4	1,01	1,05	2011	1970	2021	52	0,11
38396	0,1	3,8	1	1,08	1985	1970	2021	52	0,05
38413	3,9	7,6	1,08	1,17	2011	1970	2021	52	0,28
38457	11,8	15,6	1,29	1,41	2011	1970	2021	52	0,47
38467	1,1	2,5	1,02	1,05	2011	1970	2021	52	0,15
38475	11,9	10,1	1,29	1,24	2008	1970	2021	52	0,47
38553	0,8	5,7	1,02	1,12	2011	1970	2021	52	0,12
38565	0,2	6,1	1	1,13	2011	1970	2021	52	0,06
38579	6,7	12,1	1,15	1,29	2011	1970	2021	52	0,36
38618	12,9	14,2	1,32	1,36	2011	1970	2021	52	0,49
38683	19,7	14,1	1,55	1,36	2011	1970	2021	52	0,6
38696	19,6	19,6	1,55	1,55	2007	1970	2021	52	0,59
38699	6	11,6	1,13	1,28	2011	1970	2021	52	0,34
38927	17	13,9	1,45	1,35	2011	1970	2021	52	0,56

Таблица 11. Результаты оценки эффективности нестационарных моделей для многолетних рядов среднемесячной температуры июля при общем начале рядов наблюдений с 1970г. (Узбекистан)

код	Δтр, %	Δст, %	Fтр	Fст	Tст	Tнач	Tк	n	Rтр
38178	0,1	2,7	1	1,06	1880	1868	1970	101	0,03
38264	1,7	4,7	1,04	1,1	1880	1868	1970	101	-0,19
38339	1,8	6,8	1,04	1,15	1901	1881	1970	90	-0,19
38396	0	1,5	1	1,03	1945	1933	1970	38	-0,02
38413	0	2,7	1	1,06	1880	1868	1970	101	-0,03
38457	0,3	3,1	1,01	1,06	1880	1868	1970	101	-0,08
38467	1,8	7,6	1,04	1,17	1930	1868	1970	101	0,19
38475	0	1,7	1	1,03	1898	1868	1970	101	-0,02
38553	0,5	1,7	1,01	1,03	1957	1868	1970	101	-0,1
38565	0	0,9	1	1,02	1930	1868	1970	101	0,01
38579	2,1	3,6	1,04	1,08	1957	1881	1970	90	-0,21
38618	4,9	9,9	1,11	1,23	1915	1881	1970	90	-0,31
38683	1,8	6,3	1,04	1,14	1881	1868	1970	101	-0,19
38696	3,5	5,9	1,07	1,13	1915	1868	1970	101	-0,26
38699	2,1	5	1,04	1,11	1915	1868	1970	101	-0,21

Таблица 12. Результаты оценки эффективности нестационарных моделей для многолетних рядов среднемесячной температуры июля при общем начале рядов наблюдений и до 1970г. (Узбекистан)

4.4. Пространственные распределения изменений максимальных температур.

code	station	lat	lon	Δ_{tr} , %	Δ_{st} , %	Rtr	Δt	СКО
38178	AKBAYTAL	43,2	64,3	9,2	12,6	0,42	3,4	21,2
38264	NUKUS	42,4	59,6	10,4	20	0,44	3,5	19,9
38339	OYGAING	42,17	70,88	0,8	3,7	0,13	1,1	8,9
38396	URGENCH	41,6	60,6	3,4	5,3	0,26	2,2	24,4
38413	TAMDI	41,73	64,62	7,3	11,3	0,37	2,7	23,5
38457	TASHKENT	41,27	69,27	9,4	14,7	0,42	3,2	23,4
38467	KAMCHIK	41,1	70,5	3,3	7,7	0,26	0,8	11,4
38475	ANDIJAN	40,7	72,3	3,7	5,9	0,27	1,9	26,8
38553	AYAKAGITMA	40,7	64,5	0,3	2,7	0,08	2,1	28,6
38565	NURATA	40,6	65,7	1,8	3,5	0,19	1,9	26,4
38579	JIZZAX	40,1	67,8	3,2	5,5	-0,25	1,1	27,2
38618	FERGANA	40,37	71,75	1,1	6	0,15	1,6	22,3
38683	BUHARA	39,7	64,6	11,2	20	0,46	3,5	22,4
38696	SAMARKAND	39,57	66,95	5,6	13,7	0,33	2,5	22,6
38699	SHAXRISABZ	39,3	67,1	3,7	9,2	0,27	2	22,3
38927	TERMEZ	37,23	67,27	0,4	7	0,09	1,4	32,2

Таблица 13. Показатели нестационарных моделей среднемесячной температуры июля на метеостанциях Узбекистана за весь период наблюдений.

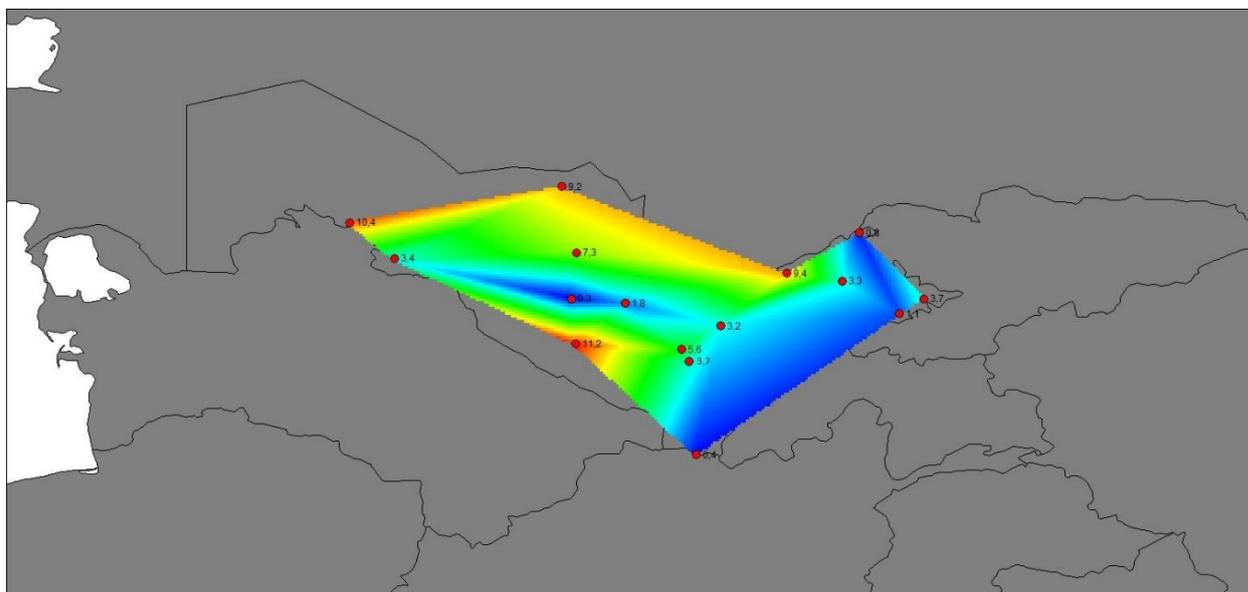


Рис.1. Пространственное распределение показателей нестационарных моделей за весь период наблюдений Δ_{tr} , %.

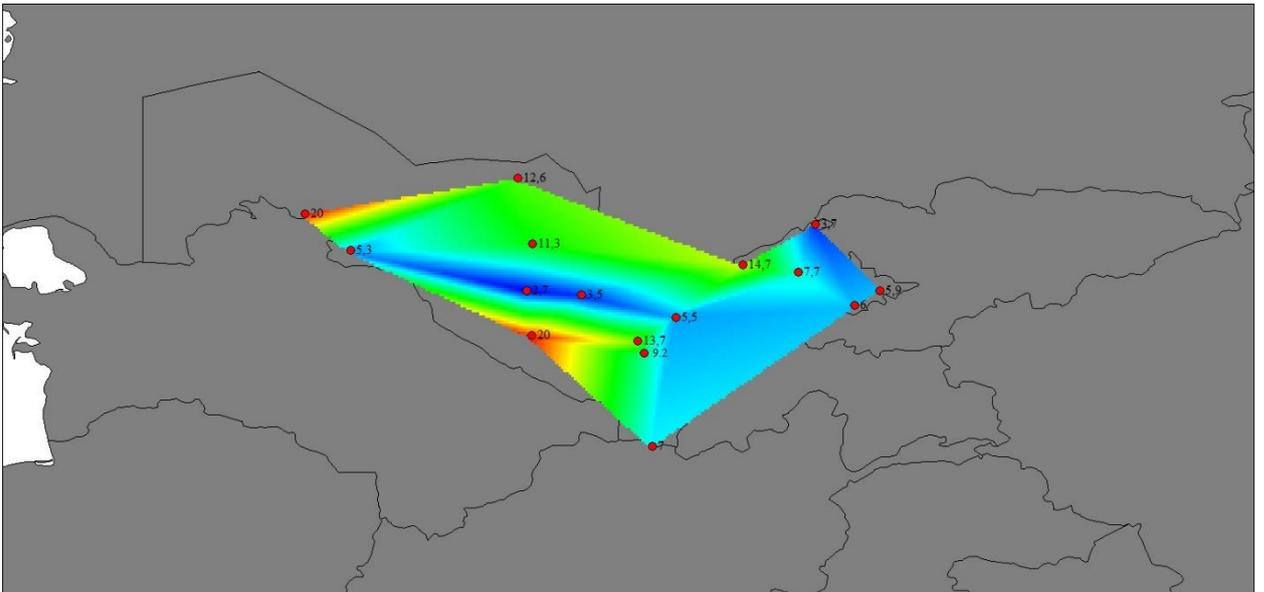


Рис.1.1. Пространственное распределение показателей нестационарных моделей за весь период наблюдений Δ_{st} , %.

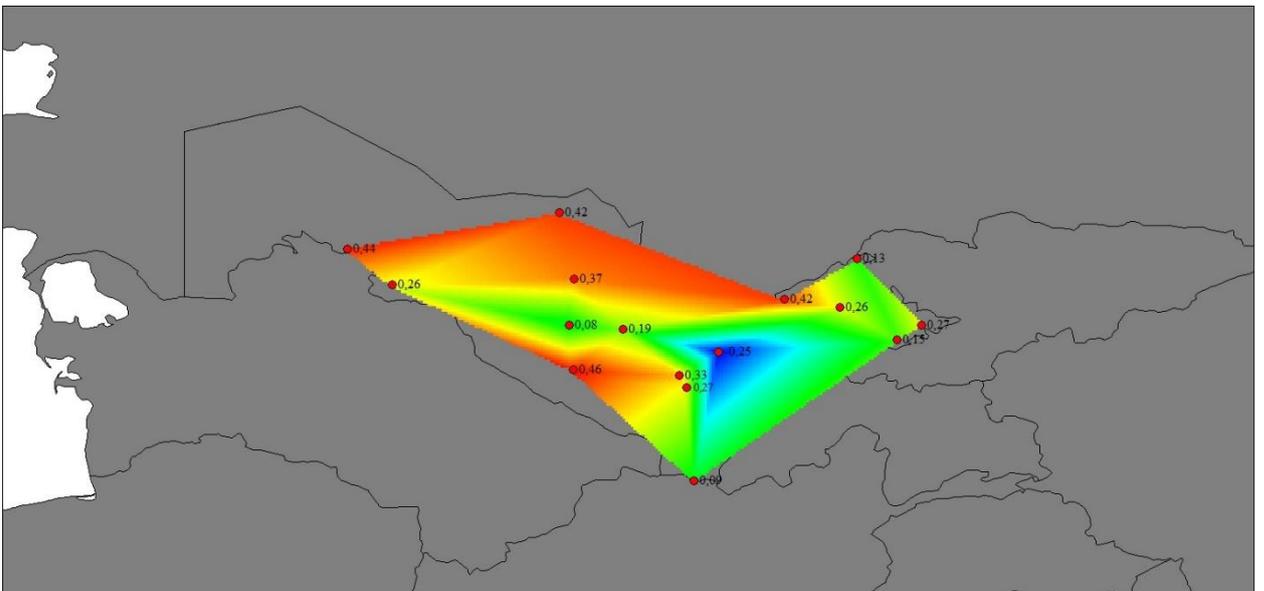


Рис.1.2. Пространственное распределение показателей нестационарных моделей за весь период наблюдений R_{tr} .

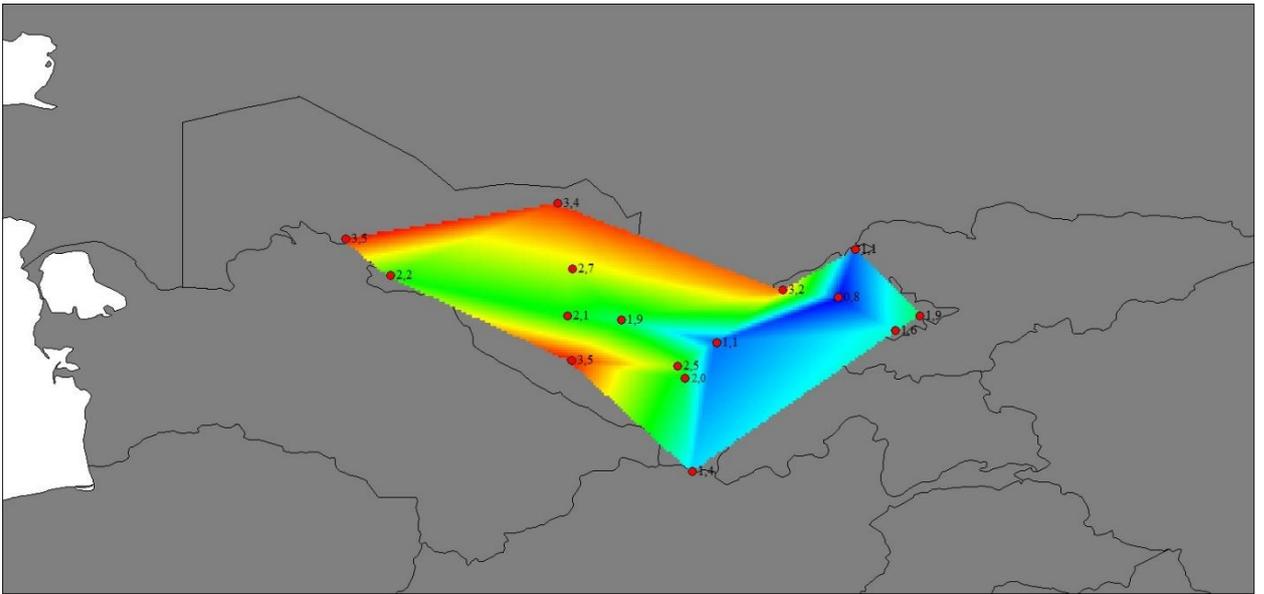


Рис.1.3. Пространственное распределение показателей нестационарных моделей за весь период наблюдений Δt , $^{\circ}\text{C}$.

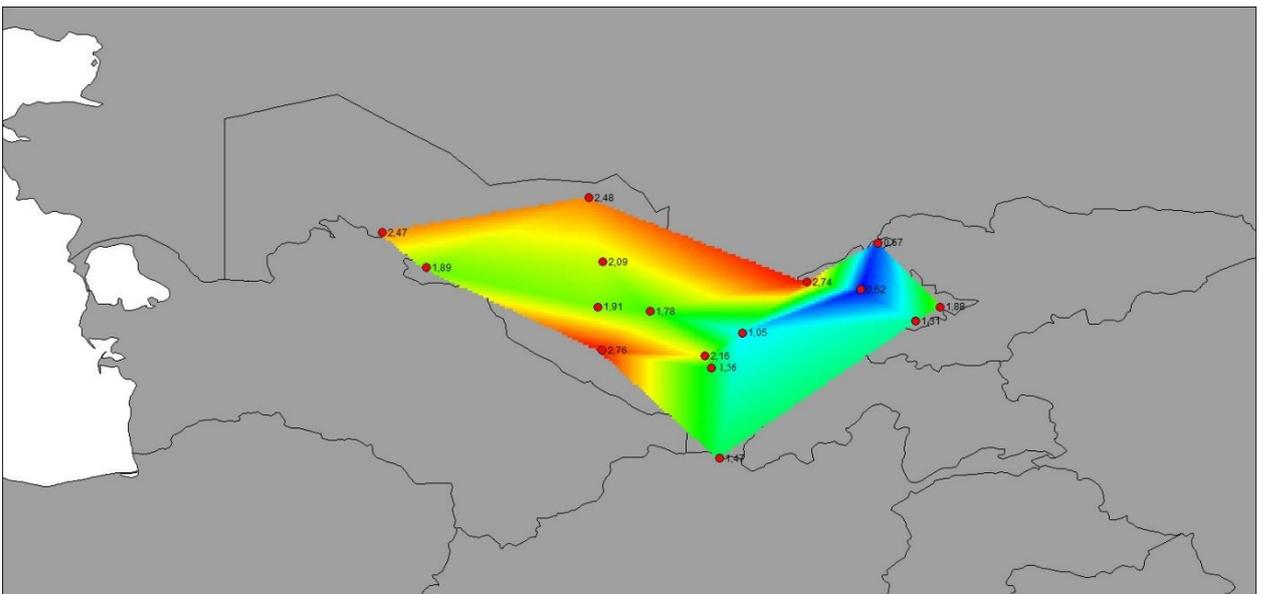


Рис.1.4. Пространственное распределение показателей нестационарных моделей за весь период наблюдений SKO, $^{\circ}\text{C}$.